

 Vandmiljø i Vejle Amt

Overvågning af
SØGÅRD SØ 2001

Næringssalte • Belastning • Biologi

Løbenr.: 5

2002

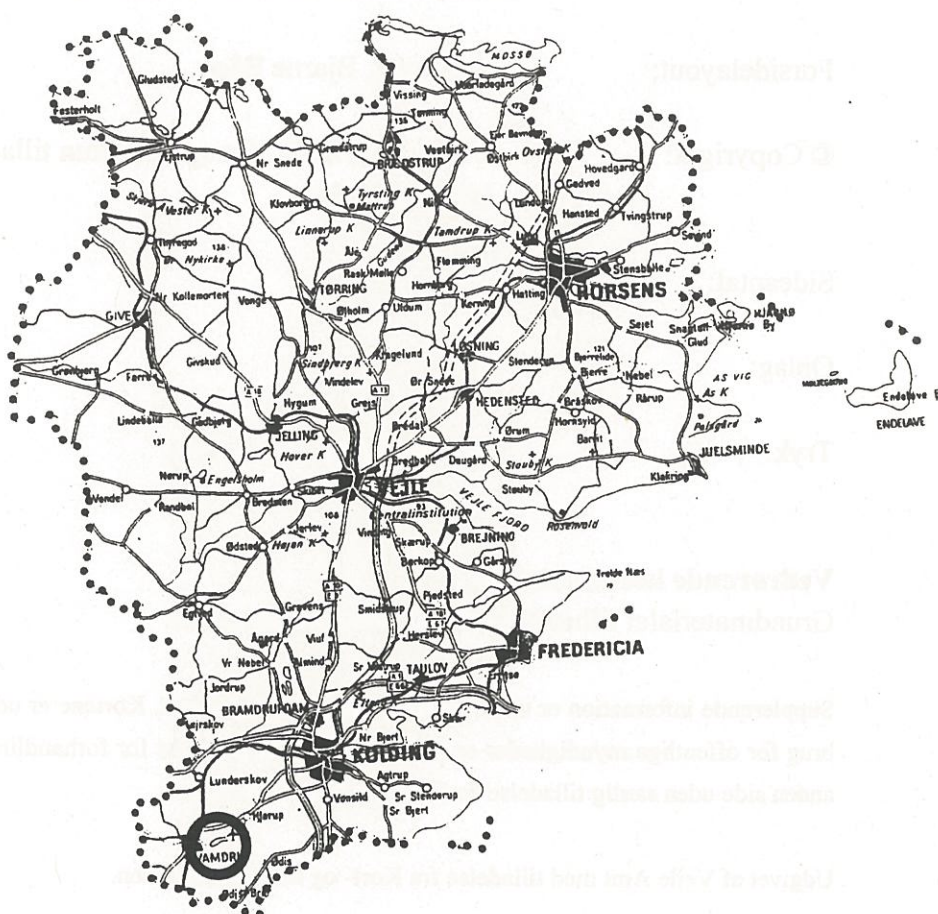
Eksemplar nr.: 4/4

VEJLE AMT
Teknik og Miljø



Overvågning af SØGÅRD SØ 2001

Næringssalte • Belastning • Biologi



Udgiver: Vejle Amt, Forvaltningen for Teknik og Miljø,
Damhaven 12, 7100 Vejle. Tlf. 75 83 53 33.

Udgivelsesår: 2002.

Titel: Overvågning af Søgård Sø, 2001.

Undertitel: Næringssalte, belastning, biologi.

Forfatter: Simon Grünfeld.

Emneord: Fosfor, kvælstof, belastning, fytoplankton,
zooplankton, fisk, søer, vandmiljøplan.

Forsidelayout: Bureau 2, Bjarne Bågø.

© Copyright: Vejle Amt, 2002. Gengivelse kun tilladt med tydelig
kildeangivelse.

Sideantal: 79.

Oplag: 85.

Tryk: Post og Print, Vejle Amt.

Vedrørende kortmateriale:

Grundmaterialet tilhører Kort- og Matrikelstyrelsen.

Supplerende information er udarbejdet og påført af Vejle Amt. Kortene er udelukkende til tjenstligt brug for offentlige myndigheder og må ikke gøres til genstand for forhandling eller distribuering til anden side uden særlig tilladelse fra Kort- og Matrikelstyrelsen.

Udgivet af Vejle Amt med tilladelse fra Kort- og Matrikelstyrelsen.

© Copyright: Kort- og Matrikelstyrelsen (1992/KD 86.1041).

ISBN: 87-7750-695-2.

Indholdsfortegnelse	Side
1. Indledning	5
2. Sø- og oplandsbeskrivelse	7
3. Klimatiske forhold	9
3.1 Temperatur og solindstråling	9
3.2 Nedbør og fordampning	10
4. Vand- og næringsstofftilførsel	13
4.1 Vandtilførsel og vandbalance	13
4.2 Kilder til næringsstofftilførslen.....	14
5. Stofbalance	19
6. Udviklingen i miljøtilstanden	23
6.1 Temperatur og ilt	24
6.2 Kvælstof	24
6.3 Fosfor.....	26
6.4 Øvrige vandkemiske parametre	28
6.5 Sigtdybde og klorofyl	28
6.6 Plante- og dyreplankton.....	30
6.7 Fisk	36
6.8 Undervandsplanter.....	38
7. Miljøfremmede stoffer og tungmetaller	39
8. Sediment	43
9. Det biologiske, fysiske og kemiske sammenspil	47
9.1 Fosfortilførsel og retention	47
9.2 Næringsstoffer og algebiomasse.....	48
9.3 Algebiomasse og sigtdybde.....	49
9.4 Plante- og dyreplankton.....	50
9.5 Udvikling i fiskebestand.....	51
9.6 Samlet vurdering.....	52
10. Miljøtilstand og fremtidig udvikling	53
10.1 Søtilstand og målsætning.....	53
10.2 Fremtidige tiltag	54
10.3 Konklusion	55
11. Sammenfatning og konklusion	57
12. Referenceliste	59
13. Bilag	61

1. Indledning

Det overordnede formål med søovervågningen er gennem en systematisk indsamling af data at vurdere søernes næringsstofftilførsel og miljøtilstand. Derudover at følge udviklingen med henblik på at øge vores viden om søers respons på ændret næringsstofftilførsel.

I forlængelse af ovenstående indgår Søgård Sø i Vejle Amt som en del af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for ferske vande i Danmark.

Denne rapport beskæftiger sig med resultater fra søen i perioden 1989-2001. Rapporten omhandler fysiske, kemiske og biologiske undersøgelser i søen, hvor hovedvægten er lagt på at belyse miljøtilstanden i 2001 i forhold til tidligere år. Rapporteringen er tilrettelagt efter retningslinjerne i Paragdim 2002 (Miljøstyrelsen, 2002).

Muligheden for opfyldelse af målsætningen, fremsat i Regionplan 1997 samt i forslaget til Vandområdeplan 2002, ved reduktion af næringsstofbelastningen er belyst.

Samtlige data er indberettet til Danmarks Miljøundersøgelser, hvor de vil indgå i den nationale rapportering af miljøtilstanden i danske søer.

2. Sø- og oplandsbeskrivelse

Søgård Sø er beliggende i Vamdrup Kommune i en lavning på en hedeslette, øverst i Kongeå-vandløbssystemet. Oplandet er på 22,5 km² og heraf er 90% intensivt dyrket. Dyretætheden i nærområdet er i størrelsesordenen 0,9 De pr. ha, hvilket er forholdsvis lavt. En opgørelse fra det centrale husdyrregister Foulum viser, at ca. 99% af næringsstofbelastningen fra husdyr stammer fra kvæg og svin. 132 ha af oplandet er udpeget som SFL-område, og på 10 ha er der indgået MVJ-aftaler. Amtet undersøger i øjeblikket endvidere muligheden for etablering af et 30 ha stort vådengsprojekt ved Hjarup Bæk.

Søbunden består af et sandlag, som stammer fra sand fra hedesletten. Sandlaget er overlejret af dynd, og under sandlaget ligger en tyk lerkappe. Søen ligger 10 m over grundvandsspejlet, som lerkappen forhindrer kontakt med. Søens vandforsyning kommer derfor udelukkende fra overfladisk afstrømning. Jordbundens sammensætning er gengivet i tabel 2.1.

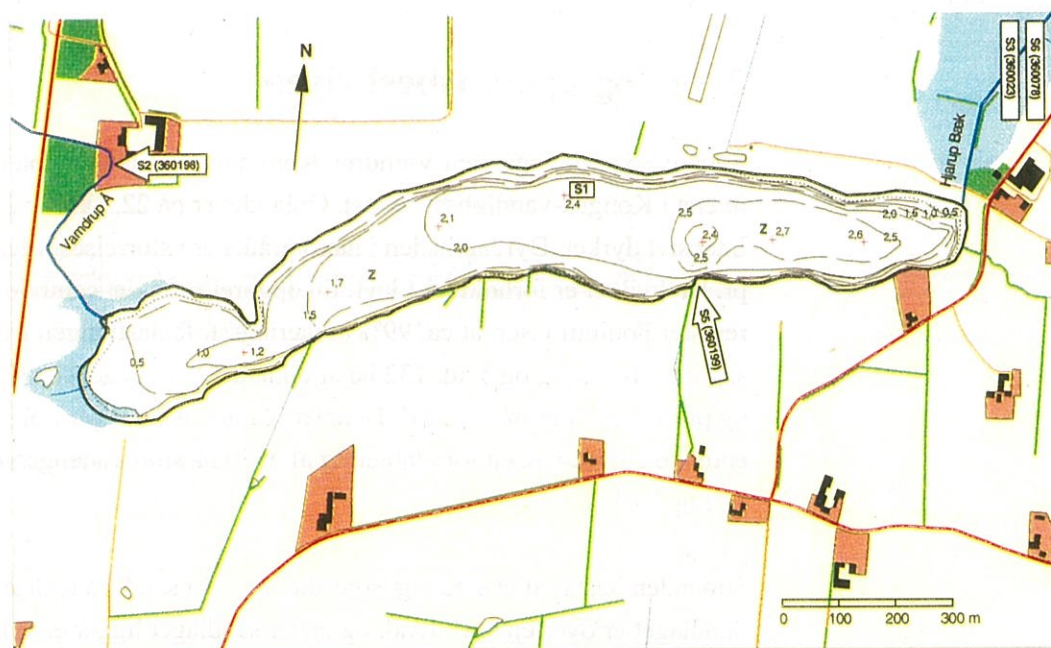
Jordbundstype 0 – 1 meters dybde	km ²	%
Grov lerbl. sandjord/fin lerbl. sandjord	8,83	39
Grov sandbl. lerjord/fin sandbl. lerjord	7,77	35
Lerjord	4,45	20
Uklassificeret	1,40	6

Tabel 2.1: Jordbundstype i oplandet til Søgård Sø.

Søen er lavvandet uden vegetation og meget eutrof. Den er stærkt belastet af næringsstoffer, og det biologiske system er meget ustabil. Søens morfometriske data fremgår af tabel 2.2, og dybdekurver og prøvetagningsstationernes placering er gengivet på figur 2.1.

Areal	267.225 m ²
Volumen	418.503 m ³
Gennemsnitsdybde	1,55 m
Største dybde	2,70 m
Omkreds	3.390 m
Vandets opholdstid	25 dage (år)
Areal af opland	22,46 km ²

Tabel 2.2: Morfometriske data og oplandsareal, Søgård Sø.



Figur 2.1: Søgård Sø med angivelse af dybdekurver og stationsnumre. S1 angiver stationen, hvor der indsamles vand- og planktonprøver. Z angiver de to sidste zooplanktonprøvestationer.

3. Klimatiske forhold

Variationer i klimatiske forhold kan direkte eller indirekte influere på søernes miljøtilstand. Temperatur, solindstråling, nedbør, fordampning og vind er de væsentligste klimatiske faktorer af betydning for søer og deres oplande. I dette afsnit beskrives kort de klimatiske forhold.

	Temperatur grader C	Indstråling timer	Nedbør mm	Fordampning mm
2001	7,4	1683	808	561
1989(94)-2000	8,0	1668	937	556

Tabel 3.1: Lokale klimatiske forhold i 2001 sammenlignet med perioden 1989-2000 for nedbør og fordampning og perioden 1994-2000 for temperatur og indstråling. Fordampningsdata fra hhv. 1999-2001 stammer fra st. Båstrup, mens der de øvrige år er anvendt værdier fra st. Vamdrup.

3.1 Temperatur og solindstråling

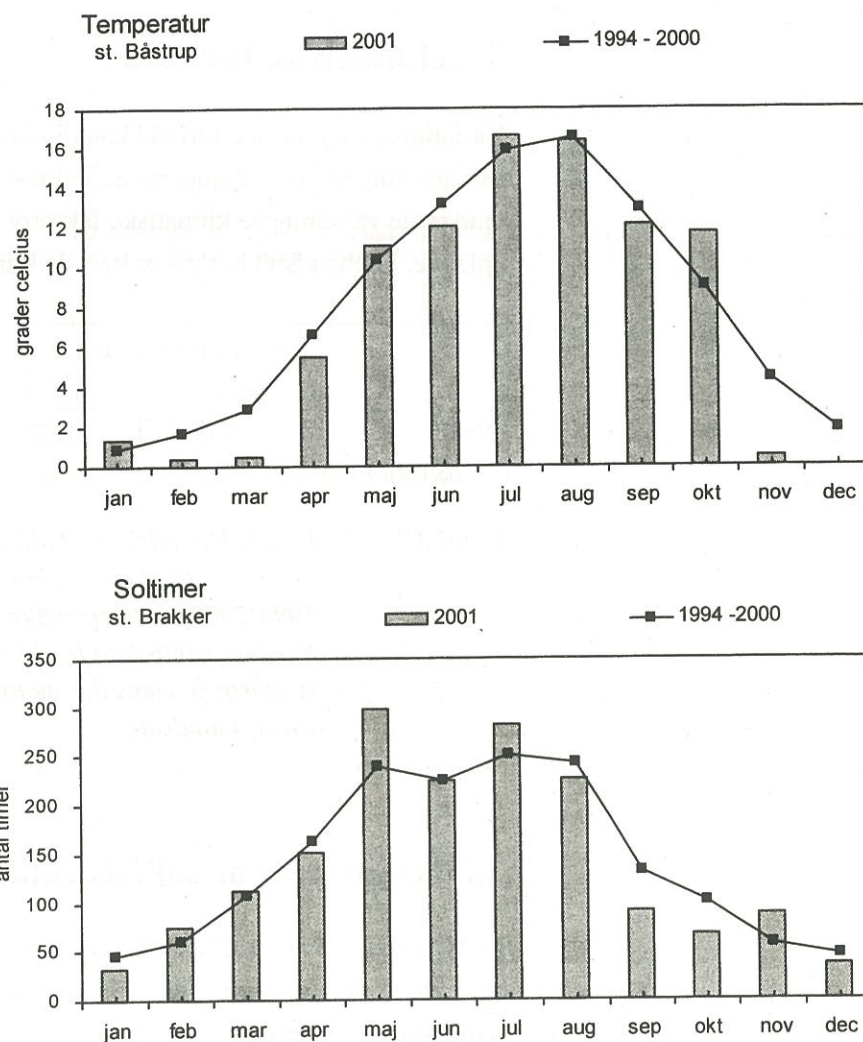
Lufttemperaturen og solindstrålingen har betydning for opvarmning af søvandet. Solindstrålingen har desuden betydning for plantevæksten. Indstråling angives i soltimer.

Lufttemperatur

Årsmiddeltemperaturen var 7,4° C i 2001 mod 8,0° C for perioden 1994-2000. Bortset fra sommermånederne lå temperaturen over middel for månederne i de foregående år. Især vintermånederne havde usædvanligt høje temperaturer og meget få dage med frost. I sommermånederne juni og september var middeltemperaturerne lavere end tidligere (figur 3.1.1).

Indstråling

I 2001 skinnede solen i 1683 timer, hvilket var lidt mere end perioden 1994-2000. Der var højere solindstråling end normalt i maj og juli, men resten af året lå på normalen eller under. I maj skinnede solen 59 timer mere end gennemsnittet for den forudgående periode.



Figur 3.1.1: Den lokale indstråling og lufttemperatur i 2001 sammenlignet med perioden 1994-2000.

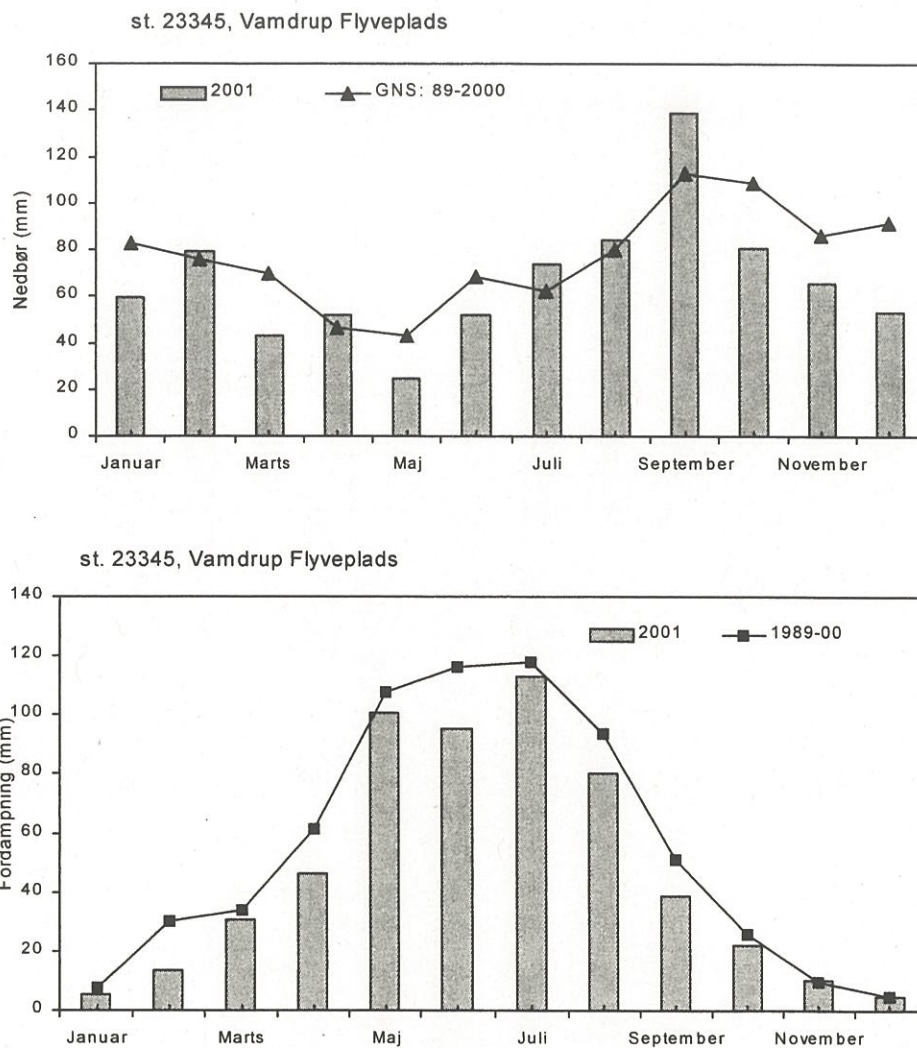
3.2 Nedbør og fordampning

Nedbør

Årsnedbøren på målestation Vamdrup var 808 mm, hvilket er mindre end gennemsnittet for 1989-2000, hvor der faldt 937 mm. Der faldt generelt mindre nedbør i vintermånederne i forhold til tidligere år, mens der faldt ekstremt meget mere nedbør i september, i alt 171 mm.

Fordampning

Fordampningsdata fra 2001 er vanskelige at sammenligne med den tidligere periode, idet der fra 2000 er benyttet data fra st. Båstrup, mens der tidligere blev benyttet data fra st. Bredsten. Fordampningen var med 556 mm relativ høj, hvilket primært skyldes den store indstråling i maj og juli måned (figur 3.2.1).



Figur 3.2.1: *Nedbør og fordampning på målestation Bredsten, beliggende i omegnen af Engelsholm Sø. Værdier for 2001 og gennemsnit af perioden 1989-99. Fordampningsdata fra hhv. 1999 - 2001 stammer dog fra st. Båstrup.*

Samlet vurdering
af 2001

År 2001 startede med en kold vinter og et varmt forår, med mange soltimer i maj. Sommeren var middel, mens oktober var rekordvarm og november-december var meget kolde. 2001 var nedbørsmæssigt sammenlignelig med perioden 1989 - 2000, men september var temmelig våd.

4. Vand- og næringsstofftilførsel

4.1 Vandtilførsel og vandbalance

Der er intet grundvandstilskud til Søgård Sø. Det kan ikke udelukkes, at der er et tab, men det anses for usandsynligt (Møller, 1995). Når der alligevel beregnes et grundvandsbidrag, er det af rent regnetekniske årsager, idet "grundvand" også indeholder bidraget fra den overfladenære afstrømning.

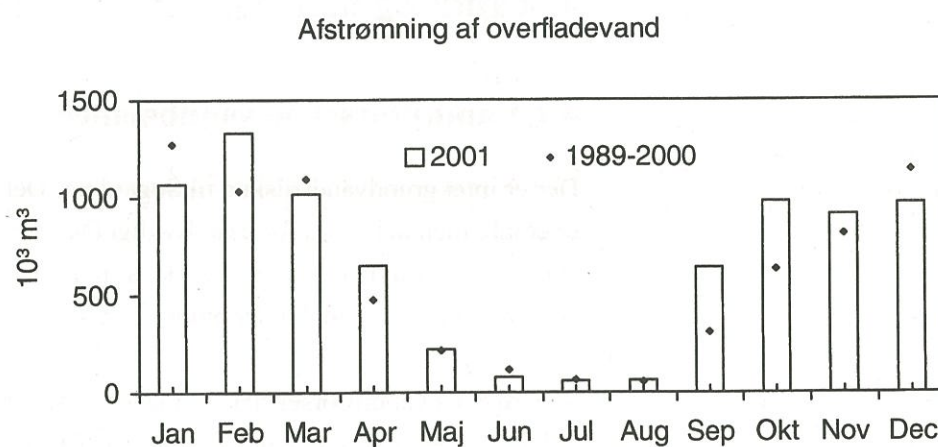
Søgård Sø's vandtilførsel stammer således helt fra nedbør og vandforbrug i oplandets bebyggelser. Vand fra oplandet føres primært til søen via Hjarup Bæk ved søens østende og det lille tilløb S5 (tabel 4.1.1). Derudover er der drænen til søen. Fraførslen af vand sker igennem Vamdrup Å ved søens vestende. Vandbalancen på månedsbasis for 2001 og på årsbasis for perioden 1989-2001 fremgår af bilag 4.3.

Søgård Sø 2001. 1000 m ³	Sommer	Året
Hjarup Bæk	829,2	6109,1
S5	12,2	994,3
Umålt tilløb	107,8	883,8
Nedbør	112,4	255,5
Grundvand tilført	138	434,9
I alt tilført	1308,5	8502,4
Afløb	977,6	7856,5
Fordampning	125,7	168,7
Grundvandstab	6,5	457
I alt fraført	1109,9	8482,2
Magasin	198,6	20,2
Opholdstid (år ⁻¹)	0,194	0,069

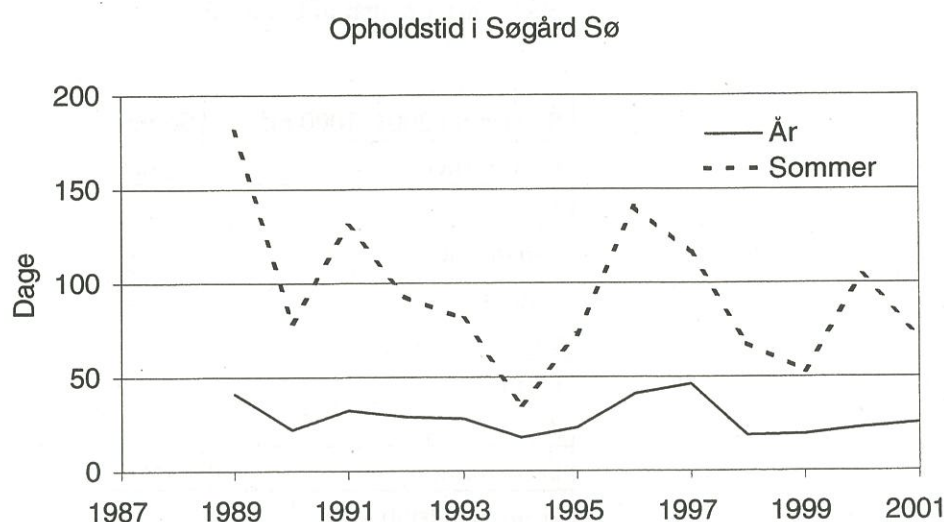
Tabel 4.1.1: Vandbalance for 2001 i Søgård Sø.

Nedbørsmængden i 2001 er 808 mm, hvilket giver en årlig vandtilførsel lidt under men tæt på normalen for perioden 1989-2000 (figur 4.1.1). Der er en relativ stor tilstrømning i efteråret, men til gengæld giver vinteren en lidt mindre vandtilførsel end normalt.

Vandtil- og fraførslen er næsten på niveau med normalen for perioden 1989-2000. Derfor er den beregnede opholdstid for hele år 2001 på 25 dage, hvilket kun er lidt under normalen (figur 4.1.2 og bilag 4.3). Den lavere afstrømning i sommerhalvåret resulterer dog i en sommer-opholdstid på 71 dage. Der er således en lille vandudskiftning hele sommeren, og det har betydning for søens næringsstofbalance (se næste afsnit).



Figur 4.1.1: Overfladeafstrømningen til Søgård Sø i perioden 1989-2000 sammenlignet med 2001.



Figur 4.1.2: Opholdstiden i Søgård Sø udregnet for sommerperioden og hele året, 1989-2001.

4.2 Kilder til næringsstofftilførslen

Kildeopsplitning

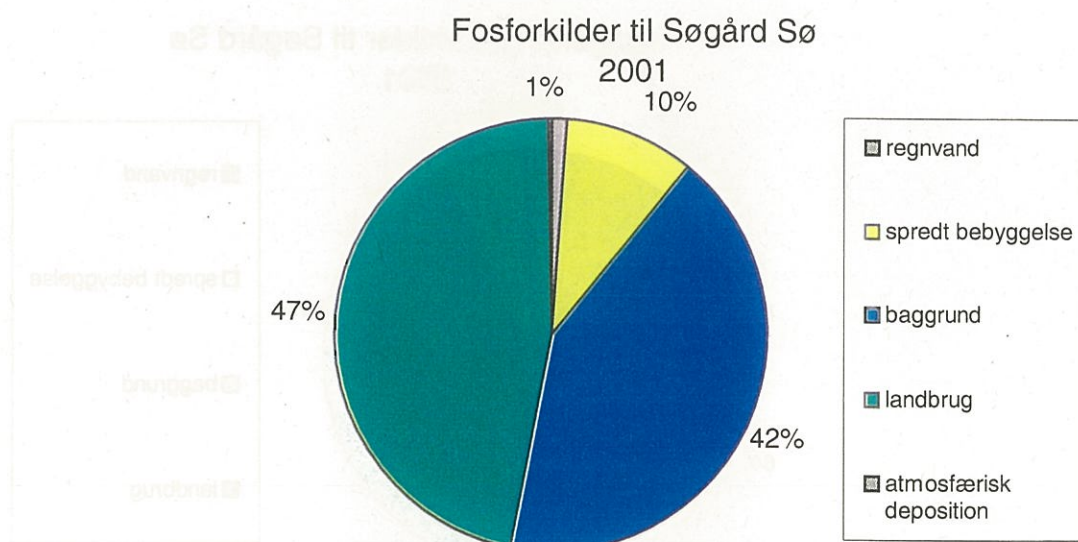
Søgård Sø modtager næringsstoffer via afstrømning fra oplandet, spildevand og atmosfærisk deposition (tabel 4.2.1). Bidraget fra oplandet omfatter afstrømning fra spredt bebyggelse, dyrkningsbidrag og et baggrundsbidrag, som svarer til det, der kommer fra et ubelastet opland. Der foretages stofmålinger i Hjarup Bæk, som leder hovedparten af alt vand og stof til Søgård Sø. Det meste af den samlede fosfor- og kvælstofstilførsel er derfor målt.

År 2001	Kvælstof	Fosfor
	ton/år	
regnvand	0,04	0,010
spredt bebyggelse	0,37	0,089
diffus, heraf	63,14	0,805
baggrund	10,38	0,383
landbrug	52,76	0,422
atmosfærisk deposition	0,47	0,003
Samlet tilførsel	64,02	0,907

Tabel 4.2.1: Kildeopdelt kvælstof- og fosforbidrag til Søgård Sø, 2001. Baggrundsbidraget er beregnet ud fra baggrundskoncentrationer på hhv. 1,30 mg tot-N/l og 0,048 mg tot-P/l.

Fosfor

Den samlede fosfortilførsel er i 2001 0,9 tons mod 1,2 tons/år for perioden 1989-2000 (bilag 4.2 og 5.2). Figur 4.2.1 viser den relative fordeling af kilderne til fosfor i 2001. Den største fosforkilde er, som ved tidligere undersøgelsesår, udvaskningen fra dyrkede arealer, men der er også et væsentligt bidrag fra naturen (baggrund). Spredt bebyggelse bidrager kun til 10% af fosfortilførslen i 2001, mens regnvand og atmosfærisk deposition bidrager med under 1%. Hjarup Renseanlæg blev lukket i juni 2000, og dermed er alt spildevand nu afskåret fra Søgård Sø. Det bør dog nævnes, at en utæt gyllebeholder har tilført Hjarup Bæk og dermed potentielt Søgård Sø mellem 40 og 200 kubikmeter gylle med et stort indhold af fosfor i december 2001. Denne tilledning er ikke blevet registreret.

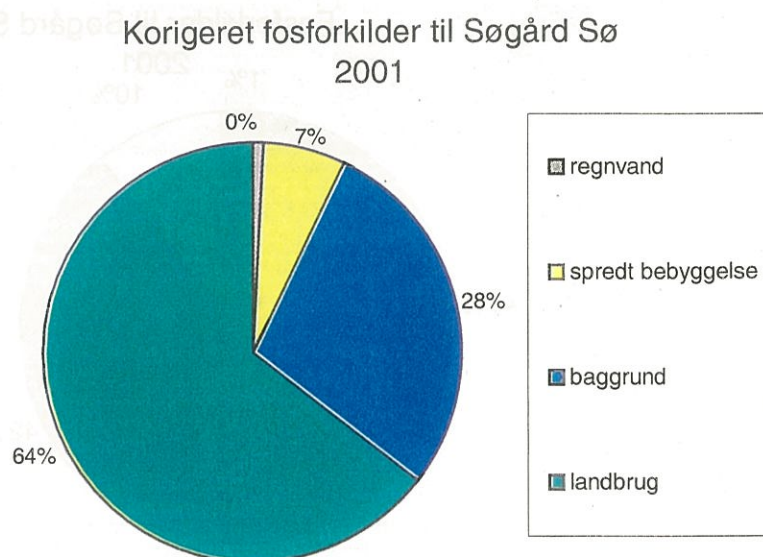


Figur 4.2.1: Relativ fordeling af fosforkilderne til Søgård Sø i 2001.

Bidraget fra landbruget beregnes som forskellen mellem den totale tilførsel og summen af de øvrige kilder. Det er usikkert hvor meget af den diffuse afstrømning til søen, der egentlig stammer fra dyrkede arealer. Det skyldes hovedsageligt tre forhold.

Det ene forhold er usikkerheden ved beregningen af udledning fra spredt bebyggelse. Der er stor forskel på hvor meget fosfor, der når frem til søen i tørre og våde år, fordi husstandene, der har udledning i oplandet til Søgård Sø, for de flestes vedkommende har mekanisk rensning med markdræn. Der tilbageholdes varierende mængde fosfor i dræne alt afhængig af vandafstrømning, jordbundsforhold, rørlængde og drænrørstype m.v. For det andet er der usikkerhed ved den anvendte koncentration til beregning af baggrundsbidraget. Den største usikkerhed findes dog nok i beregningen af vand- og stoftransporten. Den normale prøvetagning underestimerer skønsmæssigt stoftransporten af fosfor med 30-70%, og det resulterer i et fejlagtigt lavt bidrag fra dyrkede arealer (Grünfeld, 2001). Skønnet er baseret på de sidste 5 års intensive målinger i Fløjbjerg Bæk samt en række landsdækkende undersøgelser (Bøgestrand, 2000), hvor normal prøvetagning og intensiv prøvetagning er sammenlignet.

Hvis fosfortransporten korrigeres for 50% underestimering, ser den relative fordeling i 2001 ud som på figur 4.2.2. Andelen af fosfor fra dyrkede arealer er nu oppe på 64%, mens naturen kun bidrager med 28%. Korrigeres data fra de tidligere års stoftransport (ikke afbilledet), står det endnu mere klart, at bidraget fra dyrkede arealer er den væsentligste fosforkilde til Søgård Sø.



Figur 4.2.2: Relativ fordeling af fosforkilderne til Søgård Sø i 2001. Stoftransporten er korrigeret for 50% underestimering.

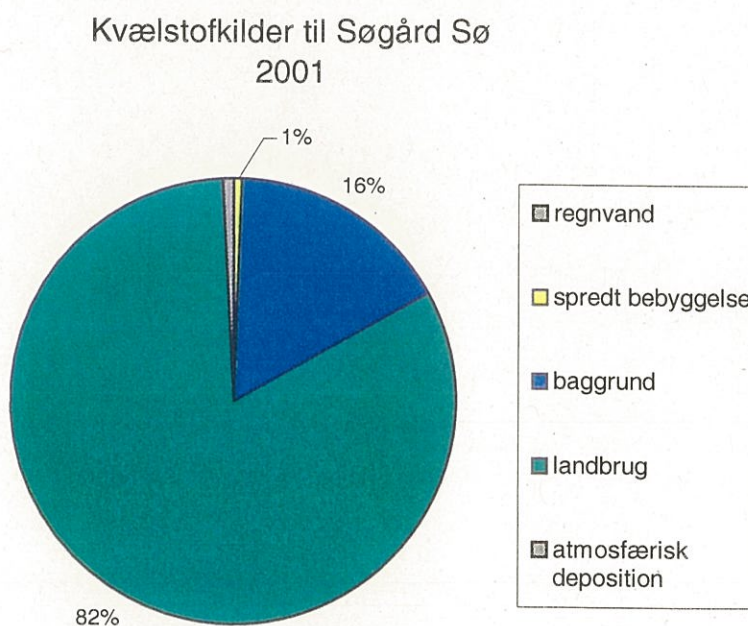
Kvælstof

Den samlede kvælstoftilførsel er i 2001 64 tons mod 81 tons/år for perioden 1989-2000 (bilag 5.1). Figur 4.2.3 viser den relative fordeling af kilderne til kvælstof i 2001. For kvælstofs vedkommende dominerer det dyrkningsbetingede bidrag fuldstændigt. Naturen bidrager med 16%, men ellers kommer resten stort set fra dyrkede marker.

Udvikling i nærings-tilførslen

Bidraget fra renseanlæg er som den eneste af næringsstofkilderne faldet siden 1989 (bilag 4.2). Bidraget fra de to væsentligste kilder, dyrkningsbidrag og naturbidrag, varierer meget igennem årene og er primært styret af vandafstrømningen (se næste afsnit).

Udviklingen i bidraget fra renseanlæg hænger sammen med en forbedret rensning og nedlæggelse af Møllevang Renseanlæg i efteråret 1997 og nedlæggelse af Hjarup Renseanlæg i 2000. Nedlæggelse af Møllevang Renseanlæg giver en synlig reduktion i kvælstofbidraget, mens det primært er indførelse af fosforfældning på Hjarup Renseanlæg først i 90'erne, der giver den store reduktion i fosforbidraget. Der er tidligere gentagne gange observeret slamflugt fra Hjarup Renseanlæg (Marsbøll, 1999). Senest i 1999, hvor en slamflugthændelse, der ved en tilfældighed faldt sammen med en prøvetagning, resulterede i den hidtil største estimerede fosforbelastning af Søgård Sø. I juni 2000 blev renseanlægget nedlagt, og dermed blev en vigtig pulsudledning stoppet.



Figur 4.2.3: Relativ fordeling af kvælstofkilderne til Søgård Sø i 2001.

Konklusion

De sidste 13 års målinger af kvælstof viser ingen effekt af Vandmiljøplanen, og på trods af redueringen af fosfor fra spildevand er den samlede tilførsel af fosfor heller ikke faldet siden 1989. Bidraget fra dyrkede arealer er den væsentligste fosfor- og kvælstofkilde til Søgård Sø, og det er heller ikke faldet i overvågningsperioden.

5. Stofbalance

Fosfor

Års- og sommerbalancen for fosfor er angivet i tabel 5.1. Detaljerede balancer på månedsbasis findes i bilag 5.2.

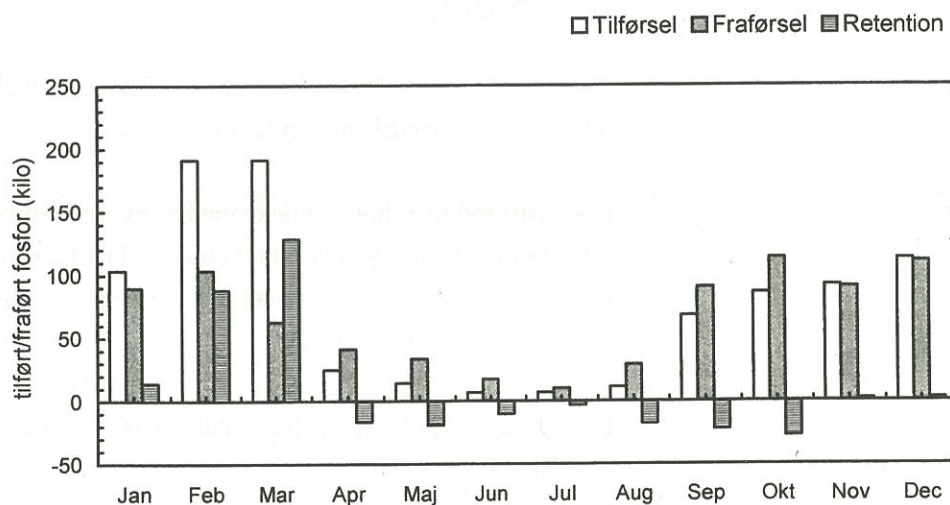
Fosfortilførslen er højest i de måneder, hvor vandtilførslen er højest, hvilket vil sige efterår og specielt vinter (figur 5.1). Om sommeren er tilførslen lav, og søen aflaster fosfor. Set over året tilbageholder Søgård Sø dog fosfor i størrelsen 8% af tilførslen.

Fosfor stiger ligefremt proportionalt ($p < 0,05$) med vandtilførslen til Søgård Sø. Da 2001 er et "normalt afstrømningsår", bliver fosfortilførslen til Søgård Sø derfor tæt på gennemsnittet for overvågningsperioden, 1989-2000 (figur 5.2). Tilførslen af fosfor er 40% mindre end i 2000 og under en tredjedel af tilførslen i rekordåret 1999, hvor en slamflughændelse fra det nu lukkede renseanlæg tilfældigvis blev registreret. Det bør dog nævnes, at en utæt gyllebeholder har tilført Hjarup Bæk og dermed potentielt Søgård Sø mellem 40 og 200 kubikmeter gylle med et stort indhold af fosfor i december 2001. Denne tilledning er ikke blevet registreret.

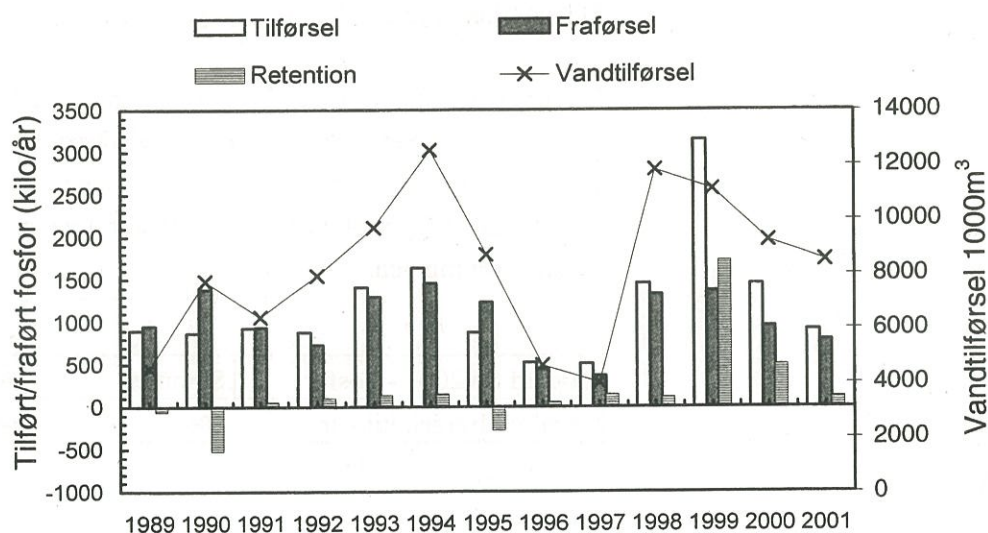
Der er en nettofrigivelse af fosfor om sommeren, hvilket forekommer hvert år i Søgård Sø. Set over hele året tilføres der dog mere fosfor, end der frigives. Kun i 1990 og 1995 var retentionen negativ i Søgård Sø. Retentionen følger totaltilførslen af fosfor, og den varierer som nævnt med vandafstrømningen.

Søgård Sø 2001 - Fosfor	Sommer	Året
Samlet tilførsel, kilo/år	106	907
Samlet fraførsel, kilo/år	180	791
Magasinering	94,3	-7,8
Retention	-167	124
Retention i %	-118	12,7
Indløbskonc. mg/l	0,015	0,121
Udløbskonc. mg/l	0,021	0,093

Tabel 5.1: Fosforbalancen for Søgård Sø, 2001.



Figur 5.1: Månedsbalance for fosfor i Søgård Sø, 2001.



Figur 5.2: Massebalance for fosfor i Søgård Sø, 1989-2001.

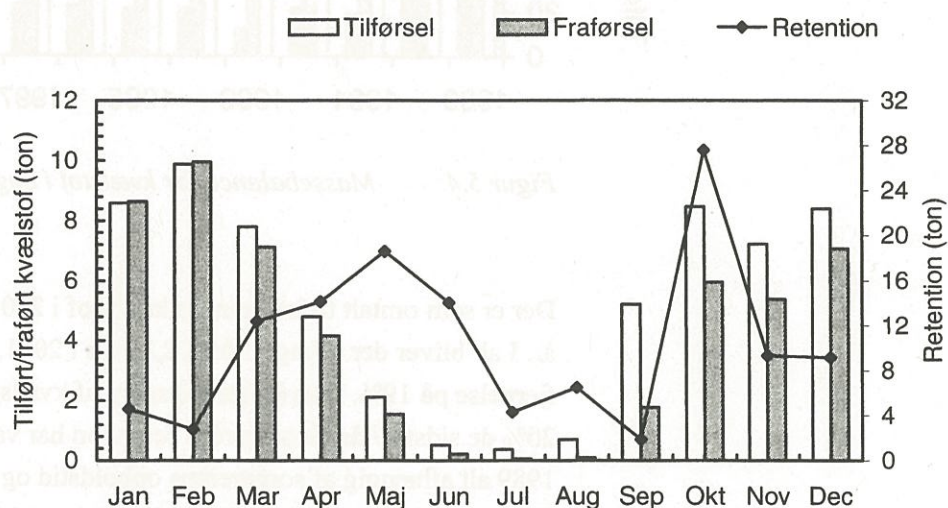
Kvælstof

Års- og sommerbalancen for kvælstof er angivet i tabel 5.2. Detaljerede balancer på månedsbasis findes i bilag 5.1.

Kvælstofstilførslen er højest i de måneder, hvor vandtilførslen er højest, hvilket vil sige efterår og vinter (figur 5.3). Om foråret og sommeren er tilførslen og fraførsel meget lav, men retentionen relativ høj, da kvælstofomsætningen er højest i de varme måneder.

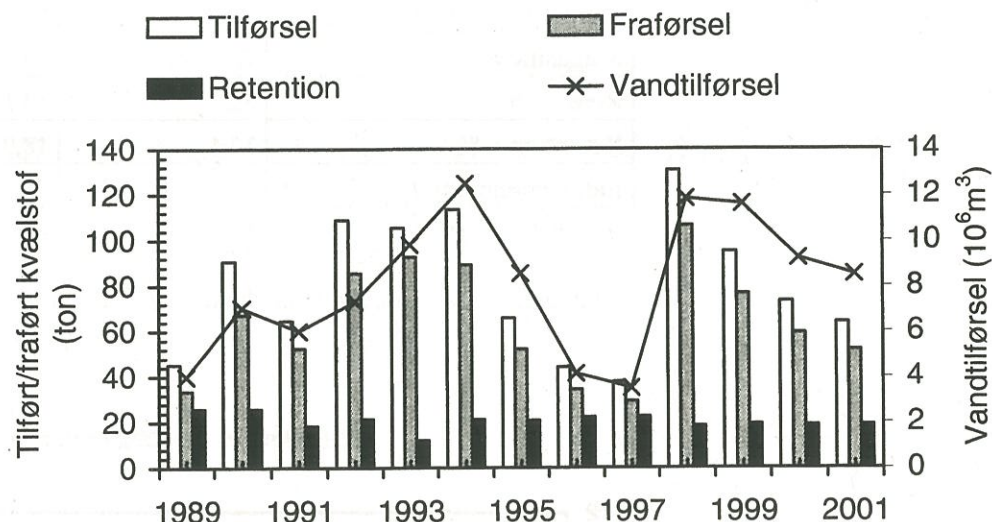
Søgård Sø 2001. Kvælstof	Sommer	Året
Samlet tilførsel, tons/år	8,9	64,0
Samlet fraførsel, tons/år	3,7	51,9
Magasinering	7,0	- 4,1
Retention	5,2	12,1
Retention i %	37,4	18,0
Indløbskonc. mg/l	11,7	6,6
Udløbskonc. mg/l	5,7	6,1

Tabel 5.2: Års- og sommerbalance for kvælstof i Søgård Sø, 2001.



Figur 5.3: Månedsbalance for kvælstof i Søgård Sø, 2001.

Kvælstoftilførslen stiger ligefremt proportionalt med vandtilførslen ($p < 0,05$) til Søgård Sø. Da 2001 er et "normalt afstrømningsår", bliver kvælstoftilførslen til Søgård Sø derfor tæt på gennemsnittet for overvågningsperioden, 1989-2000 (figur 5.4). Tilførslen af kvælstof har været signifikant faldende de sidste 4 år, men det hænger primært sammen udviklingen i vandtilførslen, og tilførslen har tidligere været mindre end i 2001. Der er derfor ingen signifikant udvikling i kvælstoftilførslen i overvågningsperioden, og der kan således ikke spores en effekt af Vandmiljøplanen.



Figur 5.4: Massebalance for kvælstof i Søgård Sø, 1989-2001.

Der er som omtalt tilført mindre kvælstof i 2001 end de forudgående 3 våde år. I alt bliver der tilbageholdt 12,1 tons i 2001, svarende til en relativ fjernelse på 19%. Den årlige retention af kvælstof har ligget stabilt på ca. 20% de sidste 7 år. Sommerens retention har varieret fra 40 til 80% siden 1989 alt afhængig af sommerens opholdstid og mængden af tilført kvælstof (Marsbøll, 1999), men i 2001 er den nede på 35%. Det relativt store vandskifte (lille opholdstid) og en formodet bakteriel kvælstofbegrænsning sidst på sommeren (figur 5.3) i sommeren 2001 kan have været medvirkende til, at sommerretentionen og den årlige retention er lav i 2001.

Sammenfattende ses Søgård Sø at have en stor tilbageholdelseskapacitet overfor kvælstof. I tørre år er sommerens opholdstid lang, hvilket fremmer tilbageholdelsen, og i våde år modtager søen ganske vist store mængder kvælstof, men også det virker fremmende på kvælstoftilbageholdelsen. Det er stadig vandtilførslen, der bestemmer kvælstoftransporten, og der kan ikke spores en effekt af Vandmiljøplanen.

6. Udviklingen i miljøtilstanden

I følgende afsnit er miljøtilstanden i Søgård Sø for år 2001 beskrevet. Samtidig er udviklingen i miljøtilstanden i Søgård Sø vurderet ud fra ændringer i de fysiske og kemiske forhold i søen, 1989-2001. Bilag 6.1 og 6.2 indeholder vandkemiske data for 2001 samt sommer- og årsmiddelværdier for alle årene, 1989-2001. Til test af tidsmæssige udviklinger anvendes lineær regression på de beregnede middelværdier, og der testes for, om der siden 1989 har været en statistisk sikker ændring (tabel 6.1).

2001	Enhed	Middelværdier		Udvikling	
		Sommer	År	Sommer	År
Sigt	m	0,59	0,78	++	+
pH		8,63	7,88		-
klorofyl	mg/l	0,09	0,05	--	---
Total-fosfor	mg/l	0,29	0,17	--	--
Filt. Uorg. Fosfor	mg/l	0,10	0,06	-	
Total-kvælstof	mg/l	2,81	5,18		
Ammonium	mg/l	0,07	0,06		
Nitrit-nitrat-N	mg/l	1,29	4,26		
Siliciumdioxid	mg/l	4,98	5,52		
Total-jern	mg/l	0,38	0,28		
Alkal.	meq/l	2,39	2,57		
Susp. Stof	mg/l	23,9	15,5	---	---
Gløde-tab	mg/l	14,3	8,76	---	---
COD	mg/l	18,0	10,6	-	--
Algeplankton	Mg VV/l	12,5		-	-
Dyreplankton	Mg TV/l	1,77			
Fiskeyngel	Antal/m ³			?	?
Littoralen		3,11			
Pelagiet		1,73			

Tabel 6.1: Tidsvægtede års- og sommergennemsnit af vandkemiske, fysiske og biologiske parametre, Søgård Sø 2001. -/+, --/++ og ---/+++ svarer til reduktion/forøgelse på henholdsvis 5, 1 og 0,1 signifikansniveau indenfor perioden 1989-2001. Der sættes ? ved manglende data.

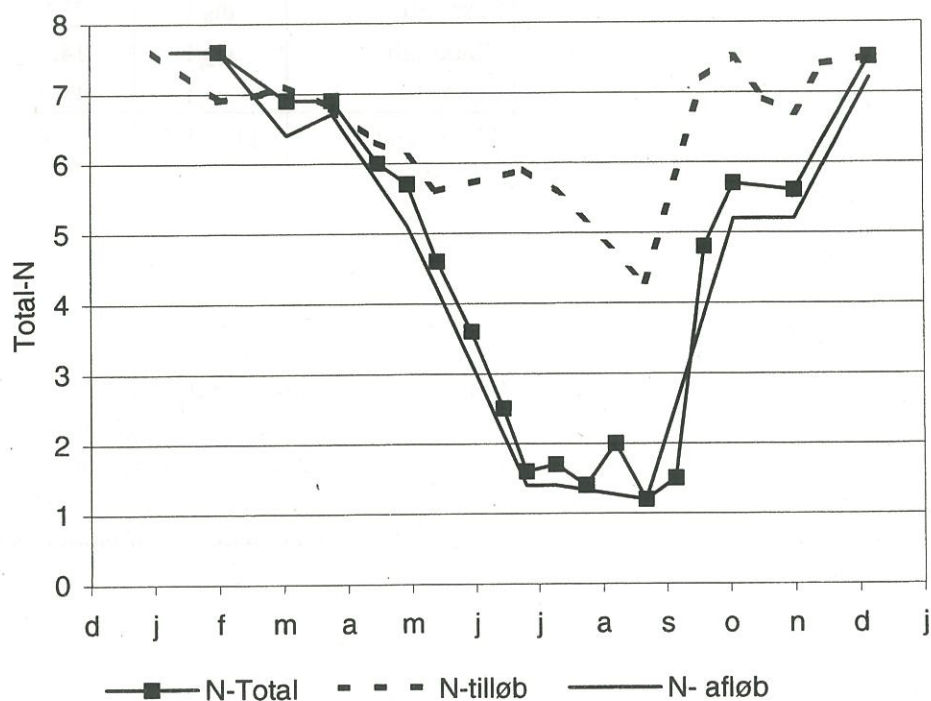
6.1 Temperatur og ilt

Der er total opblanding af vandmasserne ved alle prøvetagninger i 2001. Både temperatur- og iltprofilerne viste ingen udvikling med dybden, hvilket er forventeligt for en lavvandet og vindeksponerede sø som Søgård Sø. De 4 perioder med springlag, der blev påvist i 2000, var altså ikke at genfinde i 2001. Temperaturen i Søgård Sø varierede fra 22 °C i juli til 3 °C i december, og der var over 90% iltmætning ved alle prøvetagninger.

6.2 Kvælstof

Den målte søvandskoncentration af totalkvælstof er gengivet på figur 6.2.1 sammen med den vandføringsvægtede koncentration i hhv. af- og tilløb i 2001.

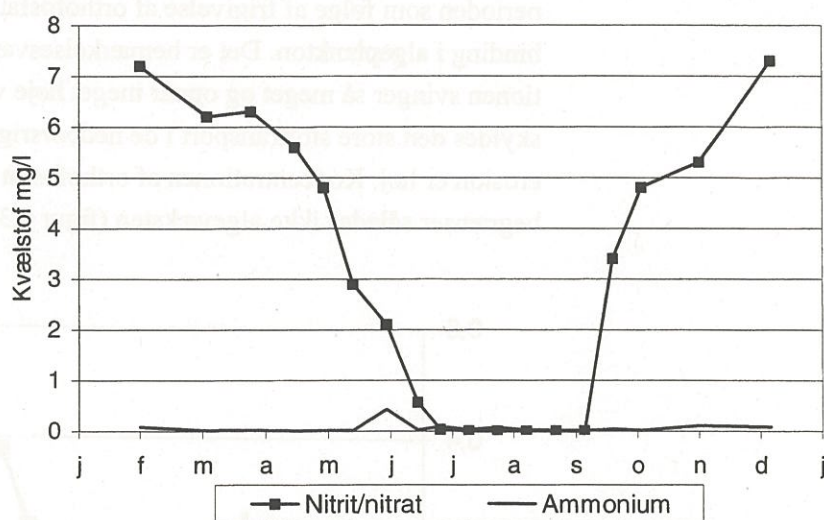
Sø- og afløbskoncentrationerne er stort set sammenfaldende, hvilket skyldes, at søvandet næsten er totalt opblandet hele året. Tilløbskoncentrationerne er næsten sammenfaldende med søkoncentrationen uden for vækstsæsonen, men er meget højere i sommersæsonen samt hen på efteråret. De højeste koncentrationer af kvælstof i søen optræder i vintermånederne, mens koncentrationen hen mod sommeren falder i takt med, at nitrat optages i planteplankton og/eller fjernes ved denitrifikation. Stoftransporten af kvælstof falder samtidigt i denne periode, og sommerkoncentrationen af totalkvælstof når et minimum.



Figur 6.2.1: Koncentrationen af totalkvælstof (mg/l) i hhv. søvandet (målt), til- og afløb (begge vandføringsvægtede) i 2001, Søgård Sø.

Koncentrationen af uorganisk kvælstof (figur 6.2.2) kommer langt ned og kan være begrænsende for algevæksten midt på sommeren. Koncentrationen af nitrit og nitrat falder fra 7 mg/l i februar til et niveau under detektionsgrænsen (<0,002 mg/l) fra midt i juli til midt i september. I slutningen af september begynder koncentrationen igen at stige mod vinterens høje niveau.

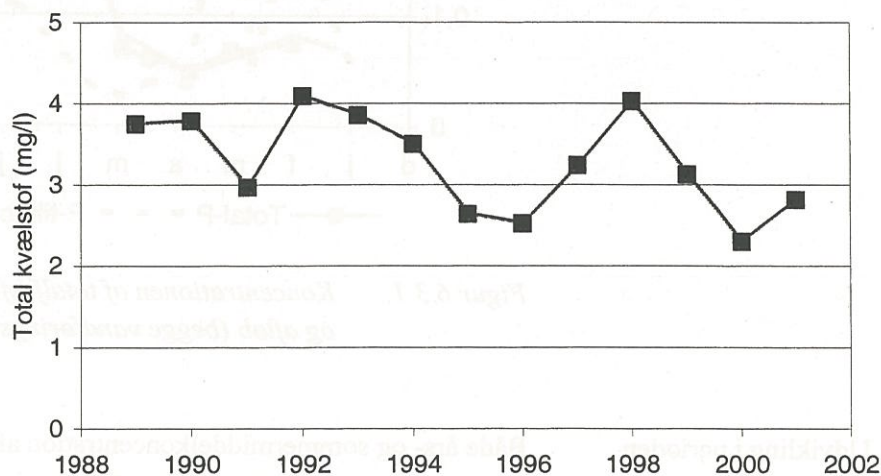
Ammoniumkoncentrationen falder fra vintermaksimum på 0,1 mg/l i februar til et minimum om foråret. Herefter stiger koncentrationen voldsomt i juni måned, hvorefter den igen falder til et lavt niveau indtil ultimo oktober, hvorefter den stiger igen. Det store maksimum i juni kan skyldes, at søen forinden prøvetagningen har været lagdelt, men der er altså ikke registreret nogen lagdeling.



Figur 6.2.2: Koncentrationen af uorganiske kvælstof i Søgård Sø, 2001.

Udvikling i perioden
1989-2001

Indholdet af kvælstof i sommerperioden er i 2001 lidt højere end i 2000 men lavere end gennemsnittet for perioden 1989 til 2001 (figur 6.2.3).

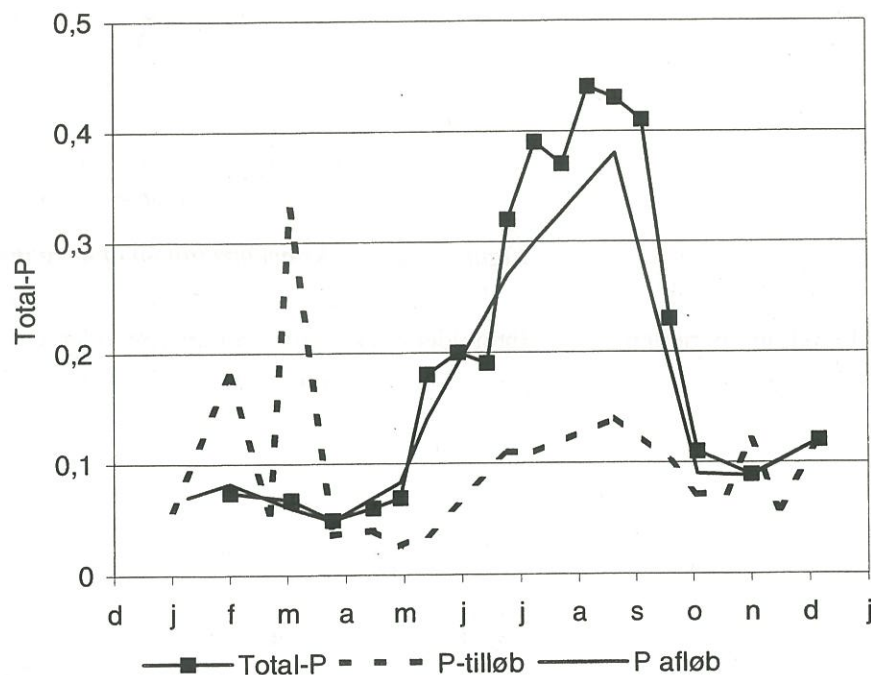


Figur 6.2.3: Udviklingen af sommermiddelkoncentration af Total-N, Søgård Sø 1989-2001. Der er ikke sket nogen signifikant udvikling igennem overvågningsperioden.

Års- og sommermiddelkoncentrationerne varierer lidt gennem årene, og på trods af den lavere koncentration af Total- N i 2000 og 2001 er der ikke et signifikant fald i perioden, 1989-2001. Der er heller ikke nogen udvikling i uorganisk kvælstof.

6.3 Fosfor

Den målte søvandskoncentration af totalfosfor er gengivet på figur 6.3.1 sammen med den vandføringsvægtede koncentration i hhv. af- og tilløb i 2001. Koncentrationen af fosfor i søvandet er næsten sammenfaldende med koncentrationerne i afløbet, hvilket skyldes, at søvandet er totalt opblandet hele året (figur 6.3.1). Koncentrationen af fosfor i søen er højest i sommerperioden som følge af frigivelse af orthofosfat fra søbunden og efterfølgende binding i algeplankton. Det er bemærkelsesværdigt, at indløbskoncentrationen svinger så meget og opnår meget høje værdier i det tidlige forår. Det skyldes den store stoftransport i de nedbørsrige måneder, hvor faren for erosion er høj. Koncentrationen af orthofosfat er høj hele sommeren og begrænser således ikke algevæksten (figur 6.3.2).

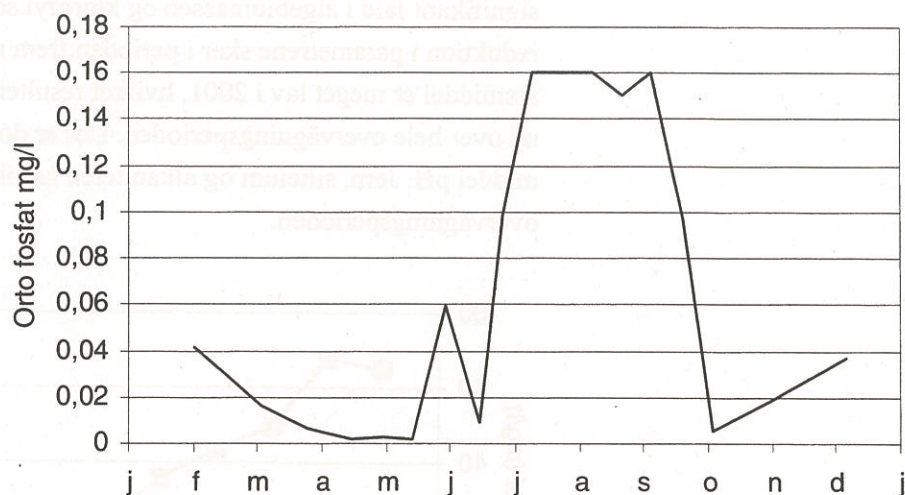


Figur 6.3.1: Koncentrationen af totalfosfor i hhv. søvandet (målt), tilløb og afløb (begge vandføringsvægtede) i 2001, Søgård Sø.

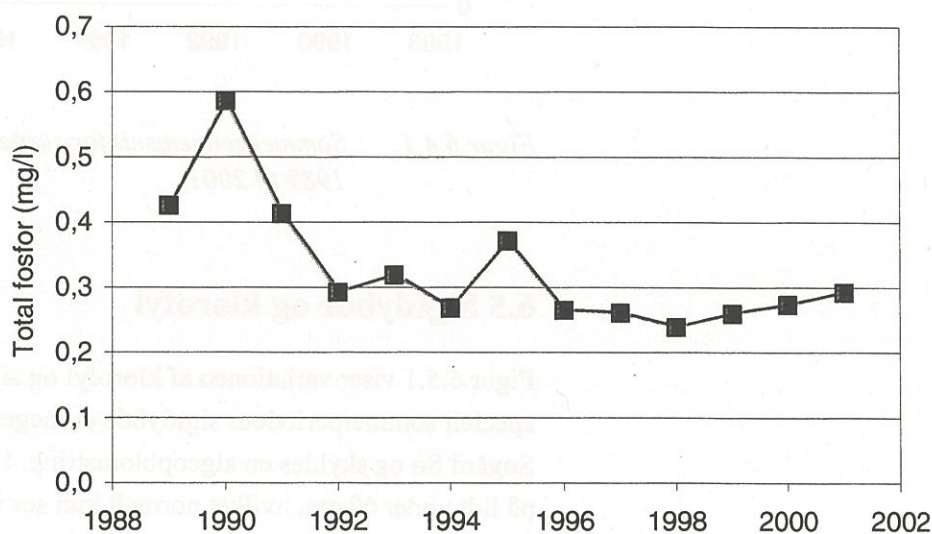
Udvikling i perioden
1989-2001

Både års- og sommermiddelkoncentration af totalfosfor ligger rimeligt konstant siden 1992 (figur 6.3.2). Niveaueet af totalfosfor er dog næsten halveret, siden overvågningen startede i 1989, og redueringen er signifikant ($p=0,004$).

Søen har imidlertid stadig en høj koncentration af totalfosfor, og med et sommergennemsnit på 0,3 mg/l ligger Søgård Sø indenfor 75% kvartilen for alle overvågningssøerne.



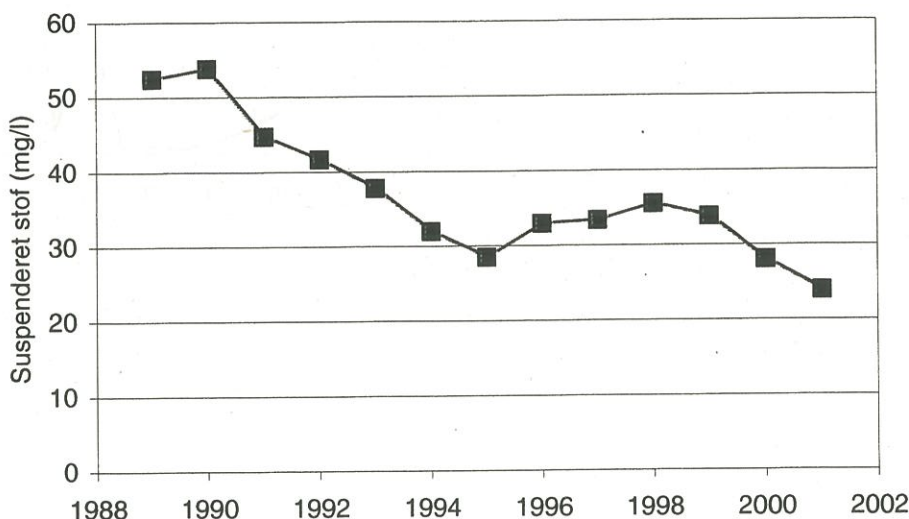
Figur 6.3.2: Koncentrationen af ortofosfat i Søgård Sø, 2001.



Figur 6.3.3: Udviklingen af sommermiddelkoncentration af totalfosfor, Søgård Sø 1989-2001. Der er sket en signifikant ($p=0,004$) udvikling igennem overvågningsperioden.

6.4 Øvrige vandkemiske parametre

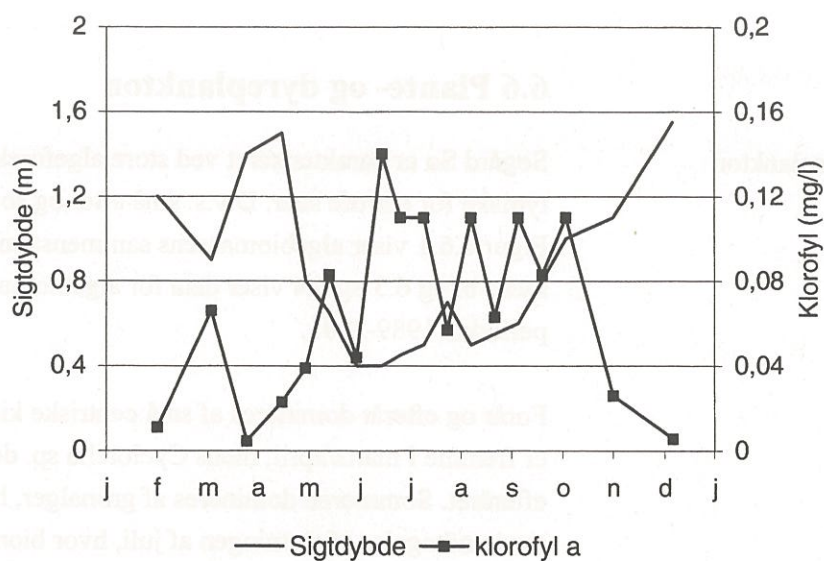
Af øvrige parametre har suspenderet stof (figur 6.4.1) og glødetab vist en signifikant reduktion siden 1989. Reduktionen falder sammen med et signifikant fald i algebiomassen og klorofyl samt COD. Den mest markante reduktion i parametrene sker i perioden frem mod 1995. pH beregnet som årsmiddel er meget lav i 2001, hvilket resulterer i et signifikant fald i pH set ud over hele overvågningsperioden. Der er dog ingen tendens i sommermiddel pH. Jern, silicium og alkaniteten har ikke ændret sig signifikant i overvågningsperioden.



Figur 6.4.1: Sommergennemsnit for suspenderet stof i Søgård Sø fra 1989 til 2001.

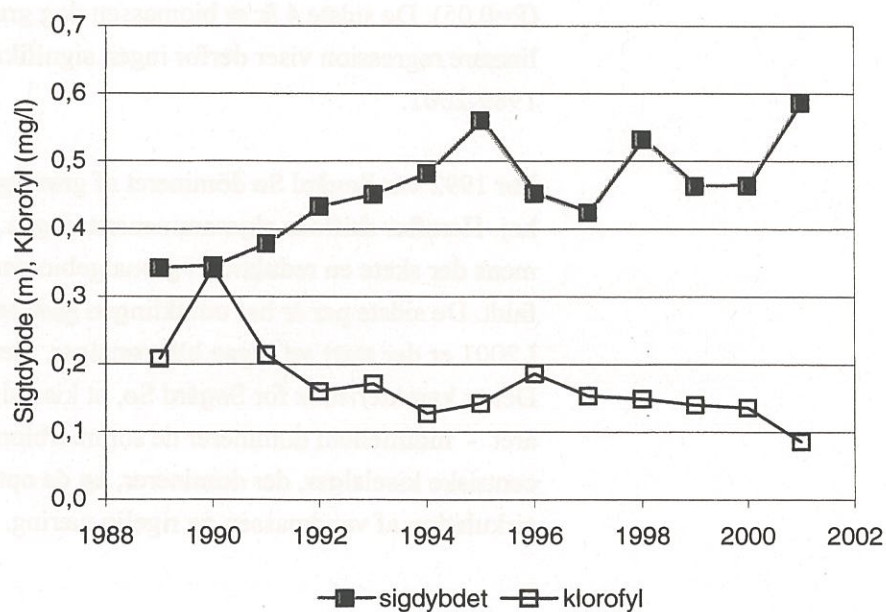
6.5 Sigtdybde og klorofyl

Figur 6.5.1 viser variationen af klorofyl og sigtdybden i år 2001. Det ses, at specielt sommerperiodens sigtdybde er meget ringe, hvilket er typisk for Søgård Sø og skyldes en algeopblomstring. I 2001 er sommergennemsnittet på lidt under 60 cm, hvilket normalt kun ses i meget eutrofe søer. Det er dog den bedste sigtdybde, der er registreret siden 1989, men stadig under 25% kvartilen for de øvrige overvågningssøer. Siden 1989 har sommersigtdybden udviklet sig signifikant ($p=0,002$), men der er tale om en meget beskeden udvikling, idet sigtdybden i bedste fald kun er forbedret med ca. 20 cm i perioden (figur 6.5.2).



Figur 6.5.1: Sæsonvariationen for sigtdybde og klorofyl a i Søgård Sø, 2001.

Sæsonvariationen af klorofylkoncentrationen viser stort set den modsatte variation af sigtdybden (figur 6.5.1). Relativt høje værdier hele forårs- og sommerperioden og herefter et brat fald hen imod efteråret.



Figur 6.5.2: Udviklingen i sommerens gennemsnitlige sigtdybde og klorofyl a, Søgård Sø 1989-2001.

Klorofylkoncentrationen er faldet signifikant siden 1989, og i 2001 er koncentrationen den laveste siden 1989 (figur 6.5.2). Søgård Sø må dog stadig betegnes som en sø med mange alger, og den er stadig over 75% kvartilen for klorofyl i alle overvågningssøerne.

6.6 Plante- og dyreplankton

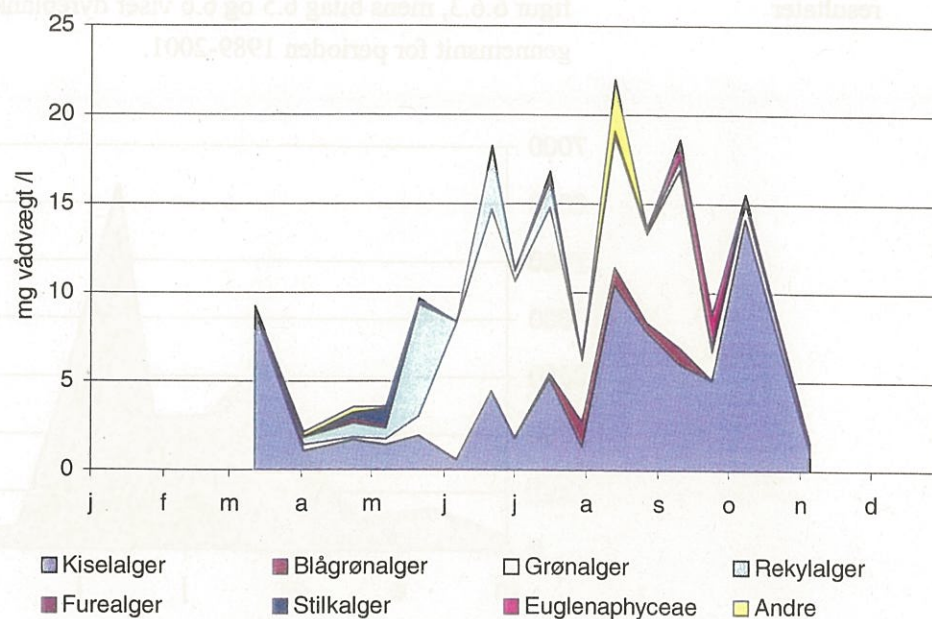
Planteplankton

Søgård Sø er karakteriseret ved store algeforekomster, sammensat af arter typiske for eutrofe søer. D.v.s. små arter og sommerdominans af grønalger. Figur 6.6.1 viser algebiomassens sammensætning i 2001 på gruppeniveau, mens bilag 6.3 og 6.4 viser data for algebiomassen i 2001 og gennemsnit for perioden 1989-2001.

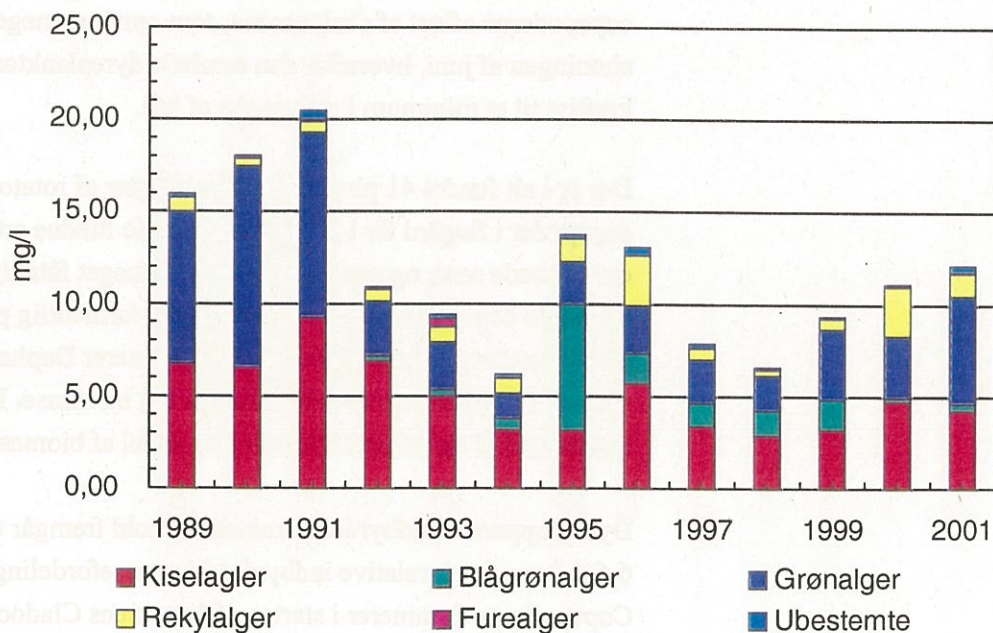
Forår og efterår domineres af små centriske kiselalger, hvor *Stephanodiscus* er fremme i marts/april, mens *Cyclotella* sp. dominerer maj, juli og hele efteråret. Sommeren domineres af grønalger, hvor biomassen er konstant høj med undtagelse af slutningen af juli, hvor biomassen kortvarigt mere end halveres. Umiddelbart herefter stiger den totale biomasse og når et årsmaksimum midt i august. Den store efterårsopblomstring domineres af *cyclotella* og forskellige grønalger.

Siden 1989 har der været et lille men ikke signifikant fald i den gennemsnitlige algebiomasse (figur 6.6.2). Årsagen skyldes et signifikant fald i biomassen af kisel- og grønalger fra 1991 til 1992, hvor den totale biomasse blev næsten halveret. Der er således signifikant forskel på den totale biomasse i perioden 1989-1991 sammenlignet med perioden 1992-2001 ($P=0,05$). De sidste 4 år er biomassen dog gradvist steget igen, og den lineære regression viser derfor ingen signifikant udvikling for hele perioden 1989-2001.

Før 1992 var Søgård Sø domineret af grønalger, og den totale biomasse var høj. Herefter skiftede algesammensætningen. Der kom flere blågrønalger, mens der skete en reduktion i grønalgebiomassen, og den totale biomasse faldt. De sidste par år har udviklingen gået hen mod tilstanden fra før 1992. I 2001 er der stort set ingen blågrønalger, men igen dominans af grønalger. Det er karakteristisk for Søgård Sø, at kiselalger spiller en rolle gennem hele året - indimellem dominerer de sommerbiomassen. Det er specielt de centriske kiselalger, der dominerer, og de optræder typisk ved fuld cirkulation af vandmassen og rigelig næring.

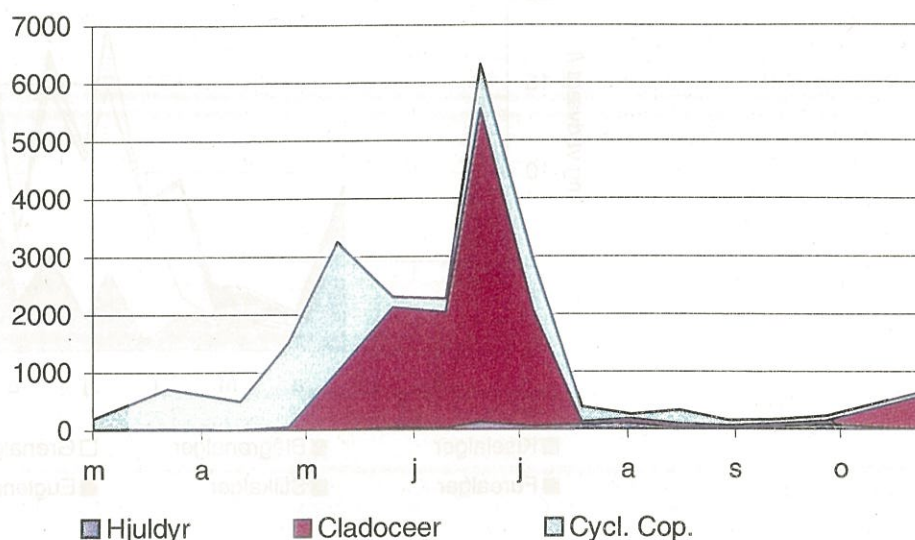


Figur 6.6.1: Algebiomassens mg VV/l sammensætning på algegruppene i 2001 i Søgård Sø.



Figur 6.6.2: Udvikling af sommergennemsnit af algebiomasse mg VV/l i Søgård Sø, 1989-2001.

Dyreplanktonbiomassens udvikling gennem sæsonen i 2001 er gengivet på figur 6.6.3, mens bilag 6.5 og 6.6 viser dyreplanktonbiomassen i 2001 og gennemsnit for perioden 1989-2001.



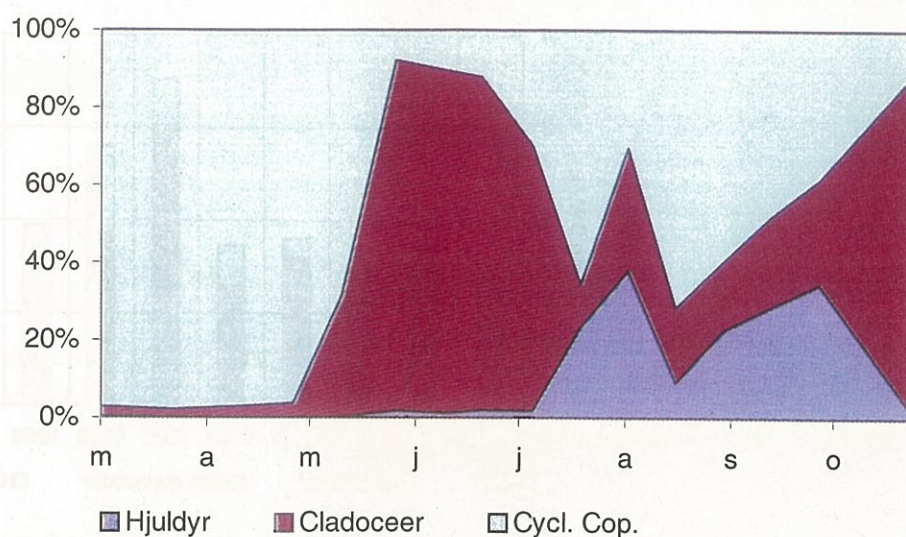
Figur 6.6.3: Dyreplanktonbiomassens udvikling i 2001 i Søgaard Sø.

Det bemærkes, at der først på sæsonen gradvist bliver opbygget et forårsmaksima domineret af cycloploide copepoder. I løbet af maj og juni bliver copepoderne afløst af cladoceerne, som opnår et meget højt årsmaksimum i slutningen af juni, hvorefter den samlede dyreplanktonbiomasse falder meget kraftigt til et minimum i slutningen af juli.

Der er i alt fundet 41 planktiske arter/slægter af rotatorier, cladocerer og copepoder i Søgaard Sø i 2001. Mange af de fundne arter findes ofte i eutrofierede søer, og rentvandsarterne er meget fåtallige. F.eks. er de calipoide copepoder stort set fraværende, formentlig pga. for højt predationspres. Blandt cladocererne dominerer *Daphnia Cucullata*, og specielt i maj/juni opnår den en meget høj biomasse. *Bosmina* er også repræsenteret og udgør en relativ stor andel af biomassen i forårsmånederne.

Dyregruppernes indbyrdes dominansforhold fremgår tydeligere af figur 6.6.4, hvor deres relative indbyrdes biomassefordeling er gengivet.

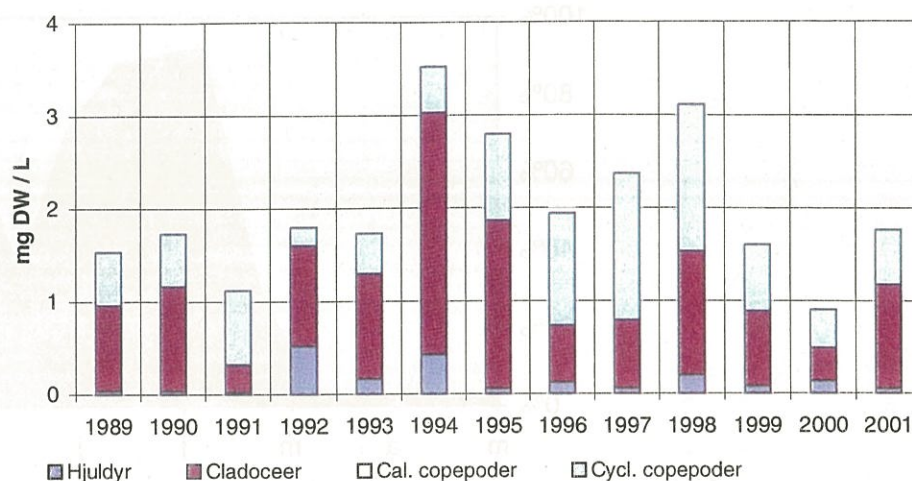
Copepoderne dominerer i starten af året, mens Cladocererne, her primært *Daphnia Cucullata*, dominerer om sommeren, hvor der er en stor biomasse. Hjuldyrene har først en relativ betydning sidst på sommeren, hvor biomassen er meget lav.



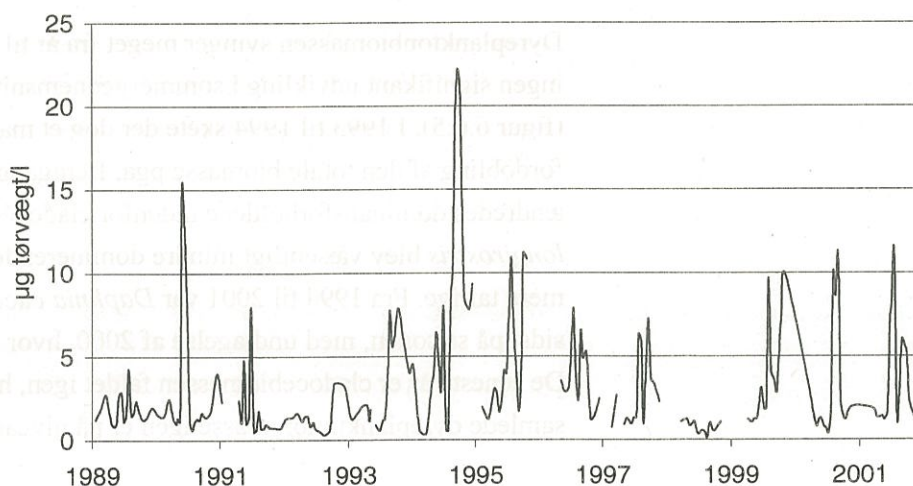
Figur 6.6.4: Dyreplanktonarternes relative vægtfordeling i Søgård Sø, 2001.

Dyreplanktonbiomassen svinger meget fra år til år i Søgård Sø, og der er ingen signifikant udvikling i sommergennemsnit for perioden 1989-2001 (figur 6.6.5). I 1993 til 1994 skete der dog et markant skifte med en fordobling af den totale biomasse pga. fremgang for cladoceerne. Samtidigt ændredes dominansforholdene indenfor cladocé-gruppen, idet *Bosmina longirostris* blev væsentligt mindre dominerende, og *Daphnia*-arterne blev mere talrige. Fra 1994 til 2001 var *Daphnia cucullata* dominerende primært sidst på sæsonen, med undtagelse af 2000, hvor *Bosmina* var dominerende. De seneste år er cladocebiomassen faldet igen, hvilket betyder, at den samlede dyreplanktonbiomasse igen er på niveau med tilstanden før 1994.

Ses der på den gennemsnitlige tørvægt i cladocé-gruppen, så kan skiftet i dominansforholdene mellem *Bosmina longirostris* og *Daphnia cucullata* genfindes, idet gennemsnitsstørrelsen steg i 1993 og 1994. Imidlertid aftog den derefter gradvist (figur 6.6.6), og i 1998 var den igen på det tidligere niveau. I 1999, 2000 og 2001 var den gennemsnitlige tørvægt lidt større, om end der sammenlignet med andre søer stadig var tale om meget små dyr, hvilket skyldes, at de store daphnia-arter ikke er til stede.



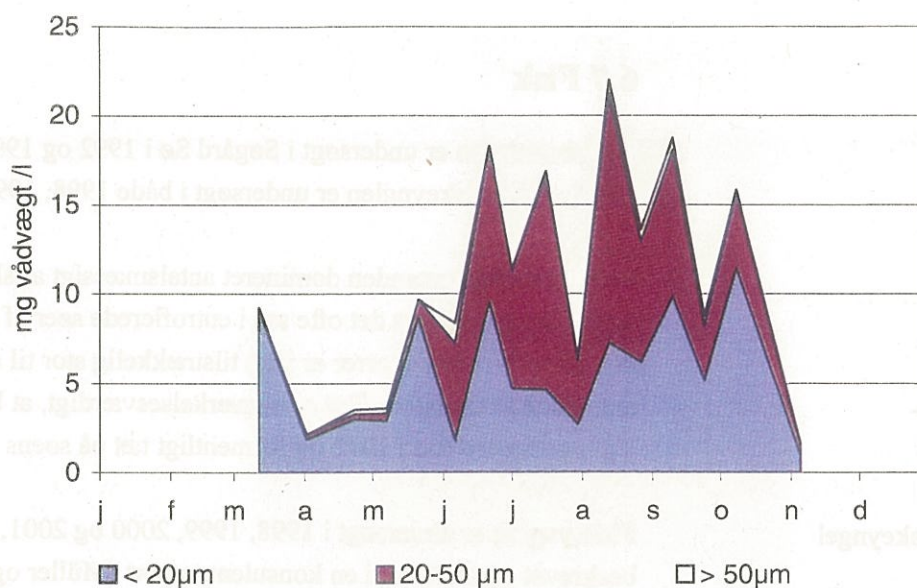
Figur 6.6.5: *Udvikling af sommergennemsnit af dyreplanktonbiomasse i Søgaard Sø, 1989-2001.*



Figur 6.6.6: *Gennemsnitlig individtør vægt blandt cladoceerne i Søgaard Sø, 1989-2001.*

Græsning

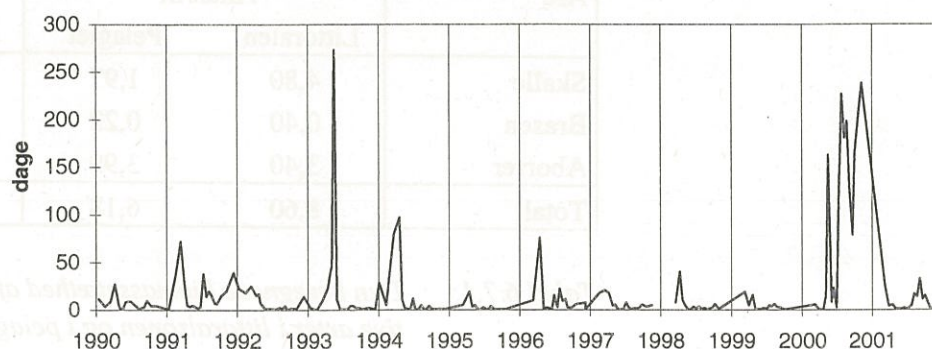
Planteplanktonets størrelsesfordeling varierer meget, og det har stor betydning for, hvor effektivt dyreplankton kan græsse. Figur 6.6.7 viser den størrelsesmæssige fordeling på tværs af artssammensætningen. Heraf fremgår, at de mindste alger (< 20µm) dominerer forår og efterår, hvor de små centriske kiselalger dominerer, mens de større grønalgearter (20-50µm) danner en lidt større sommer-algebiomasse. De store alger har ingen betydning i Søgaard Sø i 2001, og det meste planteplankton kan derfor potentielt græsses.



Figur 6.6.7: Algebiomassens fordeling i størrelsesgrupper i 2001 i Søgård Sø.

Sommermaximaet af cladocerer i 2001 har tilsyneladende ringe effekt på maximaet af grønalger, og dyreplankton har alt i alt ikke en betydende kontrol af algerne i 2001. Den høje biomasse af cladocerer i juni måned reducerer ikke grønalgerne mærkbart, mens den eneste mærkbare reduktion af algebiomassen i slutningen af juli sker efter, at dyreplankton stort set er forsvundet. Reduktionen skyldes derimod formentlig kvælstofmangel. Nogle år kan søens dyreplankton ellers delvist nedgræsse den stående biomasse af alger, mindre end 50 µm i diameter, i en periode i foråret (figur 6.6.8), men ellers har græsningen i de sidste 13 år heller ikke været effektiv nok til at kontrollere algerne. I 1993 og 2000 er kontrollen af algerne specielt forringet.

Søgård Sø, Græsningsrate (dage)



Figur 6.6.8: Den beregnede græsningsrate for dyreplanktons græsning af alger, mindre end 50 µm i diameter, i Søgård Sø, 1989-2001.

6.7 Fisk

Fiskebestanden er undersøgt i Søgård Sø i 1992 og 1997 (Møller et al., 1998), mens fiskeynglen er undersøgt i både 1998, 1999, 2000 og 2001.

I 1997 er fiskebestanden domineret antalsmæssigt af skaller og vægtmæssigt af brasener, som det ofte ses i eutrofierede søer af denne type. Bestanden af rovlevende aborrer er ikke tilstrækkelig stor til at kunne regulere mængden af fredsfisk. Det er bemærkelsesværdigt, at biomassen i 1997 er 3 gange højere end i 1992 og formentligt tæt på søens bærekapacitet.

Fiskeyngel

Fiskeynglen er undersøgt i 1998, 1999, 2000 og 2001, og resultaterne er beskrevet og vurderet i en konsulentrapport (Müller og Jensen, 2001) og gengivet i bilag 6.7. Her gives et kort resume af rapporten.

Fiskeynglen er undersøgt natten mellem 5. og 6. juli 2001 i overensstemmelse med anvisningen fra DMU. Der er foretaget yngeltræk i 6 transekter i littoralen og 6 transekter i pelagiet af 1 minuts varighed.

Der er konstateret yngel fra 3 arter; skalle, brasen og aborre samt et- og toårige skaller i fangsten (tabel 6.7.1). Den samlede yngeltæthed (inklusive et- og toårige skaller) er 8,59 pr. m³ i littoralen og 6,18 pr. m³ i pelagiet, hvilket var lidt over tætheden fundet året før, men under tætheden fundet i rekordårene 1998 og 1999. Vægtmæssigt er tætheden 1,95 g vådvægt pr. m³ i littoralen og 1,73 g pr. m³ i pelagiet. Skalleynglen er svagt antalsmæssigt dominerende i littoralen, mens aborrer dominerer i pelagiet. Vægtmæssigt er aborrer dominerende over hele søen. Der er således sket et skifte i dominansforholdene i Søgård Sø, idet skalle klart har været dominerende ved de tidligere undersøgelser.

Art	Antal/m ³		g (vådvægt)/m ³	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle	4,80	1,97	0,74	0,41
Brasen	0,40	0,22	0,02	0,01
Aborrer	3,40	3,99	1,18	1,31
Total	8,60	6,18	3,10	1,73

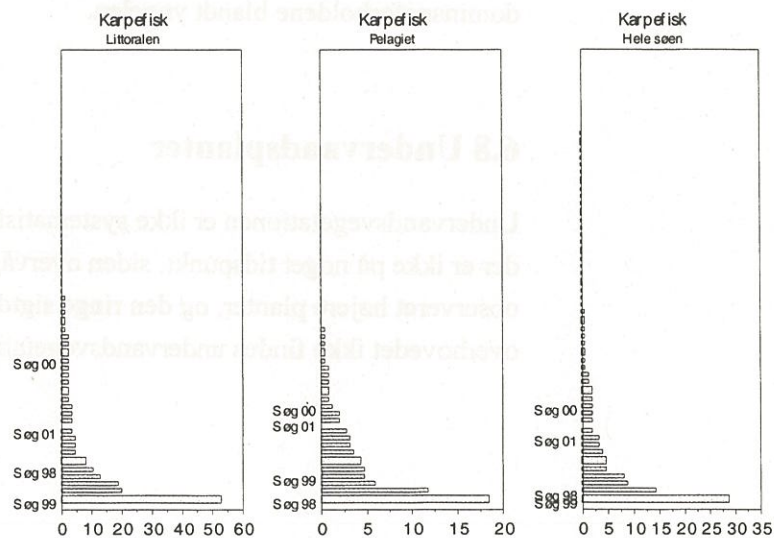
Tabel 6.7.1: Den beregnede biomassetæthed af fiskeyngel hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet, Søgård Sø juli 2001.

Sammenlignet med 13 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de fire seneste år, er tætheden af karpefiskeyngel ligesom ved de foregående undersøgelser usædvanlig høj, hvilket ligeledes er tilfældet hos aborrefiskeynglen (figur 6.7.1 og 6.7.2). Den samlede tæthed af fiskeyngel er både antalsmæssigt og vægtmæssigt blandt de højest registrerede i de undersøgte søer, hvor undersøgelserne i Søgård Sø i 1998 og 1999 viste helt usædvanlige yngeltætheder.

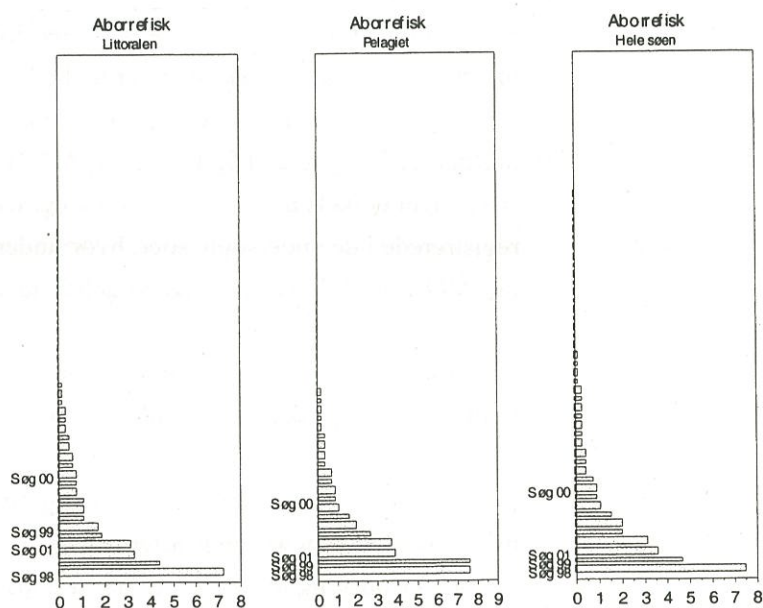
Fiskeynglen er generelt en smule under middelstørrelsen for tidspunktet, hvilket antageligt skyldes en kold juni måned i 2001.

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 2001 er middeltætheden af karpefiskeyngel i 14 søer forholdsvis moderat som i 2000 i forhold til årene 1998 og 1999, mens aborrenglen generelt forekommer mere talrigt end i 2000 (Müller og Jensen, 2001). Fiskeynglens årsvariation i Søgård Sø følger således det generelle mønster, med store mængder karpefiskeyngel i 1998 og 1999 og en forholdsvis beskeden rekruttering af aborrer i 2000.

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive de registrerede ældre skaller) er med knap 78 mg tv/m³/d usædvanlig høj uden dog at nå rekordniveauet fra 1998 og 1999.



Figur 6.7.1: Tætheden af karpefiskeyngel i Søgård Sø for perioden 1998-2001 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.



Figur 6.7.2: Tætheden af aborrengel i Søgård Sø for perioden 1998-2001 i littoralzonen, pelagiet og i hele søen sammenlignet med tætheden fundet i andre danske søer.

Ved yngelundersøgelserne registreres ikke ældre fisk, og Søgård Sø rummer utvivlsomt mange etårige og ældre fisk, hvilket fangsten af et- og toårige skaller ved yngelundersøgelsen mere end antyder. Det samlede prædationstryk på dyreplanktonet må derfor antages at være væsentligt større end ynglens prædation. Det vil forsinke effekten af et eventuelt skifte i dominansforholdene blandt yngelen.

6.8 Undervandsplanter

Undervandsvegetationen er ikke systematisk undersøgt i Søgård Sø, men der er ikke på noget tidspunkt, siden overvågningsprogrammet startede, observeret højere planter, og den ringe sigtddybde sandsynliggør, at der overhovedet ikke findes undervandsvegetation i søen i dag.

7. Miljøfremmede stoffer og tungmetaller

I Søgård Sø er overfladevandet (0,2 m) analyseret i 2001 for indholdet af en række tungmetaller, pesticider og andre miljøfremmede stoffer, som det fremgår af Miljøstyrelsens stofliste (se bilag). Der er udtaget 6 vandprøver af overfladevandet i perioden juni-september. Prøvetagningsstrategi og procedure for prøvetagning følger den tekniske anvisning fra DMU (Kronvang et al., 1999). Resultaterne er gengivet i tabel 7.1. I tabellen er kun medtaget de stoffer, hvis koncentration er målbar. Koncentrationen af de fleste målte stoffer ligger under detektionsgrænsen, og derfor indeholder tabel 7.1 kun et fåtal af de undersøgte stoffer.

Stof	Koncentration µg/l						
	06.06.01	21.06.01	02.07.01	16.07.01	13.08.01	10.09.01	genn. 2001
Pesticider							
AMPA	0,066	0,097	0,110	0,160	0,230	-	0,111
2,6-dichlorbenzamid (BAM)	0,024	0,041	0,030	0,028	0,035	0,038	0,033
diuron	-	-	-	0,014	-	-	0,002
ethylenthioiurea (ETU)	0,034	-	-	-	-	-	0,005
glyphosat	0,017	0,017	0,017	0,031	0,035	-	0,020
isoproturon	0,010	0,012	0,013	0,012	0,016	-	0,011
MCPA	0,094	0,011	0,085	0,054	-	0,020	0,044
4-nitrophenol	-	-	-	0,060	-	-	0,010
simazin	-	-	0,022	-	0,010	-	0,005
terbutylazin	-	-	-	0,013	-	-	0,002
trichloredikesyre (TCA)	-	-	-	0,010	0,012	-	0,004
Tungmetaller							
Bly	1,0	-	-	-	-	-	0,17
Cadmium	-	-	-	-	0,2	-	0,03
Chrom	2,2	-	0,85	4,8	-	1,1	1,49
Kobber	2,6	-	-	-	-	-	0,43
Nikkel	5,5	3,8	-	4,1	2,6	3,7	3,28
Zink	9,1	-	8,6	-	-	3,3	3,50

Tabel 7.1: Søvandets (0,2 m) indhold af tungmetaller, pesticider og andre miljøfremmede stoffer gennem sæsonen 2001 sammenlignet med gennemsnittet for 1999, Søgård Sø.

Der er registreret 11 forskellige pesticider og 6 forskellige tungmetaller i Søgård Sø 2001. Samtlige stoffers skadelige virkning er vurderet ud fra The EXtension TOXicology NETwork (<http://ace.orst.edu/info/extoxnet/>), Ecotox database systemet (<http://epa.gov/ecotox/>) samt Miljøstyrelsens datablade (http://ovs.dmu.dk/2NOVA_2003_ov/4datablade). Fokus har været på stoffernes fedtopløselighed, bioakkumulerbarhed, nedbrydelighed, giftighed samt eventuelt gældende kvalitetskrav.

Metaller

Som i 1999 viser kobberkoncentrationerne i 2001 ved enkelte prøveudtagninger et niveau meget tæt på Miljøstyrelsens forslag til vandkvalitetskriterier på $1 \mu\text{g/l}$ + baggrundskoncentrationen (Brøgger, 2000). Kobber er et liste II stof med en høj bioakkumulerbarhed, men er samtidig et vigtigt sporstof. Der er fundet LC_{50} og NOEC-værdier på helt ned $1-2 \mu\text{g/l}$, hvilket vidner om stoffets farlighed og er baggrunden for, at amtet har sat vandkvalitetskravet til $2 \mu\text{g/l}$ (baggrundskoncentrationen = $1 \mu\text{g/l}$). Kobber optræder i mange brancher, og der er så vidt vides ikke en enkelt virksomhedstype i oplandet til Søgård Sø, som kunne tænkes at være en stor punktkilde. Kobber er kun genfundet ved én af prøvetagningerne i 2001, modsat 6 prøvetagninger i 1999, hvilket kunne være et resultat af, at Hjarup Renseanlæg blev lukket i 2000. Med baggrund i ovenstående vurderes det, at kobber ikke udgør nogen alvorlig trussel for livet i Søgård Sø, men yderligere undersøgelse af sediment og biota er nødvendig for en optimal risikovurdering.

Koncentrationerne af de øvrige metaller overskrider ikke de gældende vandkvalitetskrav (jf. bek. 921), men forekomsten af Cadmium, Krom og Zink bør undersøges nærmere. Cadmium har en høj akut giftighed og bioakkumulerbarhed. Specielt alger har formentligt været påvirket i Søgård Sø den 13. august 2001, da der blev målt $0,2 \mu\text{g Cd/l}$. Krom og Zink, som findes i byggematerialer og maling, findes også i høje koncentrationer, men de er langt mindre giftige end Cadmium og har ikke koncentrationer, der kan forårsage akut giftighed.

Set i forhold til undersøgelsen i 1999 er der ikke sket betydelige ændringer i indholdet af tungmetaller i overfladevandet. En forskel er dog, at samtlige undersøgte tungmetaller blev fundet ved hver prøvedato i 1999, mens der ved flere prøvetagninger i 2001 kun er registreret 1-2 forskellige metaller. Det er for tidligt at konkludere, om indholdet af tungmetaller i søvandet er faldende, og forskellen mellem 1999 og 2001 kan bero på usikkerheden ved prøvetagningen og analysen af stofferne.

Pesticider

Koncentrationerne af de målte pesticider overskrider ikke de gældende vandkvalitetskrav og ligger mindst en faktor 1000 under laveste effektkoncentrationer. Det er dog alligevel bemærkelsesværdigt, at der er fundet så mange forskellige pesticider. Mange af pesticiderne findes der ikke tilstrækkelig viden om, og flere af dem er svært nedbrydelige og bioakkumulerbare.

Da oplandet til Søgård Sø primært består af dyrkede arealer, er risikoen stor, for at søen er belastet med pesticider. Amtet vil derfor fortsat have fokus på forekomsten af pesticider i søen, og der bør foretages yderligere undersøgelser af vand, sediment og biota.

Vandområdeplanen

Som det fremgår af forslag til Vandområdeplan for 2002 ønsker Amtsrådet i Vejle Amt "en forebyggende indsats over for brugen af miljøfarlige stoffer. I tråd med nationale og internationale forpligtelser vil amtsrådet således arbejde for, at stoffer, der er farlige for miljøet, udfases eller begrænses mest muligt." Samtlige af de målte pesticider og metaller i Søgård Sø kan være farlige, og de skal derfor udfases, eller brugen af dem begrænses mest muligt.

8. Sediment

Sedimentet i Søgård Sø er undersøgt i december 2001 ved tre stationer. Stationernes placering er identisk med kemi- og zooplanktonstationerne. Sedimentdata fremgår af tabel 8.1. Sedimentet er tidligere undersøgt i 1991 og 1996. Tørstofindholdet ligger mellem 5 og 20%, lavest i sedimentets øverste del. Glødetabet ligger mellem 15 og 20% (med undtagelse af to prøver), hvilket er relativt lavt, sammenlignet med andre eutrofierede søer (Jensen et al., 1994).

Fosforindholdet er med et gennemsnit på 1,8 mg tot-P/g TS på niveau med flertallet af søerne i overvågningsprogrammet. Det relativt højere indhold af fosfor i overfladesedimentet kan forklares ved øget ekstern fosforbelastning gennem sidste århundrede. Jernindholdet er meget konstant ned igennem sedimentsøjlen. Gennemsnittet er på 29 mg jern/g TS, hvilket er relativt lavt og skyldes den relativt lave eksterne jerntilførsel.

	Tørstof	Glødetab	Total-P	Jern	Fe/P
2001	%	%	mg/g TS	mg/g TS	Forhold
st 1.					
0-2cm	5,3	20,7	2,2	27,0	12,3
2-5cm	7,9	19,2	2,1	27,0	12,9
5-10cm	11,0	17,6	2,1	27,0	12,9
10-20cm	14,6	17,5	1,7	26,0	15,3
20-30cm	14,8	21,4	1,3	29,0	22,3
30-50cm	12,6	30,9	1,2	26,0	21,7
50-70cm	10,7	41,3	1,7	21,0	12,4
st 2.					
0-2cm	5,7	19,4	2,0	31,0	15,5
2-5cm	10,0	18,6	2,2	31,0	14,1
5-10cm	12,3	18,7	2,1	32,0	15,2
10-20cm	16,1	19,3	1,4	31,0	22,1
20-30cm	18,5	17,5	1,5	31,0	20,7
30-50cm	18,5	18,2	1,4	29,0	20,7
50-70cm	20,6	17,8	1,6	32,0	20,0
st 3.					
0-2cm	5,0	18,4	2,2	29,0	13,2
2-5cm	10,7	17,8	2,1	29,0	13,8
5-10cm	12,7	18,4	2,1	31,0	14,8
10-20cm	16,5	17,3	1,7	30,0	17,6
20-30cm	21,9	14,8	1,6	26,0	16,3
30-50cm	21,4	16,6	1,7	31,0	18,2
50-70cm	26,1	15,3	2,2	30,0	13,6
Samlet genn.	13,9	19,8	1,8	28,9	16,5

Tabel 8.1: Sedimentdata fra forskellige dybder på tre stationer i Søgård Sø, december 2001.

Tungmetaller

Indholdet af fosfor er steget signifikant ($p < 0,001$) fra 1991 til 2001 (figur 8.1). Det er specielt i de øverste 10 cm, at der har været en stigning. I samme periode er jernindholdet steget signifikant ($p < 0,05$) markant i hele sediment-søjlen (figur 8.1). Resultater fra overvågningssøerne viser, at specielt tre variable er vigtige for overflade-sedimentets indhold af tot-P. Den ene er størrelsen af den eksterne fosfortilførsel, den anden er sedimentets indhold af jern (som også afhænger af den eksterne tilførsel af jern), og den tredje er glødetabet (Jensen et al., 1994). Der er ikke registreret nogen udvikling i tilførslen af fosfor, men både indholdet af jern og glødetabet er øget, og det er forklaringen på, at fosforindholdet i sedimentet generelt har været stigende siden 1991.

Jern/fosfor-indholdet kan have stor betydning for sedimentets evne til at tilbageholde fosfor. Da både fosforindholdet og jernindholdet er steget relativt lige meget, har jern/tot-P forholdet ikke ændret sig meget de sidste 10 år. Jern/fosfor-indholdet i de øverste 10 cm ligger mellem 14 og 19, hvilket betyder, at der normalt er jern nok til binding af fosfor i sedimentet.

Ved de tre sedimentstationer blev der indsamlet en sedimentsøjle (50 cm) til analyse for tungmetaller (tabel 8.2). Analyse og fortolkning af data blev foretaget som beskrevet i afsnittet om miljøfarlige stoffer (7). Variationen mellem prøvetagningsstationerne er begrænsede, og det tyder på, at tungmetallerne er jævnt fordelt rundt i søen.

Station	Bly mg/kg TS	Cadmium mg/kg TS	Kobber mg/kg TS	Kviksølv mg/kg TS	Nikkel mg/kg TS
1	32	2,3	18	0,2	45
2	27	2,0	27	0,2	46
3	30	2,0	27	0,2	47
Samlet genn.	30	2,1	24	0,2	46

Tabel 8.2: Sedimentets indhold af tungmetaller ved de tre sedimentstationer.

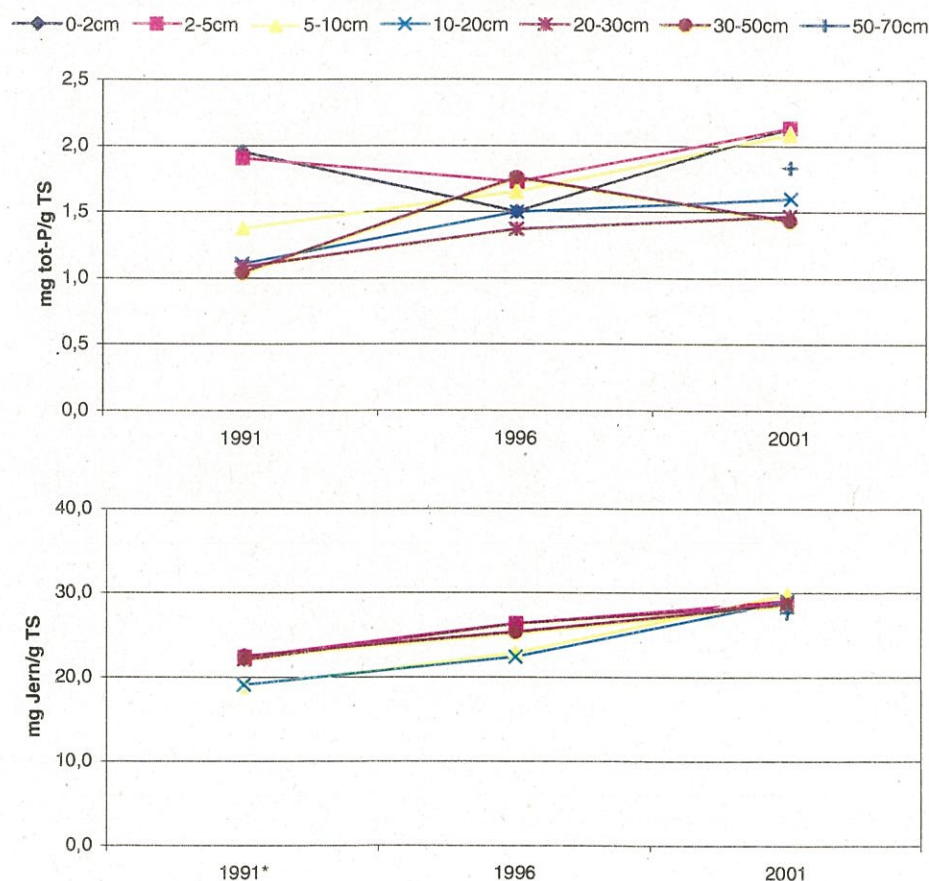
Der findes ingen danske kvalitetskrav for sediment, men bl.a. Holland har fastsat grænser for, hvor høje koncentrationer organismer i ferskvands-sediment kan tåle. I Holland har de fastsat et kvalitetskriterie, der ligger 5 gange under middeldkoncentrationen af Cadmium, mens kvalitetskriteriet for kviksølv kun lige overholdes. Koncentrationen af de andre metaller overskrider ikke grænseværdierne.

Sammenholder man tungmetalværdierne i sedimentet fra Søgård Sø med de danske kvalitetskriterier for marint sediment, viser det sig, at koncentrationen af Cadmium ligger en faktor 2 over grænseværdien.

Sammenholdes tungmetalværdierne fra Søgård Sø med grænseværdier for tungmetaller i slam til jordbrugsformål (bek. 49) viser det sig, at koncentrationen af Cadmium ligger over 5 gange højere end grænseværdien, mens koncentrationen af Nikkel kun lige overholder grænseværdien. Cadmium-niveauet gør, at sediment fra Søgård Sø ikke umiddelbart vil kunne spredes på landbrugsarealer mv.

Sammenlignes koncentrationen af tungmetaller i sedimenet fra Søgård Sø med koncentrationen i den isoleret beliggende Hampen Sø, ses der ikke store forskelle. Det er faktisk kun Nikkelkoncentrationen, der er lidt højere i Søgård Sø, men ellers ligger koncentrationen af tungmetaller på samme niveau i de to søer. Det vidner om, at der ikke er - eller har været - væsentlige kilder til forurening med tungmetaller ved Søgård Sø.

Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at koncentrationen af cadmium kan være giftig for mange organismer i søen, og sedimentet er uegnet til spredning på landbrugsarealer.



Figur 8.1: Sedimentets indhold af fosfor og jern i 7 forskellige dybder, Søgård Sø 2001.

9. Det biologiske, fysiske og kemiske sammenspil

9.1 Fosfortilførsel og retention

Selv om der ikke er registreret nogen udvikling i næringstilførslen til Søgård Sø, er koncentrationen af totalfosfor i søen næsten halveret siden 1989.

Fjernelse af fosfor ved binding i sediment (retention) og biota er nok den primære årsag hertil. Retentionen følger totaltilførslen af fosfor, og den varierer som beskrevet med vandafstrømningen. Den relative retention og fosforindholdet i sedimentet er dog steget signifikant ($p < 0,05$) siden 1989 (Grünfeld, 2001).

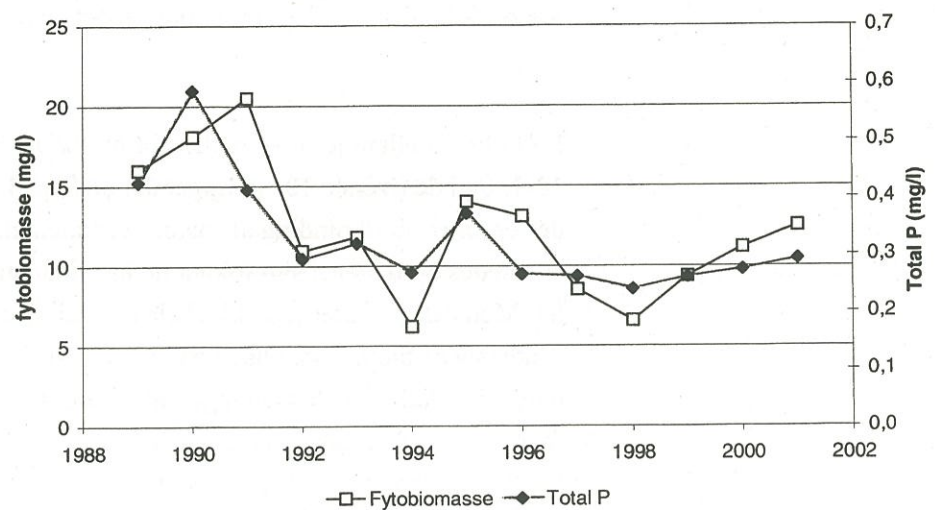
Forholdet mellem jern og totalfosfor har ligget konstant de sidste 10 år på ca. 16-1, og i de øverste 10 cm ligger det mellem 14 og 19, hvilket betyder, at der er jern nok til binding af fosfor i sedimentet. Jernindholdet i sedimentet er således også steget signifikant og har fulgt stigningen af fosfor i sedimentet. Men det forklarer nok ikke hele den relative stigning i retentionen.

Ændringer i biotaen kan have en indflydelse på retentionen. Hvis f.eks. store mængder skalle- og brasenyngel udvandrer fra søen hvert år, vil der fjernes fosfor, og retentionen stiger. Det er sandsynligt, at der er sket en udvandring, idet bestanden af fredsfisk, efter et kollaps, nu er tæt på bærekapaciteten (Müller og Jensen, 2000).

En anden forklaring på forskellen mellem fosfortilførsel og søkoncentration kan findes i måleusikkerheden. Der har været problemer med slamflugt-hændelser fra renseanlægget i Hjarup Bæks opland, men renseanlægget blev lukket i 2000. Slamflugthændelser vil normalt ikke blive registreret ved de almindelige prøvetagninger (undtagelse i 1999), og derfor kan der være tilledt mere fosfor til søen før i tiden, end der gør i dag, uden at det blev målt.

9.2 Næringsstoffer og algebiomasse

Der er en klar og signifikant ($p < 0,01$) sammenhæng mellem fosforniveauet i søen og mængden af alger (figur 9.2.1). Reduceringen af fosforindholdet i søvandet fra 1989 til 2001 resulterer derfor i en tilsvarende reduktion af algebiomassen. Indholdet af klorofyl og suspenderet stof er tilsvarende signifikant faldet i overvågningsperioden, hvilket vidner om, at indholdet af suspenderet stof bestemmes af mængden af algebiomasse.



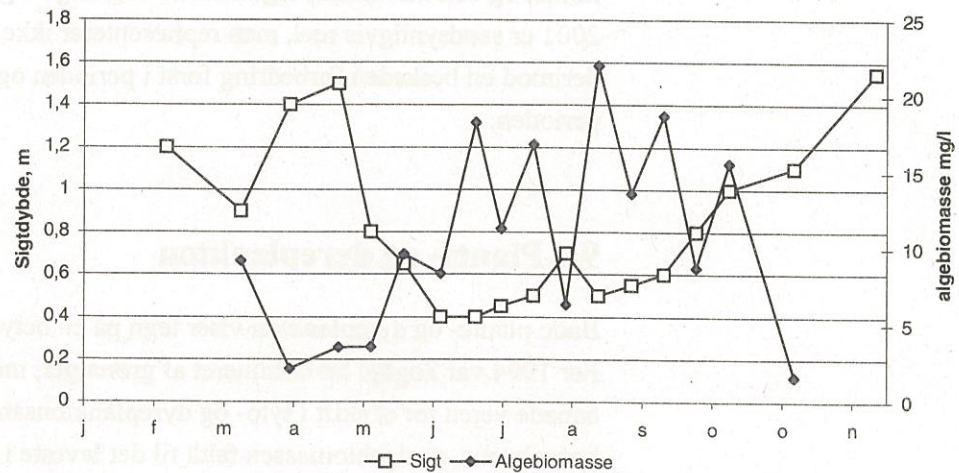
Figur 9.2.1: Årsudvikling i total fosfor og total algebiomasse, Søgård Sø 1989-2001.

Tendensen til stigende total fosfor og algebiomasse de sidste 4 år kan ikke forklares ved stigende fosfortilførsel. Faktisk har fosfortilførslen været faldende de sidste år. Den voksende interne pulje af fosfor i sedimentet kan måske have en betydning og kan sikre et stort turnover af planteplankton. Der gemmes også mange usikkerheder ved prøvetagningen, og specielt den usikre stoftransport gør det svært at gå i dybden med tallene.

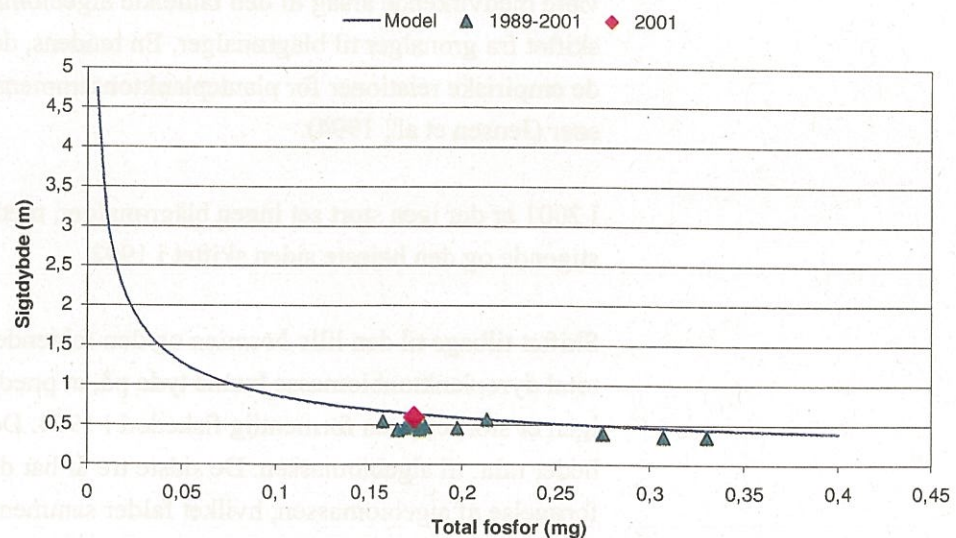
Der er ikke nogen signifikant udvikling i kvælstofkoncentrationen i Søgård Sø. Kvælstof har formentlig kun en begrænset betydning for algevæksten, så længe fosforniveauet er relativt lavt. I perioder, specielt sidst på sommeren, begrænses algerne dog til dels af kvælstof, hvilket den lave koncentration af tilgængeligt kvælstof i sommeren 2001 antyder.

9.3 Algebiomasse og sigtdybde

Der er oftest et fint omvendt sammenhæng mellem sigtdybde og algebiomasse i Søgård Sø (figur 9.3.1). De få afvigelser, der er observeret, hænger normalt sammen med ekstraordinær stor partikeltransport fra oplandet i forbindelse med store mængder nedbør eller kraftig vind, der ophvirvler bundmateriale. Det er således kun undtagelsesvis, at sigtdybden ikke er bestemt af mængden af alger.



Figur 9.3.1: Sigtdybden og algebiomassen, Søgård Sø 2001.



Figur 9.3.2: Sammenhængen mellem årsgennemsnit af totalfosfor i søvandet, 1989-2001, og den gennemsnitlige sommersigt-dybde efter model $Sigt = 0,26 * P^{0,57} * Middeldybde^{-0,27}$, $r = 0,63$ (Jensen et al., 1994).

Da mængden af alger som omtalt følger mængden af fosfor, kan forholdet mellem sigtddybde og fosfor beskrives fint ud fra en empirisk model som vist på figur 9.3.2. Der er dog en tendens til, at modellen overestimerer sigtddybde, og det kan få betydning, specielt i området hvor sigtddybden aftager eksponentielt. Det er nemlig afgørende for søens miljøtilstand at få fosforkoncentrationen ned under området, hvor der er en markant effekt på sigtddybden.

Det registrerede signifikante fald i algebiomassen og klorofyllkoncentrationen og den tilsvarende signifikante stigning i sigtddybden i perioden 1989-2001 er sandsynligvis reel, men repræsenterer ikke en lineær udvikling, men derimod en beskedne forbedring først i perioden og ingen udvikling sidst i perioden.

9.4 Plante- og dyreplankton

Både plante- og dyreplankton viser tegn på en betydende begivenhed i 1994. Før 1994 var Søgård Sø domineret af grønalger, men begivenheden i 1994 banede vejen for et skift i fyto- og dyreplanktonsammensætningen med den konsekvens, at algebiomassen faldt til det laveste i overvågningsperioden, og dyreplanktonbiomassen steg til det højeste, der er registreret i overvågningsperioden. Der er formentlig tale om en periode med fiskedød, der har skabt forudsætningerne for den omtalte ændring, i hvert fald når det gælder dyreplankton. Halveringen af fosforkoncentrationen i søen kan dog være medvirkende årsag til den faldende algebiomasse i årene inden 1994 og skiftet fra grønalger til blågrønalger. En tendens, der stemmer overens med de empiriske relationer for planteplanktonsammensætningen i lavvandede søer (Jensen et al., 1994).

I 2001 er der igen stort set ingen blågrønalger, mens grønalgebiomassen er stigende og den højeste siden skiftet i 1992.

Skiftet tilbage til den lille *bosmina* og den faldende biomasse af cladocere og total dyreplanktonbiomasse kunne tyde på, at prædationstrykket fra fisk igen er stort efter en formentlig fiskedød i 1994. Det giver igen betænkeligheder mht. til algebiomassen. De sidste tre år har der været en tendens til en forøgelse af algebiomassen, hvilket falder sammen med en stigning i indholdet af søvandets fosfor.

Der er mange indikationer på, hvad der muligvis er hændt omkring 1994, men uanset årsagen så er der stadig kun tale om mindre ændringer i dag i forhold til 1989. Grønalgerne dominerer igen, og der findes stadig de samme små dyre- og fytoplanktonarter, omend der er forskydninger i de indbyrdes dominansforhold.

Det er stadig kun muligt for dyreplankton at nedgræsse biomassen af de små alger i en periode i foråret, uden det dog på noget tidspunkt giver søen så god en sigtddybe, at vækstbetingelser for bundvegetation er til stede. I 2001 er der tilmed ingen tegn på kontrol fra dyreplankton, heller ikke i foråret. Først når de store effektive cladocé-arter optræder i betydende mængder, bliver der tale om en egentlig nedgræsning af de små alger. Copepoderne er ikke tilnærmelsesvis så effektive.

9.5 Udvikling i fiskebestand

Udviklingen af både plante- og dyreplankton samt klorofylkoncentrationerne viser som nævnt tegn på en betydende begivenhed i perioden omkring 1994. Sammenfaldet mellem den reducerede grønalgedominans samt algebiomasse og stigningen i gennemsnitstørvægten blandt cladocererne kan hænge sammen med fiskedød og en deraf følgende mere effektiv græsning af flere og større cladoceer. Fiskebestanden er ustabil i søen, og netop i 1994 ser det ud til, at livsbetingelserne ændrer sig (Müller og Jensen, 2000).

Rekrutteringsmulighederne er gode i Søgård Sø, og sammen med det til tider meget barske kemiske miljø vil der meget hurtigt kunne optræde justeringer af fiskebestandene. Meget ofte er der tale om mindre justeringer af de enkelte fiskearter og kun undtagelsesvis om kortvarige men markante tilfælde af fiskedød.

De barske kemiske betingelser i søen giver en meget svingende ynglesucces for søens fisk, men ud fra de sidste fire års fiskeyngelundersøgelser kan det konstateres, at fredsfiskene i høj grad er kommet sig efter den formodede fiskedød. Den høje konsumptionsrate fra de mange fredsfisk i Søgård Sø udøver formentlig et betydeligt prædationstryk på dyreplanktonet, og det er den primære årsag til, at dyreplanktonbiomassen er signifikant reduceret siden 1994.

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate (inklusive de registrerede ældre skaller) er med knap 78 mg tv/m³/d i 2001 usædvanlig høj uden dog at nå rekordniveauet fra 1998 og 1999. Dyreplanktonets gennemsnitlige biomasse i 2001 er 1,8 g tv/m³, hvilket svarer til en maksimal daglig middelproduktion på 360 mg tv/m³/d ved en turnover på 5 dage. På trods af en meget stor mængde fiskeyngel har ynglen således næppe alene kunnet regulere søens dyreplankton i juli måned, men med tanke på søens mange småfisk udover årsynglen har fiskene antageligt ydet et ikke ubetydeligt prædationstryk på søens dyreplankton i sommeren 2001. Det afspejles også af det markante fald i dyreplankton fra et stort årsmaksimum i juni til et minimum i slutningen af juli. Biomassen af cladocerer har dog været stigende de sidste 2 år, og måske er fiskenes regulerende rolle nedadgående.

Dominansforholdene i søen er ved at ændre sig, og i 2001 er aborrer nu dominerende blandt yngelen. Det er endnu uvist, om de mange aborrer med tiden vil kunne regulere karpefiskene og dermed indirekte mindske præderingen på dyreplanktonet. Typiske søer med denne "top-down" kontrol har dog væsentlig lavere fosforbelastning og færre alger samt en udbredt undervandsvegetation sammenlignet med Søgård Sø.

9.6 Samlet vurdering

Det er stadig vandtilførslen, der er den primære bestemmende faktor for kvælstof- og fosfortransporten, og der kan ikke spores en effekt af Vandmiljøplanen, idet kvælstoftilførslen til søen ikke er faldet siden 1989. På trods af redueringen af fosfor fra spildevand er den samlede tilførsel af fosfor heller ikke faldet siden 1989. Bidraget fra dyrkede arealer er klart den væsentligste fosfor- og kvælstofkilde til Søgård Sø.

På trods af en halvering af søvandets indhold af totalfosfor, et lille fald i algebiomassen og en beskeden stigning i sigtddybden siden 1989 er Søgård Sø stadig en meget næringsbelastet sø med ringe sigtddybde. Søgård Sø har en stor algebiomasse domineret af grønalger, en sigtddybde på omkring en halv meter, ingen undervandsvegetation, og dyreplankton præderes effektivt af den store forekomst af fiskeyngel. Der eksisterer derfor ikke et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv i søen. Der er stadig lang vej til fosforbegrænsning af algevæksten i sommerperioden, og et egentlig økologisk omslag til en klarvandet tilstand vil sandsynligvis forudsætte mere end en halvering af den nuværende sommermiddelfosforkoncentration på 0,292 mg/l. Dertil kommer, at fosforkoncentrationen og fosforretentionen er steget de sidste år, hvilket vil forhale en eventuel udvikling mod lavere fosforkoncentration i søvandet.

10. Miljøtilstand og fremtidig udvikling

10.1 Søtilstand og målsætning

Målsætning

Søgård Sø er målsat til at have en sigtddybde på 0,8 m og et alsidigt plante- og dyreliv. I forslag til Vandområdeplan 2002 lægges der op til at skærpe målsætningen. Vedtages forslaget, vil Søgård Sø fremover være målsat til at have en sommersigtddybde på 0,9 m og et loft på den gennemsnitlig fosfortilførsel på 350 kg fosfor pr. år. Dertil kommer forekomst af mindst 6 forskellige arter af rodfæstede undervandsplanter. Så god en miljøtilstand ligger sandsynligvis mindst 50 år tilbage i tiden. Under alle omstændigheder har tilstanden været meget dårlig siden 1971, hvor amtet førte sit første tilsyn på søen.

Søtilstand

Målsætningen kan ikke forventes indfriet med den nuværende næringsstofbelastning. Algebiomassen er i perioder først på sæsonen kortvarigt begrænset i sin videre vækst af prædation fra dyreplankton og/eller af mangel på fosfor og i sjældnere tilfælde sidst på sæsonen af kvælstof, men der er stadig så store mængder næringsstof til rådighed, at denne situation først opstår længe efter, at sigtddybden er kommet under de målsatte 0,8 m. Sigtdybden har været signifikant stigende i overvågningsperioden og er steget fra 0,35 m til næsten 0,6 m i 2001. Det skyldes et signifikant fald i fosforkoncentrationen og mængden af alger. Vandets gennemsigthed er dog stadig ikke stor nok til en etablering af undervandsvegetation, og rovfiskene kan endnu ikke kontrollere karpefiskene.

For at opnå en sigtddybde på over 0,9 m (ifølge forslag til Vandområdeplan) skal årgennemsnitskoncentrationen af totalfosfor ned på under 90 $\mu\text{g/l}$ (se figur 9.5.2). Man kan ved hjælp af en simpel model af Wollenvieder (Kristensen et al. 1990) beregne den eksterne belastning ved en given koncentration af fosfor i søvandet, når søen atter er i ligevægt med denne. Hvis indholdet af totalfosfor ikke må overstige 90 $\mu\text{g/l}$, viser beregninger, at tilførslen af fosfor ikke må overstige 350 kg fosfor pr. år. Det er baggrunden for, at Søgård Sø er målsat til i gennemsnit højest at modtage 350 kg fosfor pr. år, incl alle næringsstofskilder. I beregningen af denne grænseværdi for belastning er der taget højde for usikkerheden ved modellerne, den interne fosforbelastning og den givne underestimering af fosfortransporten ved normal prøvetagning.

10.2 Fremtidige tiltag

Fosfortilførslen til Søgård Sø er ikke reduceret siden 1989 og varierer mellem 500 og 3000 kg fosfor pr. år med et gennemsnit på 1200 kg fosfor pr. år.

Skal søen kunne leve op til sin målsætning, må der derfor gribes ind overfor belastningen med næringsstoffer, specielt fosfor. Der må naturligvis ikke forekomme slamflugthændelser fra renseanlæg, som tilfældet var i de forudgående år. Derfor blev Hjarup Renseanlæg lukket i juni 2000, så en væsentlig fosforkilde er hermed fjernet. Desuden er der initiativer i gang overfor belastningen fra den spredte bebyggelse (Kommunernes Spildevandsplan), så belastningen er på vej ned. Der vil som minimum blive stillet krav om kemisk rensning eller nedsivning uden dræn. Flere husstande ventes med tiden at tilkobles kloaksystemet. Som konsekvens af ovenstående ventes det, at bidraget fra spredt bebyggelse vil nærme sig 0 de kommende år. Dermed er der kun en regulerbar kilde til næringsstoffer tilbage, nemlig bidraget fra dyrkede arealer. Bidraget herfra er dominerende for både fosfors og for kvælstofs vedkommende.

Hvis målet med en fosforbelastning på 350 kg fosfor pr. år skal opfyldes, må de dyrkede arealer ikke tilføre Søgård Sø fosfor, idet baggrundsbidraget i forvejen er oppe på mellem 2-600 kg fosfor pr. år med et gennemsnit på 360 kg fosfor pr. år. Baggrundsbidraget varierer med vandafstrømningen, og da nedbørsforhold ikke bør være afgørende for, om søen indfrier sin målsætning, vil det blive nødvendigt at regulere fosforbidraget fra de dyrkede arealer kraftigt og/eller fjerne en stor del af den partikelbundne fosfor, inden den når søen.

Vådengsprojekt

Det vil være muligt at reducere den partikelbundne stoftransport og transporten af uorganisk kvælstof ved etablering af våde enge langs Hjarup Bæk. Effektiviteten heri vil afhænge af hydraulikken og arealernes størrelse.

I år 2000 indledte amtet derfor et vådengsprojekt ved Hjarup Bæk. De tekniske og ejendomsmæssige forundersøgelser er lavet, men muligheden for jordfordeling mangler endnu at blive undersøgt, før projektet kan startes. Ved en optimal projektilrettelæggelse vil det, især i forbindelse med oversvømmelser, være muligt at tilbageholde partikler med absorberet fosfor på engarealerne. Omkring halvdelen af fosfortransporten til Søgård Sø er partikulært bundet, og det forventes skønsmæssigt, at der kan tilbageholdes 300-400 kg fosfor om året. Dertil kommer en forventelig kvælstoffjernelse på ca. 14 tons pr. år eller ca. 20% af den gennemsnitlige kvælstoftilførsel til Søgård Sø.

Forudsat at vådengsprojektet ved Hjarup Bæk gennemføres med optimal projektering, vil bidraget fra de dyrkede arealer med rimelighed kunne andrage 300-400 kg fosfor pr. år og samtidig ikke hindre opfyldelse af søens målsætning. Det svarer til ca. 0,2 kg fosfor pr. ha dyrket mark pr. år.

Ud over etablering af våde enge vil der være mulighed for indgåelse af frivillige aftaler med interesserede landmænd om mere miljøvenlig jordbrugsdrift (MVJ-aftale) mod en økonomisk kompensation. Der er i dag indgået MVJ-aftaler på kun 0,5% af det dyrkede areal. Der er derfor muligheder for flere MVJ-aftaler, som formentligt vil reducere næringsstoftilførslen til Søgård Sø yderligere.

Restaurering

Først når belastningsforholdene er bragt ned på et minimum i oplandet, og den interne belastning med frigivet fosfor er reduceret, kan det betale sig at restaurere søen.

10.3 Konklusion

Vandmiljøplanen har virket overfor renseanlæg i oplandet til Søgård Sø. Imidlertid har dimensioneringen af opsamlingsbassiner været utilstrækkelig, og i 2000 er det sidste tilbageværende renseanlæg i oplandet nedlagt.

Vandmiljøplanen har efter 13 år endnu ikke givet en målbar reduktion i kvælstofbelastningen til Søgård Sø. Da ca. 80% af kvælstofbelastningen stammer fra de dyrkede arealer, og resten stort set er naturbidrag, kan det derfor konkluderes, at landbrugserhvervet stadig ikke har indfriet forpligtelsen fra den første Vandmiljøplan fra 1987 til en halvering af kvælstofudledningen. Samtidigt viser det sig, at landbruget i dag også leverer det største bidrag af fosfor til søen.

Miljøtilstanden i Søgård Sø er dårlig, men der kan måles en reduktion i fosfor og algemængden med de følgevirkninger, det har for de andre forhold i søen. Der kræves dog yderligere reduktioner i næringsstofbelastningen, hvis søen skal kunne indfri sin målsætning. Denne rapport sætter fokus på nødvendigheden for yderligere tiltag til begrænsning af næringsstofbidraget fra dyrkede arealer, som er den eneste tilbageværende regulerbare kilde.

11. Sammenfatning og konklusion

Søgård Sø er beliggende i Vamdrup Kommune i en lavning på en hedeslette, øverst i Kongeå-vandløbssystemet, hvor ca. 90% af oplandet er intensivt dyrket. Søen er på 267.225 m² med et opland på 22,5 km².

Søgård Sø har i mange år været hårdt belastet med næringsstoffer, dels fra intensiv landbrugsdrift i oplandet og dels fra spildevand. Søens økologiske system er derfor ustabil, og søen opfylder ikke sin B-målsætning.

De sidste 13 års målinger af kvælstof viser ingen effekt af Vandmiljøplanen, og på trods af redueringen af fosfor fra spildevand er den samlede tilførsel af fosfor heller ikke faldet siden 1989. Bidraget fra dyrkede arealer er i dag den væsentligste fosfor- og kvælstofkilde til Søgård Sø og den eneste regulerbare kilde.

På trods af en halvering af søvandets indhold af totalfosfor, et lille fald i algebiomasse og en beskeden stigning i sigtddybden siden 1989 er Søgård Sø stadig en meget næringsbelastet sø med ringe sigtdybde.

Søgård Sø har en stor algebiomasse domineret af grønalger, en sigtdybde på 0,6 m, ingen undervandsvegetation, og dyreplankton præderes effektivt af den store forekomst af karpefisk. Der eksisterer derfor ikke et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv i søen. Der er måske et skifte på vej i dominansforholdene mellem aborre- og karpeyngel. Der er stadig lang vej til fosforbegrænsning af algevæksten i sommerperioden, og et egentligt økologisk omslag til en klarvandet tilstand vil sandsynligvis forudsætte mere end en halvering af den nuværende sommermiddel-fosforkoncentration på 0,292 mg/l. Dertil kommer, at fosforretentionen er steget de sidste år, hvilket vil forhale en eventuel udvikling mod lavere fosforkoncentration i søvandet. Der er en betydelig fosforpulje i sedimentet, men også jern nok til at binde fosfor under iltede forhold.

Der er fundet 11 forskellige pesticider og 6 forskellige tungmetaller i vandprøver, taget i Søgård Sø 2001. Ingen af stofferne findes i koncentrationer, der er akut giftige for organismerne i søen. De samme tungmetaller blev genfundet i sedimentet, og specielt Cadmium kan være giftig for mange organismer og findes i en koncentration, der gør sedimentet uegnet til spredning på landbrugsarealer.

Samtlige af de målte pesticider og metaller kan være giftige, og derfor vil amtet arbejde for, at de udfases, eller brugen af dem begrænses mest muligt.

Fremtidige tiltag

Der kræves yderligere reduktioner i næringsstofbelastningen, hvis søen skal kunne indfri sin målsætning. Med et planlagt vådengsprojekt håber amtet at kunne tilbageholde en del fosfor og kvælstof, før det når søen, og bidraget for spredt bebyggelse er der taget hånd om i Kommunernes Spildevandsplan, men disse tiltag er ikke nok. Denne rapport sætter fokus på nødvendigheden for yderligere tiltag til begrænsning af næringsstofbidraget fra dyrkede arealer og anbefaler, at de højest må bidrage med 0,2 kg fosfor pr. ha pr. år.

Først når belastningsforholdene er bragt ned på et minimum i oplandet, og den interne belastning med frigivet fosfor er reduceret, kan det betale sig at restaurere søen.

2001	Enhed	Middelværdier		Udvikling	
		Sommer	År	Sommer	År
Vandtilførsel	1000m ³	1308	8502		
Opholdstid	år ⁻¹	0,19	0,07		
Fosfortilførsel	Tons	0,11	0,91		
Kvælstoftilførsel	Tons	8,90	64,0		
Sigt	m	0,59	0,78	++	+
pH		8,63	7,88		-
klorofyl	mg/l	0,09	0,05	--	---
Total fosfor	mg/l	0,29	0,17	--	--
Filt. Uorg. Fosfor	mg/l	0,10	0,06	-	
Total kvælstof	mg/l	2,81	5,18		
Ammonium	mg/l	0,07	0,06		
Nitrit-nitrat-N	mg/l	1,29	4,26		
Siliciumdioxid	mg/l	4,98	5,52		
Total-jern	mg/l	0,38	0,28		
Alkal.	meq/l	2,39	2,57		
Susp. Stof	mg/l	23,9	15,5	---	---
Gløde-tab	mg/l	14,3	8,76	---	---
COD	mg/l	18,0	10,6	-	--
Algeplankton	Mg VV/l	12,5		-	-
Dyreplankton	Mg TV/l	1,77			
Fiskeyngel	Antal/m ³			?	?
Littoralen		3,11			
Pelagiet		1,73			

Tabel 11.1: Nøgletal for Søgård Sø, 2001.

Tidsvægtede års- og sommergennemsnit af vandkemiske, fysiske og biologiske parametre, Søgård Sø 2001. -/+, --/++ og ---/+++ svarer til reduktion/forøgelse på henholdsvis 5, 1 og 0,1 signifikansniveau indenfor perioden 1989-2001. Der sættes ? ved manglende data.

12. Referenceliste

- Benny, A., Jensen, H.A., Christensen, I.G og Møller, P.H. 1999. Kilder og vandløb 1999. Vejle Amt.
- Brøgger, 2000. Bekendtgørelse nr. 921 af 8. oktober 1996 om kvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af visse farlige stoffer. Notat fra Miljøstyrelse af 20. juli 2001.
- Bøgestrand, J. (2000). Vandløb og kilder 1999, NOVA 2003. Faglig rapport fra DMU, nr. 336.
- Danmarks Miljøundersøgelser (1990):
Prøvetagning og analysemetoder i søer.
- Fiskeøkologisk Laboratorium, (1993 og 1998):
Fiskebestanden i Søgård Sø.
- Grünfeld, S. (2001):
Overvågning af Søgård Sø 2000, Vejle Amt.
- Hansen et al. (1992):
Zooplankton i søer - metoder og artsliste, Danmarks Miljøundersøgelser.
- Jensen, P.J, Søndergård, M., og Jeppesen, E. Søer 1994. Faglig rapport fra DMU 1994.
- Jeppesen, E. 1998. Lavvandede søers økologi. Faglig rapport fra DMU, nr. 248.
- Kristensen, P., Jensen, J.P. og Jeppesen, E. 1990. Npoforskning-Eutrofieringsmodeller for søer. Miljøstyrelsen nr. c9b.
- Kronvang et al., 1999. Overvågning af miljøfremmede stoffer i ferskvand. Teknisk anvisning, DMU nr. 17.
- Kronvang og Bruhn (1990) Overvågningsprogram.
Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb.
- Marsbøll, S. (1997):
Overvågning af Søgård Sø 1996, Vejle Amt.
- Marsbøll, S. (1999):
Overvågning af Søgård Sø 1998, Vejle Amt.
- Marsbøll, S. (2000):
Overvågning af Søgård Sø 1999, Vejle Amt.
- Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, (2002):
Paradigma 2002. For normalrapportering af det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998 – 2003. Del 1 : Retningslinjer, tidsfrister og rapporteringsformater.

Müller, J.P og Jensen, H.J. (2001). Fiskeyngel i Søgård Sø, juli 2001.
Fiskeøkologisk Laboratorium.

Müller, J.P og Jensen, H.J. (2000). Fiskeyngel i Søgård Sø, juli 2000.
Fiskeøkologisk Laboratorium.

Møller, P.H. et. al. (1995):
Overvågning af søer 1994, Vejle Amt.

Møller, P.H. et. al. (1998):
Overvågning af søer 1997, Vejle Amt.

Olrik, K. (1991):
Planteplanktonmetoder, Miljøprojekt nr. 187, Miljøstyrelsen.

13. Bilag

Metodebeskrivelse - Søgård Sø

Oplandsanalyser

Anvendte data til beskrivelse af oplandet herunder produktionen af kvælstof og fosfor fra husdyr er rekvireret fra Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri herunder Forskningscenter Foulum og Landbrugets EDB-Center.

Stoftransport

Vejle Amt har i perioden 1989-2001 gennemført fysisk-kemiske undersøgelser i søernes til- og afløb i overensstemmelse med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram og de retningslinier, der er beskrevet i den af Danmarks Miljøundersøgelser udarbejdede tekniske anvisning om prøvetagning og analysemetoder i søer (1990).

På baggrund af Vejle Amts enkeltmålinger af vandføring i tilløb og en samtidig kontinuerlig registrering af vandstanden i af- og hovedtilløb har Hedeselskabet i overensstemmelse med standarder og procedurer, anvist af Danmarks Miljøundersøgelser, beregnet døgnmiddelvandføringen i vandløbene.

Næringsstoftransporten er herefter beregnet ved hjælp af PC-programmet STOQ. Til selve beregningen er anvendt C-interpolationsmetoden som anvist og detaljeret beskrevet af Kronvang og Bruhn (1990).

Vand- og massebalance

Vand- og massebalancen er beregnet ved hjælp af PC-programmet, STOQ-sømodul.

Sømodulet opstiller vandbalancen ud fra følgende størrelser:

Qnedbør	(månedsværdier, mm)
Qfordampning	(månedsværdier, mm)
Qdirekte tilførsel	(månedsværdier, l/s)
Qsum af målte tilløb	(månedsværdier, l/s)
Qafløb	(månedsværdier, l/s)
Qumålt tilløb	(månedsværdier, l/s)
Qmagasinerings	(vandstandsvariationer, m)
Qgrundvand ind-/udsivning	(månedsværdier, m ³)
Asøareal	

Vandbalancen er således opgjort månedsvis som:

$Q_{\text{grundvand ind-/udsivning}} = -A_{\text{søareal}} \cdot (Q_{\text{nedbør}} - Q_{\text{fordampning}}) -$
 $Q_{\text{direkte tilførsel}} - Q_{\text{sum af målte tilløb}} + Q_{\text{afløb}} - Q_{\text{umålt}}$
 $\text{tilløb} + Q_{\text{magasinering}},$

hvor

$Q_{\text{umålt tilløb}} = (\text{umålt opland})$ beregnet ved en simpel arealkorrektion af det målte tilløb E6 og følgende ligning:

$Q_{\text{umålt tilløb}} = Q_i \cdot (v_i - 1)$, for $i = 1$ til antal tilløb (v_i er vægte $< > 1.0$)

$Q_{\text{magasinering}} =$ produktet af lineært interpoleret ændring i vandstand mellem månedsslut/månedstart og $A_{\text{søareal}}$.

Det skal i den forbindelse bemærkes, at STOQ version 1998 beregner magasinændringerne ud fra søens naturlige topografi beskrevet ved arealer i forskellige dybder, en vandspejlskote, en kote til nulpunkt på skalapæl og de ved tilsynet aflæste vandhøjder. Den tidligere version af STOQ beregnede magasinændringerne ud fra søen, beskrevet som en kasse, og de ved tilsynet aflæste vandhøjder.

Ovenstående beregningsforskelle kan medføre mindre forskelle i den beregnede opholdstid.

Stofbalancen opstilles tilsvarende ud fra følgende størrelser:

Satmosfærisk deposition	(konstant, kg/ha/år)
Ssum af målte tilførsler	(månedsværdier, kg)
Safløb	(månedsværdier, kg)
Spunktkilder	(månedsværdier, kg)
Søvrige kilder	(månedsværdier, kg)
Sumålt opland	(månedsværdier, kg)
Sgrundvand	(månedsværdier, kg)
Smagasinerings	(ændret stofindhold i søen) (søkonc., volumen, $\mu\text{g/l} \cdot \text{m}^3$)
Sintern belastning	(månedsværdier, kg)
Csøkoncentration	($\mu\text{g/l}$)
Vsøvolumen	(m^3)
G+ konc. tilf. grundv.	($\mu\text{g/l}$)
G- konc. uds. grundv.	($\mu\text{g/l}$)

Stofbalancen er således opgjort månedsvis som:

$$(1) \text{ Sintern belastning} = - \text{Satmosfærisk deposition} \cdot A_{\text{søareal}} - \text{Ssum af målte tilførsler} + \\ \text{Safløb} - \text{Spunktkilder} - \text{Søvrigte kilder} - \text{Summålt opland} - \text{Sgrund-} \\ \text{vand} + \text{Smagasinering}$$

hvor

Summålt opland er beregnet ved en simpel arealkorrektion af målte tilløb, for Søgård Sø, S5 og følgende ligning:

$$\text{Summålt opland} = \text{sum af } (S_{\text{sum af målte tilførsler}} \cdot (v_i - 1)), \text{ for } i = 1 \text{ til antal tilløb} \\ (\text{med vægte } < > 1.0)$$

$$\text{Sgrundvand} = G + \text{konc. tilf. grundv.} \cdot Q_{\text{grundvand indsvivning}} > 0 \text{ (måneder} \\ \text{medtilstrømning)}$$

$$\text{Sgrundvand} = G - \text{konc. uds. grundv.} \cdot Q_{\text{grundvand udsivning}} < 0 \text{ (måneder med} \\ \text{udsivning)}$$

$$\text{Smagasinering} = C_{n+1} \cdot V_{n+1} - C_n \cdot V_n \text{ (interpolerede værdier ved} \\ \text{månedsskifter).}$$

De samme betragtninger som under vandbalancen gør sig naturligvis også gældende for magasinændringerne i stofbalancen.

En anden meget afgørende forskel ved den nye version af STOQ er, at der interpoleres retlinet til nærmeste søkoncentration beliggende i året før og efter beregningsåret. I Søgård Sø har det vist sig at medføre meget små ændringer i opgørelsen af magasineringen og dermed også retensionen.

Satmosfærisk deposition er beregnet ud fra $A_{\text{søareal}}$ (1), og standardværdierne 15 kg N/ha/år og 0,1 kg P/ha/år anvist af Danmarks Miljøundersøgelser.

G+ konc. tilf. grundv. og G- konc. uds. grundv. er

- for Søgård Sø beregnet som middeldkoncentrationen af målte værdier i tilløbet S5 i 2001.

Nedbør og fordampning

Nedbørs- og potentiel fordampningsdata er rekvireret fra Danmarks Metrologiske Institut, som har estimeret værdierne fra en nærliggende målestation ved Vamdrup Flyveplads og Båstrup. Værdierne er ikke korigeret som beskrevet i "Noter vedrørende fordampning fra en sø", udarbejdet af Lars M. Svendsen, 1995. En sammenligning af massebalancen med og uden korrigerede nedbørs- og fordampningsdata viser, at korrektionen er uden betydning for balancen.

Søundersøgelser

Vejle Amt har i perioden 1989-2001 gennemført undersøgelser af søen i overensstemmelse med Vandmiljøplanens overvågningsprogram og de retningslinjer, der er beskrevet i den af Danmarks Miljøundersøgelser udarbejdede tekniske anvisning om prøvetagning og analysemetoder i søer (1990).

Undersøgelserne i søen omfatter årlige fysisk-kemiske undersøgelser af søvandet, og undersøgelser af plante- og zooplankton, mens undersøgelse af fiskebestanden og søens sediment udføres hvert 5. år. Placeringen af prøvetagningsstationerne for søen fremgår af kort i rapportens afsnit 2.

I nedenstående tabel ses en oversigt over udførte undersøgelser i søen, herunder undersøgelser fra før igangsætningen af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

	Årstal																					
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
Søgård Sø							X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Stoftransport	X						X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vandkemi	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fytoplankton	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zooplankton										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fisk													X					X				
Fiskeyngel																				X	X	X
Miljøfarlige stof.																				X		X
Sediment	X											X					X					X

() = få tilsynsdata

stort kryds = fiskeundersøgelse efter NOV Aprogram, lille kryds = prøvefiskeri

Andre undersøgelser = Primærproduktion: 1978

Feltindsamling

Der er udført årlige undersøgelser af søvandets *fysisk-kemiske forhold* og *plante- og dyreplankton*. Søgård Sø er besøgt 19 gange i løbet af året.

I perioden 1. maj til 30. september med 14 dages mellemrum, og resten af året en gang hver måned. Antallet af plante- og dyreplanktonprøver er fra 1998 nedsat fra 19 til 16 prøver årligt. Der er udtaget planktonprøver i månederne marts, april og november. De resterende 13 prøver er udtaget som de øvrige prøver i perioden 1. maj til 30. september.

Ved hvert tilsyn er sigtddybden målt med secchiskive (Ø 25 cm), og vejrforholdene er noteret. Målinger af ilt, temperatur, pH, ledningsevne ned gennem vandsøjlen er registreret elektronisk med en søsonde.

En blandingsprøve til kemiske analyser er udtaget med en hjerteklapvandhenter (2 l) i dybderne 0,2 m - sigtddybde og dobbelt sigtddybde. Hvis den dobbelte sigtddybde er større end vanddybden, er denne del af prøven udtaget 50 cm over søbunden.

Ved temperaturlagdeling udtages prøver i hypolimnion. De indsamlede vandprøver er opbevaret på køl indtil analysering.

Fra blandingsprøven er udtaget en delprøve, der fikseres til planteplanktonbestemmelse.

Blandingsprøven er sendt til MiljøKemi til analysering for flere *kemiske parametre* for COD (DMU 88), totalkvælstof (DS 221), ammonium-N (DS 224), nitrit+nitrat-N (DS 223), totalfosfor (DS 292), orthofosfat (DS 291), suspendede stoffer (DS 207), glødetab (DS 207), siliciumdioxid (Koroleff) og jern (DS 219). Vedrørende laboratorieskift, se under afsnittet Laboratorieanalyser.

Der er udtaget prøver til kvantitativ og kvalitativ bestemmelser af *planteplanktonet* på søstationen. Den kvantitative prøve er udtaget fra blandingsprøven (se ovenfor). De kvalitative prøver er udtaget ved lodret og vandret træk gennem søvandet med et 20 µm planktonnet. Prøverne er fikseret med lugol.

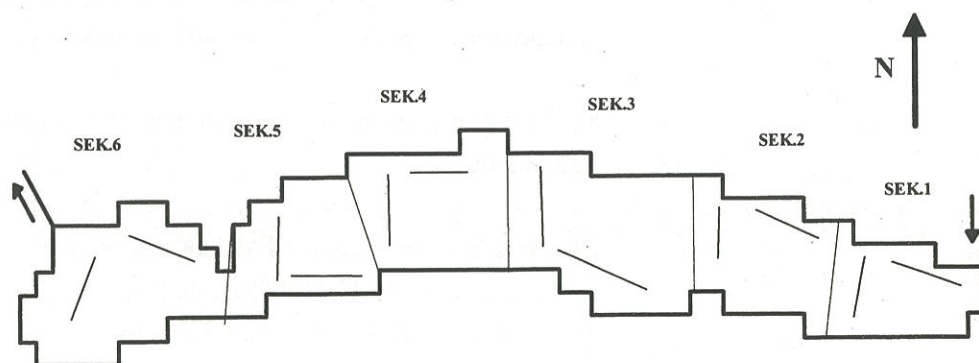
Der er udtaget prøver til *dyreplankton* undersøgelse på 3 stationer i søen, jf. kort. Fra hver station er der udtaget delprøver med hjerteklapvandhenter, som puljes i en balje. Prøverne er udtaget i følgende dybder.
Søgård Sø: 0,5 og 1 m.

Fra baljeprøven i felten er udtaget følgende prøver til dyreplanktonbestemmelse:

- 4,5 l filtreret gennem et 90 µm filter. Filtratet er hældt på flaske og tilsat lugol.
- 0,9 l direkte hældt på flaske og tilsat lugol.

Fiskeyngel

Fiskeriet fandt sted natten mellem den 5.- 6. juli 2001 i tidsrummet kl. 24.00 - 01.15, og blev udført som beskrevet i vejledningen for fiskeyngelundersøgelser i søer fra Danmarks Miljøundersøgelser. Søen blev således inddelt i 6 sektioner, der hver især blev befisket med et minut i et transekt i bredzonen og et minut i et transekt i pelagiet (figur 13.1) med et standardyngelnet (hoopnet).



Figur 13.1: Kort over Søgård Sø med angivelse af sektioner og placering af transekter.

Miljøfarlige stoffer

I Søgård Sø analyseres overfladevandet (0,2 m) for indholdet af en række miljøfremmede stoffer pesticider og andre miljøfremmede stoffer, som det fremgår af Miljøstyrelsens stofliste. Der blev udtaget 6 vandprøver af overfladevandet i perioden juni-sept. 2001 (tabel 13.2).

Måned	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vandprøver	-	-	-	-	-	2	2	1	1	-	-	-

Tabel 13.2: Prøvetagningsstrategi og frekvens for overvågning af tungmetaller, pesticider og andre miljøfremmede stoffer i Søgård Sø 2001.

Prøvetagningsstrategi og procedure for prøvetagning følger den tekniske anvisning fra DMU (Kronvang et al., 1999). De enkelte analyser er udført af Miljøkemi i henhold til Dansk Akkreditering-registreringsnr. 168 (tabel 13.3).

Parameter	Metode
Pesticider (sur)	MK2270
Pesticider (basisk)	MK2271
ETU	MK2274
Glyphosat+AMPA	MK2275
Dalapon+TCA	MK2276A
Pesticider LCMS	MK8210A
DE-DIP-atracin	MK8211
Maleinhydrazid	MK8215
Phenolforb. og PAH blødgørere	MK2260
LAS	MK8231
MTBE	MK2210
Tungmetaller, Kviksølv og generelle parametre	MK 1231, 1232, 1233, 1240, 1221, og 3002

Tabel 13.3: Oversigt over metodebeskrivelser.

Laboratorieanalyser

Kemi

Blandingsprøven sendes til MiljøKemi til analysering for følgende *kemiske parametre* for COD (DMU 88), totalkvælstof (DS 221), ammonium-N (DS 224), nitrit+nitrat-N (DS 223), totalfosfor (DS 292), orthofosfat (DS 291), suspenderede stoffer (DS 207), glødetab (DS 207), siliciumdioxid (Koroleff) og jern (DS 219).

Planteplankton

Planteplanktonprøverne oparbejdes i eget laboratorie. For hver prøvetagningsdag er der udarbejdet en artsliste ud fra net- og vandprøverne. Den kvantitative oparbejdning er foretaget ved hjælp af omvendt mikroskopi. Der er anvendt sedimentationskamre med et volumen på 2,9; 5, 10 og 25 ml.

De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Flagellater, der ikke kunne artsbestemmes i de lugolfixerede prøver, celler, der er for fåtallige til at blive optalt særskilt, samt celler, der ikke kunne identificeres, er samlet i passende størrelsesgrupper (0-5 μm , 6-10 μm).

Kolonidannede blågrønalger, bl.a. slægten *Microcystis*., er på grund af cellernes uregelmæssige placering i koloniernes gele svære at kvantificere. Volumet af disse er opgjort ved at tælle antal delkolonier, med en passende størrelse af de enkelte delkolonier. En korrektionsfaktor er skønnet.

Bearbejdningen af prøverne er i øvrigt foretaget som beskrevet i Olrik (1991). Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af planteplanktonprogrammet ALGESYS.

Dyreplankton

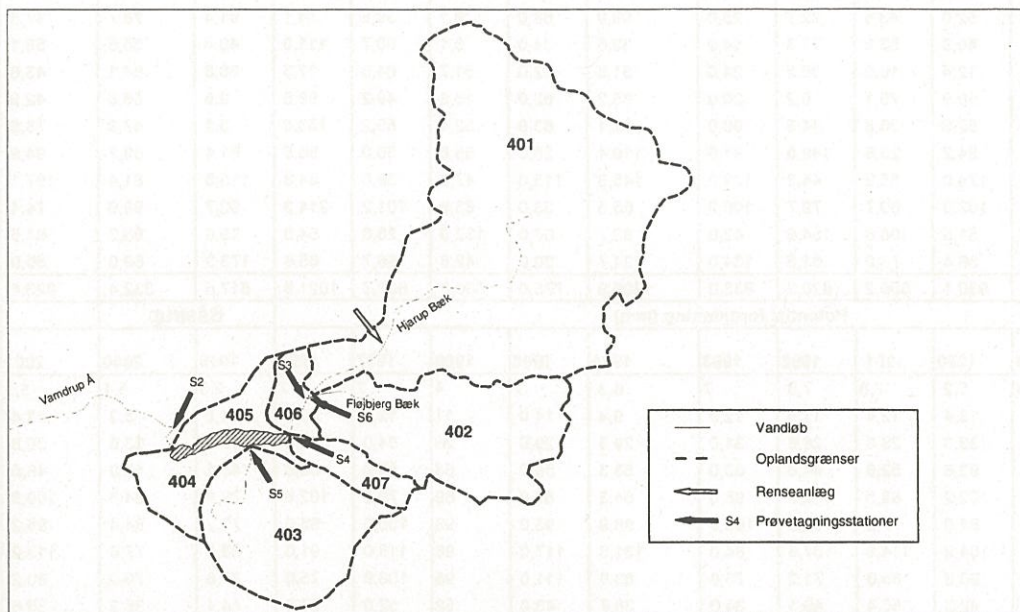
Dyreplanktonprøverne er tidligere oparbejdet i eget laboratorie, men i 2001 af Miljøbiologisk Laboratorium. Den i felten filtrerede prøve anvendes til optælling af cladocæer og copepoder under lup. Rotatorier er talt i den sedimenterede prøve i omvendt mikroskop. Alle opmålinger er foretaget i omvendt mikroskop. Generelt følger bearbejdningen af prøverne nøje de anvisninger, der er givet i "Dyreplankton i søer - metoder og artsliste", Miljøministeriet 1992. Der er til tider foretaget kraftige fortyndinger på grund af store algeforekomster. Det forøger usikkerheden ved kvantificeringen. Desuden er opmåling af visse nærtstående cladocé-arter af tidsbesparende hensyn slået sammen, og de enkelte arter er registreret som "til stede".

I forbindelse med en interkalibrering for zooplanktonbestemmelse er nogle forhold vedrørende artsbestemmelse og biomasseberegning blevet korrigeret for arterne *Daphnia cucullata*, *Filinia terminalis*, *Notholca squamula* og *Brachionus urceolaris*.

Ingen hjuldyr er opmålt. D.v.s. alle biomasser er baseret på konstant-værdier.

Tabeller og kurver - Søgård Sø

Bilag 2.1: Kort over tilløbenes og punktkildernes placering i oplandene til Søgård Sø.



Bilag 2.2: Arealudnyttelse i oplandet til Søgård Sø.

ADK-kode	Arealtype	Areal (ha)	Areal (%)
Type 1-8	Dyrket	2.000	90
Type 13	Skov	121	5
Type 15	Uopgjort dyrket/udyrket	123	5
	Total	2.244	100

Bilag 2.3: Jordbundstype i oplandet til Søgård Sø.

Jordbundstype 0 – 1 meters dybde	km ²	%
Grov lerbl. sandjord/fin lerbl. sandjord	8,83	39
Grov sandbl. lerjord/fin sandbl. lerjord	7,77	35
Lerjord	4,45	20
Uklassificeret	1,40	6

Bilag 2.4: Morfometriske data, Søgård Sø.

Areal	267.225 m ²
Volumen	418.503 m ³
Gennemsnitsdybde	1,55 m
Største dybde	2,70 m
Omkreds	3.390 m
Vandets opholdstid	25 dage (år)
Areal af opland	22,46 km ²

Bilag 3.1: Nedbørs- og fordampningsdata, Søgård Sø.

Nedbør (mm)														
st. 23250 Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1989-00
Jan	31,7	106,4	95,6	53,9	112,0	123,2	112,0	6,8	0,0	75,1	112,3	57,9	41,6	73,9
Feb	67,5	126,8	34,5	52,0	38,0	77,2	113,0	41,9	73,5	66,3	49,5	81,1	62,5	68,4
Mar	94,6	52,0	43,5	72,7	25,0	99,9	68,0	9,1	39,8	74,1	91,4	76,7	47,3	62,2
Apr	44,1	40,3	53,8	71,3	14,0	32,6	34,0	5,1	50,7	111,0	40,4	36,5	55,1	44,5
Maj	19,5	12,4	16,9	36,5	24,0	31,6	62,0	61,7	84,6	27,3	38,8	64,1	43,6	40,0
Jun	31,3	60,9	75,1	0,2	20,0	85,2	62,0	16,8	49,2	59,5	9,5	56,5	42,9	43,9
Jul	57,5	52,9	38,8	44,5	99,0	12,1	63,0	52,4	55,2	133,0	3,1	47,3	73,6	54,9
Aug	40,9	84,2	28,6	149,0	91,0	119,4	28,0	65,6	50,0	56,5	61,4	69,7	94,9	70,4
Sep	42,5	174,0	55,9	44,3	129,0	145,8	113,0	47,8	38,0	84,3	115,3	81,4	167,1	89,3
Okt	111,2	102,3	60,7	79,7	105,0	65,5	33,0	83,9	101,2	214,3	92,7	99,9	74,4	95,8
Nov	28,9	51,5	106,8	154,6	42,0	82,7	67,0	132,9	28,8	54,8	29,8	93,3	64,5	72,8
Dec	68,6	66,4	76,0	61,5	134,0	134,7	20,0	42,8	66,7	65,6	173,3	68,0	55,9	81,5
I alt	638,3	930,1	686,2	820,2	833,0	1009,9	775,0	566,8	637,7	1021,8	817,5	832,4	823,4	797,4
Potentiel fordampning (mm)														
st. 23250 Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Middel
Jan	6,4	5,2	7,8	7,0	7	6,3	7	4	7	7	2,5	5,1	5,3	6,0
Feb	12,7	13,4	12,4	11,6	12,0	9,4	14,0	11	12,0	10,0	4,8	8,3	13,4	11,0
Mar	28,8	33,3	26,8	26,6	31,0	29,3	29,0	26	34,0	36,0	17,5	23,8	30,8	28,5
Apr	52,1	63,6	52,0	44,0	60,0	53,3	56,0	63	59,0	38,0	45,1	43,3	46,5	52,5
Maj	106,5	102,2	88,5	112,5	98,0	84,3	89,0	69	79,0	102,0	79,8	84,5	100,9	91,3
Jun	116,6	81,0	77,2	132,8	108,0	98,9	93,0	93	108,0	95,0	73,2	84,4	95,2	96,8
Jul	104,7	104,9	114,8	107,5	84,0	131,3	117,0	96	116,0	91,0	89,2	77,6	113,0	102,8
Aug	74,8	90,8	83,3	71,2	73,0	83,6	111,0	95	103,0	75,0	77,6	70,0	80,2	84,0
Sep	53,1	42,3	55,4	49,1	34,0	38,7	43,0	52	52,0	37,0	44,4	38,3	38,8	44,9
Okt	24,5	24,5	25,3	25,0	19,0	25,1	25,0	23	23,0	18,0	15,8	15,1	22,1	21,9
Nov	11,8	10,4	9,2	8,5	5,0	10,2	10,0	8	8,0	8,0	5,7	5,4	10,1	8,4
Dec	5,3	4,9	4,9	4,0	4,0	5,1	4,0	2,0	4,0	5,0	2,9	2,6	4,7	4,1
I alt	597,3	576,5	557,6	599,8	535	575,5	598	542	605	522	458,5	458,4	561	552,1

1998: april og juli er der ikke registreret nedbør på målerne trods det var meget nedbørsrige måneder

derfor er der for disse to måneder anvendt nedbørstal for vandrup st.

1999: juni og juli for lave grundet driftsforstyrrelser på stationen

1999- 2001: fordampningsdata fra station Båstrup

2001: Ingen nedbørdata for juli, i stedet anvendt værdi fra Båstrup st.

Bilag 4.1: Udtræk af det centrale husdyrregister, omlandet til Søgård Sø, 1999.

CHR_nr	X_koord [syst 34]	Y_koord [syst 34]	Kvæg [DE]	Svin [DE]	Total [DE]	N-prod kvæg [kg]	P-prod kvæg [kg]	N-prod svin [kg]	P-prod svin [kg]	N-prod total [kg]	P-prod total [kg]
10978	274105	110934		0	0			0	0	0	0
12195	272929	113397	15,8	4,2	20,0	1582	248	346	94	1928	342
19768	272509	113989		41,6	41,6			3737	1249	3737	1249
20009	272476	114016		83,2	83,2			6632	1663	6632	1663
23105	277029	110331	47,3		47,3	4728	744			4728	744
23138	273660	111008	32,8		32,8	3278	513			3278	513
23140	274348	111054			1,9					292	62
23951	272536	113425		121,4	121,4			10481	3218	10481	3218
36280	275774	111401			5,2					774	165
39714	271498	113806	1,9		1,9	189	29			189	29
44407	274775	111108	79,5		79,5	7954	1251			7954	1251
44409	273572	113766			0,9					131	28
45891	273135	115910	23,4		23,4	2344	399			2344	399
45898	273558	114861	91,0		91,0	9101	1434			9101	1434
46121	275760	110178	53,2		53,2	5324	830			5324	830
46168	276304	110961	0,5	2,4	2,9	52	8	189	48	241	55
46169	275693	110104	3,5		3,5	349	59			349	59
46182	275776	110845	3,2		3,2	315	68			315	68
46184	276093	110920	59,3		59,3	5928	931			5928	931
46188	275725	109197	87,9		87,9	8790	1369			8790	1369
49455	274561	113036	2,6		2,6	255	40			255	40
53030	273586	115193	3,6		3,6	359	55			359	55
61550	274480	111557		31,9	31,9			2697	787	2697	787
62367	275202	110458	66,7		66,7	6670	1050			6670	1050
62575	272413	115579	1,4		1,4	137	21			137	21
66347	272087	113979	3,3		3,3	326	50			326	50
67417	275432	110840	8,0		8,0	798	126			798	126
67432	276359	109560	3,9		3,9	392	61			392	61
68605	274237	111958	6,7		6,7	666	103			666	103
72196	271498	113806		87,9	87,9			7011	1758	7011	1758
72514	271392	113541	3,6	0,5	4,1	359	55	38	10	397	65
73237	276490	109682			2,3					338	72
80539	276029	110040	4,3		4,3	434	73			434	73
81436	274712	110314	24,5		24,5	2451	384			2451	384
84258	273405	116329		220,4	225,9			18938	5754	19193	5933
88981	272265	114971		71,3	71,3			5685	1426	5685	1426
89187	275171	110068		10,7	10,7			853	214	853	214
90084	273911	110777	2,0		2,0	203	32			203	32
91439	274347	113125	10,6		10,6	1062	172			1062	172
92367	273293	113899	3,1	142,2	145,3	307	48	12350	3854	12657	3901
95429	273915	113097		98,0	98,0			7816	1960	7816	1960
95430	272232	114016		79,9	79,9			6743	1968	6743	1968
95439	273108	111253		45,2	45,2			3741	1039	3741	1039

Bilag 4.2: Kildernes bidrag af kvælstof og fosfor, Søgård Sø, 1989-2001.

Kvælstof, ton/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
byspildevand	0,800	1,700	0,800	1,900	0,900	1,160	1,230	0,860	0,859	0,560	0,226	0,820	0,000
regnvand	0,100	0,100	0,100	0,100	0,040	0,050	0,040	0,030	0,030	0,048	0,043	0,039	0,039
spredt bebyggelse	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,430	0,500	0,550	0,771	2,068	0,652	0,399	0,368
diffus, heraf	43,860	88,440	62,880	106,400	103,160	111,260	63,580	42,320	35,540	128,560	90,961	71,281	63,14
baggrund	6,944	11,392	8,078	11,985	15,232	20,672	13,328	6,000	4,733	19,333	15,976	12,247	10,38
landbrug	36,916	77,048	54,802	94,415	87,928	90,588	50,252	36,320	30,807	109,227	74,985	59,034	52,76
atmosfærisk deposition	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,473	0,473	0,473
andet	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,640	0,000	0,000

Fosfor, ton/år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
byspildevand	0,550	0,230	0,080	0,100	0,120	0,130	0,110	0,080	0,070	0,072	0,096	0,076	0,000
regnvand	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,013	0,011	0,010	0,010
spredt bebyggelse	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,100	0,110	0,120	0,180	0,122	0,146	0,089	0,089
diffus, heraf	0,040	0,270	0,560	0,500	1,120	1,430	0,570	0,230	0,201	1,240	1,094	1,249	0,805
baggrund	0,208	0,392	0,265	0,289	0,333	0,596	0,433	0,192	0,153	0,529	0,579	0,371	0,383
landbrug	-0,168	-0,122	0,295	0,211	0,787	0,834	0,137	0,038	0,048	0,711	0,515	0,878	0,422
atmosfærisk deposition	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,003	0,003	0,003
andet	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,941	0,000	0,000

Tilførsel

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	Ar
Tilløb 360023	817,2	1027,8	789,4	489,7	160,2	61,8	49,6	48,2	509,4	729,5	692,3	734,1	829,2	6109,1
Tilløb 360199	132,7	160,4	121,1	84,8	32,1	8,5	4,2	7,2	69,3	131,8	116,7	125,5	121,2	994,3
Umålt opland	118	142,6	107,7	75,3	28,5	7,5	3,8	6,4	61,6	117,1	103,8	111,6	107,8	883,8
Overflade i alt	1067,9	1330,8	1018,2	649,8	220,8	77,8	57,6	61,8	640,3	978,4	912,8	971,2	1058,2	7987,2
Nedbør	19,8	26	14	16	7,4	14,9	21,3	24,9	44	27,8	21,7	17,8	112,4	255,5
Grundvand	0	0	0	0	60,7	0	0	33,1	44,1	72,5	0	49,2	138	259,7
Ialt	1087,6	1356,9	1032,1	665,8	288,8	92,6	78,8	119,8	728,4	1078,7	934,5	1038,2	1308,5	8502,4

Fraførsel

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	Ar
Afløb 360198	1021,3	1182,9	922,5	667,8	322,4	81	25,9	80,1	468,2	1167,4	910,2	1006,7	977,6	7856,5
Fordampning	1,8	4,4	10	14,2	30	27,1	32,6	23,6	12,3	7,6	3,3	1,6	125,7	168,7
Grundvand	93,9	170,4	155,6	12,3	0	0,2	6,3	0	0	0	18,3	0	6,5	457
Ialt	1116,9	1357,7	1088,2	694,3	352,5	108,3	64,8	103,7	480,5	1175	931,9	1008,3	1109,9	8482,2

Magasinerings

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	Ar
Magasinerings	-29,3	-0,8	-56	-28,5	-63,7	-15,7	14	16	247,9	-96,3	2,7	29,9	198,6	20,2

Opholdstid

år	
Sommer	0,194
Ar	0,069

Bilag 4.3: Vandbalance for Søgård Sø, 1989-2001.

Søgård Sø												
Vandbalance (mill. m ³ /år)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2001
Total vandtilførsel	4,51	7,71	6,40	7,92	9,69	12,52	8,69	4,63	4,00	11,81	11,81	8,50
Vandfraførsel	3,82	7,01	5,91	6,98	9,43	12,24	8,51	3,91	3,51	10,95	10,23	7,86
Fordampning	0,17	0,17	0,17	0,18	0,19	0,17	0,18	0,15	0,17	0,16	0,13	0,17
											0,85	0,46
Total vandfraførsel	4,41	7,70	6,46	7,69	9,82	12,44	8,89	4,52	4,11	11,59	11,21	8,48
Magasinerings	0,10	0,01	-0,06	0,23	-0,14	0,07	-0,20	0,09	-0,11	0,22	-0,11	0,02
Vandets opholdstid:	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2001
På årsbasis (år)	0,112	0,060	0,088	0,078	0,075	0,048	0,063	0,111	0,126	0,051	0,053	0,069
På årsbasis (dage)	41	22	32	28	27	18	23	41	46	19	19	25
1/5 - 30/9 (år)	0,496	0,217	0,357	0,254	0,221	0,096	0,198	0,384	0,317	0,184	0,145	0,194
1/5 - 30/9 (dage)	181	79	130	93	81	35	72	140	116	67	53	71
Afstrømningshøjde	16,5	28,8	24,2	28,8	36,8	46,6	33,3	16,9	15,4	43,4	42,0	31,7

Bilag 5.1: Kvælstofbalance for Søgård Sø, 2001.

Kvælstofbalance - Søgård Sø													
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Samlet tilførsel, ton/år	45,4	90,7	64,6	109,0	105,4	113,4	65,9	44,3	37,7	130,6	95,0	73,2	64,0
Samlet fraførsel, ton/år	33,6	67,2	52,6	85,6	92,8	89,2	52,1	34,4	29,2	106,5	76,7	59,4	51,9
Magasinering	0,8	0,5	-0,2	3,2	0,2	0,9	-1,1	3,9	-3,2	3,1	-1,7	0,1	-4,1
Intern belastning	-10,9	-23,0	-12,2	-20,2	-12,4	-23,3	-14,9	-5,9	-11,7	-21,0	-19,9	-13,7	-125,1
Indløbskonc., mg/l	11,4	12,9	10,8	14,9	10,8	9,1	7,7	10,7	10,8	11,1	8,2	7,9	7,5
Udløbskonc., mg/l													6,1
Tilbageholdelse	11,8	23,5	12,0	23,4	12,6	24,2	13,8	9,8	8,5	24,2	18,3	13,8	12,1
Tilbageholdelse i %	26,0	25,9	18,5	21,5	12,0	21,3	20,9	22,2	22,5	18,5	19,2	18,8	18,9
Sommer													
Samlet tilførsel, ton/år	2,8	9,3	4,1	6,3	11,8	19,1	6,6	2,8	5,8	10,4	10,3	4,7	8,9
Samlet fraførsel, ton/år	1,5	2,4	1,6	3,5	7,2	11,3	2,4	0,7	2,6	5,9	4,1	1,6	3,7
Magasinering	-3,0	0,4	-1,7	-2,6	0,3	0,7	0,2	-1,3	-2,9	-2,9	-0,5	-2,1	7,0
Intern belastning	-4,2	-6,4	-4,1	-5,4	-4,3	-7,1	-4,1	-3,4	-6,1	-7,5	-6,8	5,1	45,3
Indløbskonc., mg/l	8,4	11,9	9,5	10,4	9,0	8,8	7,5	10,6	10,6	9,6	9,0	7,2	13,7
Udløbskonc., mg/l													5,7
Tilbageholdelse ton/år	1,2	6,9	2,4	2,7	4,6	7,8	4,2	2,1	3,2	4,6	6,2	3,1	5,2
Tilbageholdelse i %	44,8	73,8	60,2	44,0	38,9	40,6	64,0	75,6	55,5	43,7	60,6	65,8	58,6

vandtilførsel, ton/ år	4,0	7,0	6,0	7,3	9,8	12,5	8,5	4,1	3,5	11,8	11,6	9,2	8,5
vandtilførsel, sommer, ton/	0,3	0,8	0,4	0,6	1,3	2,2	0,9	0,3	0,5	1,1	1,2	0,6	0,6

vandtilførsel, 1000m³/ år 4512,6 7709,7 6397,6 7922,2 9685 12516 8694,4 4631,3 4002,5 11812 11102 9224,5 8504

Søgård Sø 2001 Nitrogen, total Alle værdier i kg

Tilførsel

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 360l	6074,7	7129,9	5534,4	3185,2	951,2	356,2	276,7	227,1	3517,9	5286,8	4910	5337	5329,1	42787,2
Tilløb 360l	1302,6	1430,4	1177	836	295,4	67,2	33	60,9	652,5	1293,4	1200,7	1354,1	1109	9703,2
Umålt opl	1157,9	1271,5	1046,3	743,1	262,6	59,8	29,3	54,1	580	1149,7	1067,3	1203,7	985,8	8625,1
Grundvanc	0	0	0	0	575	0	0	313,6	417,9	686,7	0	466,3	1306,5	2459,4
Atm. depo:	41,4	40,8	40,7	38,3	37,2	35,6	36,1	36,9	39,6	43,1	41,3	42	185,4	472,9
Ialt	8576,7	9872,6	7798,4	4802,6	2121,3	518,8	375,1	692,6	5207,9	8459,6	7219,2	8403,1	8915,7	64047,9
i alt ton	8,5767	9,8726	7,7984	4,8026	2,1213	0,5188	0,3751	0,6926	5,2079	8,4596	7,2192	8,4031	8,9157	64,0479

Fraførsel

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 360l	7887,8	8682,3	6033,4	4091,7	1550,2	219,9	35,9	102,2	1770,9	5948,3	5267,1	7064,5	3679	48654,1
Grundvanc	743,7	1270,9	1074	77,6	0	0,7	10,7	0	0	0	113	0	11,4	3290,5
Ialt	8631,5	9953,2	7107,4	4169,3	1550,2	220,6	46,6	102,2	1770,9	5948,3	5380,1	7064,5	3690,4	51944,7
i alt ton	8,6315	9,9532	7,1074	4,1693	1,5502	0,2206	0,0466	0,1022	1,7709	5,9483	5,3801	7,0645	3,6904	51,9447

Magasinering og retention

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasiner	-514,2	-356,3	-546,1	-777,9	-1288,7	-1104,2	-99,5	-59,7	3250	-245,8	908,2	424,6	697,8	-409,5
Magasiner	-5,142	-3,563	-5,461	-7,779	-12,887	-11,042	-0,995	-0,597	32,5	-2,458	9,082	4,246	6,978	-4,095
Retention	459,3	275,7	1237,1	1411,3	1859,8	1402,5	428	650,1	187,1	2757,1	930,9	914	4527,5	12512,8
Retention i	4,593	2,757	12,371	14,113	18,598	14,025	4,28	6,501	1,871	27,571	9,309	9,14	45,275	125,128
Ialt	-54,8	-80,6	691	633,4	571,1	298,3	328,5	590,4	3437	2511,3	1839,1	1338,6	5225,3	12103,2
i alt ton	-0,0548	-0,0806	0,691	0,6334	0,5711	0,2983	0,3285	0,5904	3,437	2,5113	1,8391	1,3386	5,2253	12,1032

Retention %

År	18
Sommer	37,4

Bilag 5.2: Fosforbalance i kilo for Søgård Sø, 2001.

Phosphorbalance - Søgård Sø													
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Samlet tilførsel, kg/å	897,3	868,4	928,1	879	1410,8	1634,8	874,4	523,4	507,9	1454,3	3145,2	1451,5	907,4
Samlet fraførsel, kg/	950,7	1379,4	938,2	730,2	1297,2	1457,3	1229,1	444,5	368,5	1326,5	1367,3	951,8	790,8
Magasinering	6,1	9,4	-67,9	46,3	-22	26,1	-77,3	19,3	-5,9	11,3	49,7	-3,1	-7,8
Retention	-59,5	-520,4	57,8	102,5	135,6	151,4	-277,4	59,6	145,3	116,5	1728,2	502,8	124,4
Indløbskonc., mg/l	0,199	0,113	0,145	0,111	0,146	0,131	0,101	0,113	0,127	0,123	0,283	0,1573527	0,107
Udløbskonc., mg/L	0,215	0,179	0,145	0,095	0,132	0,117	0,138	0,098	0,090	0,114	0,122	0,10324442	0,093
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Samlet tilførsel, kg/å	91,4	136,4	66,7	90,7	195,8	290,2	114,6	46,3	53,6	101,3	146,2	65,3	106,3
Samlet fraførsel, kg/	100,1	399,2	162,9	157,3	277,3	370,2	221,7	75,3	103,1	195,3	362,9	145	179,7
Magasinering	63,3	94,2	110	25,5	19,2	13,3	67,9	55,5	46,4	31,4	92,5	34	94,3
Retention	-72,0	-357,0	-206,2	-92,1	-100,7	-93,3	-175,0	-84,5	-95,9	-125,4	-309,1	-113,7	-167,7
Indløbskonc., mg/l	0,020	0,018	0,010	0,011	0,020	0,023	0,013	0,010	0,013	0,009	0,013	0,007079	0,013
Udløbskonc., mg/l	0,023	0,052	0,025	0,020	0,028	0,030	0,025	0,017	0,025	0,017	0,032	0,0157286	0,021

Søgård Sø 2001 Phosphor, Alle værdier i kg

Tilførsel

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 3600	83,5	150,4	175,3	18,5	5,3	4,8	5,6	6,3	52,2	56,7	64	81,8	74,1	704,3
Tilløb 3601	10,4	21,5	8,2	3,2	1,7	0,8	0,5	0,8	6	11,9	14,8	13,8	9,9	93,6
Umålt opla	9,3	19,1	7,3	2,8	1,5	0,8	0,5	0,7	5,3	10,5	13,1	12,3	8,8	83,2
Grundvanc	0	0	0	0	5,4	0	0	2,9	3,9	6,5	0	4,4	12,3	23,1
Atm. depo:	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	1,2	3,2
Ialt	103,5	191,3	191,1	24,7	14,2	6,6	6,8	11	67,7	85,8	92,2	112,5	106,3	907,4

Fraførsel

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Afløb 3601	80,9	91	52,8	40,4	33,4	16,9	7,7	28,9	90,3	113,4	88,7	110,5	177,1	754,8
Grundvanc	8,7	12,4	9,9	0,7	0	0	2,5	0	0	0	1,8	0	2,5	35,9
Ialt	89,6	103,4	62,7	41,1	33,4	17	10,2	28,9	90,3	113,4	90,5	110,5	179,7	790,8

Magasinering og retention

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Magasiner	-18,9	-6,8	-15	6,5	58	48,3	40,3	29	-81,3	-69,8	12,8	-11	94,3	-7,8
Retention	32,8	94,7	143,4	-22,9	-77,1	-58,7	-43,7	-46,9	58,7	42,3	-11,1	13,1	-167,7	124,4
Ialt	13,9	87,9	128,4	-16,4	-19,2	-10,4	-3,4	-17,9	-22,6	-27,6	1,7	2,1	-73,4	116,6

Retention %

År	12,7
Sommer	-118,3

Bilag 6.1: Sommer- og årsmiddel for de vandkemiske parametre i Søgård Sø, 1989-2001. Udvikling vurderet ud fra lineær regression lavet på logtransformeret middelværdier.

Års middel	Sigtet. m	Klorofyl mg/l	pH	Total fosfor mg/l	Filt. uorg. fosfor mg/l	Total kvæl- stof mg/l	Amm. kvæl- stof mg/l	Nitrit, nitrat kvælstof mg/l	Sili- cium mg/l	Tot. jern mg/l	Alkal. meq/l	Susp. stof mg/l	Gløde- tab mg/l	COD mg/l
År	m	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l
1989	0,51	0,169	8,80	0,307	0,047	5,62	0,072	3,371	4,37		2,25	37,20	20,16	
1990	0,59	0,189	8,74	0,330	0,085	7,17	0,039	5,251	7,11		2,02	33,44	17,73	
1991	0,51	0,152	8,78	0,275	0,053	5,75	0,027	4,184	4,98		2,15	30,90	15,18	
1992	0,72	0,104	8,48	0,177	0,026	8,17	0,096	6,602	3,32		2,43	26,05	12,40	17,36
1993	0,78	0,095	8,37	0,197	0,056	7,66	0,075	6,121	5,94	0,577	2,16	22,77	12,80	16,41
1994	0,78	0,062	8,12	0,171	0,048	5,91	0,109	4,572	5,29	0,583	2,11	17,98	9,49	12,42
1995	0,85	0,077	8,40	0,213	0,093	4,50	0,094	3,552	9,48	0,490	2,39	17,56	10,18	14,12
1996	0,60	0,108	8,47	0,169	0,035	4,86	0,109	3,644	4,42	0,449	2,32	20,50	10,81	15,51
1997	0,70	0,109	8,87	0,165	0,023	5,66	0,052	4,256	3,14	0,418	2,13	21,08	12,46	12,75
1998	0,74	0,087	8,22	0,157	0,035	7,64	0,100	6,533	4,60	0,515	2,28	21,34	10,64	11,56
1999	0,70	0,074	8,24	0,177	0,040	5,85	0,089	4,473	5,34	0,656	2,33	20,89	9,99	12,94
2000	0,71	0,071	8,29	0,180	0,036	4,76	0,088	3,567	4,62	0,606	2,31	19,67	10,36	13,23
2001	0,78	0,053	7,88	0,174	0,055	5,18	0,059	4,260	5,52	0,281	2,57	15,45	8,46	10,64
Udvikling	+	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
r ²	0,330	0,641	0,455	0,585	0,089	0,144	0,125	0,013	0,005	0,131	0,284	0,682	0,708	0,594
p-værdi	0,040	0,001	0,011	0,002	0,322	0,201	0,236	0,710	0,820	0,339	0,061	0,001	0,000	0,009

Sommer middel	Sigtet. m	Klorofyl mg/l	pH	Total fosfor mg/l	Filt. uorg. fosfor mg/l	Total kvæl- stof mg/l	Amm. kvæl- stof mg/l	Nitrit, nitrat kvælstof mg/l	Sili- cium mg/l	Tot. jern mg/l	Alkal. meq/l	Susp. stof mg/l	Gløde- tab mg/l	COD mg/l
År	m	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l
1989	0,34	0,208	9,10	0,426	0,064	3,75	0,107	1,262	3,72		1,88	52,42	27,96	
1990	0,35	0,341	9,41	0,586	0,160	3,78	0,048	1,119	8,52		1,82	53,80	30,25	
1991	0,38	0,214	9,18	0,413	0,075	2,97	0,017	1,081	3,82		1,84	44,70	22,11	
1992	0,43	0,16	8,69	0,292	0,040	4,09	0,110	2,026	1,26		2,45	41,64	18,95	26,41
1993	0,45	0,171	8,63	0,319	0,083	3,86	0,083	1,590	4,76	0,775	2,00	37,80	21,86	29,08
1994	0,48	0,127	8,26	0,268	0,055	3,50	0,167	1,747	2,87	0,717	1,97	31,97	15,35	21,77
1995	0,56	0,142	8,92	0,371	0,166	2,64	0,132	1,264	11,07	0,572	2,23	28,47	16,72	23,81
1996	0,45	0,186	8,85	0,265	0,047	2,52	0,120	0,590	1,30	0,641	1,84	32,94	15,93	24,45
1997	0,42	0,153	9,22	0,261	0,039	3,24	0,085	1,516	1,73	0,613	1,84	33,35	18,48	18,49
1998	0,53	0,149	8,70	0,239	0,039	4,03	0,111	2,294	1,65	0,686	2,16	35,52	17,28	19,23
1999	0,46	0,14	8,70	0,260	0,034	3,12	0,118	1,351	2,12	0,823	2,14	33,83	15,71	22,55
2000	0,46	0,136	8,90	0,273	0,038	2,30	0,066	0,545	2,09	0,650	2,06	28,05	15,08	21,89
2001	0,59	0,086	8,63	0,292	0,095	2,81	0,067	1,290	4,98	0,381	2,39	23,92	14,30	18,03
Udvikling	+	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
r ²	0,584	0,594	0,136	0,542	0,149	0,282	0,053	0,030	0,089	0,227	0,187	0,762	0,723	0,536
p-værdi	0,002	0,004	0,214	0,004	0,193	0,062	0,450	0,572	0,322	0,194	0,140	0,000	0,000	0,016

Bilag 6.2: De målte vandkemiske parametre i Søgård Sø, 2001.

Dato	Dybde cm	Suspenderet mg/l	Chlorofyll mg/l	Alkalinitet mmol/l	Ammonium mg/l	Calcium mg/l	Strontium mg/l	Nitrat mg/l	Nitrit mg/l	Nitrogen mg/l	Orthophosphat mg/l	Orthophosphat mg/l	Phosphat mg/l	Jern-P mg/l	Silicium mg/l	Chlorophyll mg/l	pH	Sigtedybde m
08-02-01	127	7,1	2,9	2,6	3,5	0,076		7,2	7,6	0,042	0,041	0,074	0,19	8,2	0,011	7,7	1,2	
12-03-01	97	15	6,6	2,33	8	0,014		6,2	6,9	0,027	0,016	0,067	0,3	3,3	0,066	8,51	0,9	
02-04-01	137	8,2	4,3	2,55	8,9	0,018		6,3	6,9	0,0091	0,0063	0,049	0,16	3,8	0,0045	8,46	1,4	
23-04-01	123	5,2	3,8	2,63	5,9	0,0073		5,6	6	0,018	0,002	0,06	0,068	2,5	0,023	8,69	1,5	
07-05-01	35	14	7,9	2,75	10	0,0096		4,8	5,7	0,002	0,0025	0,069	0,14	1,7	0,039	8,86	0,8	
21-05-01	72	23	13	2,62	17	0,011		2,9	4,6	0,002	0,002	0,18	0,23	1,1	0,083	8,86	0,65	
06-06-01	47	25	13	2,48	14	0,42		2,1	3,6	0,072	0,059	0,2	0,51	0,98	0,044	8,09	0,4	
21-06-01	47	27	17	1,89	28	0,016		0,57	2,5	0,02	0,0094	0,19	0,31	0,33	0,14	8,93	0,4	
02-07-01	52	37	23	1,86	23	0,083		0,031	1,6	0,11	0,099	0,32	0,45	5,7	0,11	8,37	0,45	
16-07-01	57	24	17	2,23	30	0,023		0,002	1,7	0,17	0,16	0,39	0,29	11	0,11	9,03	0,5	
30-07-01	77	25	13	2,23	16	0,064		0,002	1,4	0,2	0,16	0,37	0,46	6	0,057	8,6	0,7	
13-08-01	57	28	16	2,44	19	0,018		0,002	2	0,16	0,16	0,44	0,51	9	0,11	8,84	0,5	
27-08-01	62	24	13	2,61	17	0,015		0,002	1,2	0,16	0,15	0,43	0,61	5,3	0,063	8,84	0,55	
10-09-01	67	23	18	2,61	18	0,0056		0,002	1,5	0,16	0,16	0,41	0,44	6,4	0,11	8,78	0,6	
24-09-01	87	15	7,8	2,44	8	0,039		3,4	4,8	0,096	0,097	0,23	0,24	7,9	0,083	7,7	0,8	
08-10-01	107	15	7,4	2,83	7,6	0,01		4,8	5,7	0,0066	0,0055	0,11	0,15	5	0,11	8,15	1	
05-11-01	117	11	5,2	3,02	5,7	0,1		5,3	5,6	0,022	0,019	0,089	0,15	2,5	0,026	7,93	1,1	
10-12-01	134	3,8	1,2	2,88	1,8	0,076		7,3	7,5	0,036	0,037	0,12	0,17	8,8	0,0055	7,66	1,55	

Bilag 6.3: Tidsvægtede sommergennemsnit for fytoplanktonbiomassen i Søgård Sø, 1989-2001.

Tidsvægtede sommer gennemsnit	Kiselalger	Blågrønalger	Grønalger	Rekylalger	Furealger	Stilkalger	euglenaphyceae	Ubestemte	Total biomasse
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l
1989	6,74	0,02	8,22	0,76	0,00	0,00		0,22	15,97
1990	6,56	0,00	10,90	0,44	0,00	0,00		0,14	18,05
1991	9,24	0,00	10,05	0,59	0,13	0,00		0,47	20,47
1992	6,91	0,29	2,94	0,64	0,00	0,00		0,15	10,93
1993	4,99	0,33	2,59	0,83	0,45	2,37		0,22	11,80
1994	3,17	0,62	1,36	0,83	0,00	0,00		0,21	6,19
1995	3,16	6,82	2,31	1,24	0,00	0,22		0,24	13,99
1996	5,68	1,64	2,57	2,72	0,00	0,00		0,47	13,09
1997	3,35	1,27	2,37	0,61	0,00	0,61		0,28	8,50
1998	2,88	1,33	1,90	0,34	0,00	0,00		0,11	6,57
1999	3,19	1,65	3,83	0,57	0,00	0,00		0,12	9,36
2000	4,72	0,22	3,34	2,71	0,00	0,01		0,13	11,14
2001	4,26	0,38	5,85	1,26	0,05	0,13	0,21	0,37	12,50

Bilag 6.4: Biomasse af fytoplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Søgård Sø, 2001.

Søgård Sø										Euglenaphyceae		
Søgård Sø	Kiselalger	Blågrønalger	Grønalger	Rekylalger	Furealger	Gulalger	Tribophyceae	Chrysophyceae	Stilkalger	Euglenaphyceae	Andre	Total-biomasse
2001	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l							mg/l
12-03 01	8,878		0,03	0,226							0,08	9,21
02-04 01	1,076		0,33	0,426	0,046						0,26	2,14
23-04 01	1,71		0,127	0,832	0,224				0,358		0,285	3,54
07-05 01	1,412	0,026	0,283	0,647	0,171				0,918		0,124	3,58
21-05 01	1,926		1,095	6,318					0,233		0,07	9,64
06-06 01	0,595		7,693	0,072								8,36
21-06 01	4,444		10,23	3,441			0,028				0,121	18,26
01-07 01	1,768	0,051	8,805	0,607			0,028				0,051	11,31
16-07 01	5,174	0,276	9,341	1,487	0,314		0,023			0,032	0,203	16,85
30-07 01	1,333	1,398	3,443	0,054							0,114	6,34
13-08 01	10,44	1	7,354	0,063					0,23		2,894	21,98
27-08 01	7,827	0,482	4,997	0,155					0,057		0,094	13,61
10-09 01	6,01	0,888	9,997	0,59			0,097			0,783	0,353	18,72
24-09 01	5,08		1,634	0,294						1,725	0,035	8,77
08-10 01	14,161		0,926	0,492								15,58
05-11-01	1,08		0,413	0,109								1,60
Median												9,43
Min												1,60
Maks.												21,98

Bilag 6.5: Tidsvægtede sommergennemsnit for dyreplanktonbiomassen i Søgård Sø, 1989 – 2001.

	Hjuldyr	Cladoceer	Cal. copepoder	Cycl. copepoder	Total biomasse
1989	0,04	0,92	0,000	0,58	1,54
1990	0,04	1,13	0,000	0,57	1,74
1991	0,03	0,29	0,002	0,80	1,12
1992	0,52	1,08	0,002	0,20	1,80
1993	0,17	1,13	0,001	0,44	1,73
1994	0,42	2,61	0,000	0,50	3,53
1995	0,06	1,81	0,001	0,93	2,80
1996	0,13	0,61	0,001	1,21	1,94
1997	0,06	0,73	0,002	1,58	2,37
1998	0,20	1,33	0,00	1,58	3,11
1999	0,08	0,81	0,00	0,72	1,61
2000	0,14	0,36	0,00	0,41	0,91
2001	0,05	1,130	0,00	0,59	1,77
Median					1,77
Min.					0,91
Maks.					3,53

Bilag 6.6: Biomasse af dyreplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Søgård Sø, 2001.

	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide. copepoder	Total-biomasse
Søg-2001	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l
01-03-12	0,8	4,9	0,0	186,1	191,7
01-04-02	0,2	15,8	3,2	698,1	717,3
01-04-23	0,1	14,7	0,0	487,1	501,9
01-05-07	0,5	56,8	0,0	1463,5	1520,8
01-05-21	4,3	1009,1	0,0	2229,3	3242,7
01-06-06	40,5	2072,3	0,0	179,8	2292,6
01-06-21	28,5	1998,3	10,6	238,0	2275,6
01-07-01	127,3	5426,4	3,0	757,2	6313,8
01-07-16	55,2	2016,4	0,0	888,8	2960,3
01-07-30	91,5	43,2	0,0	256,2	391,0
01-08-13	96,7	81,1	0,0	76,9	254,7
01-08-27	29,7	62,5	0,0	232,6	324,8
01-09-10	34,0	26,6	0,0	88,4	148,9
01-09-24	49,2	39,9	0,0	80,8	169,9
01-10-08	78,1	60,8	0,0	86,3	225,2
01-11-05	2,0	588,7	0,0	70,0	660,7
Medium					581,3
Minimum					148,9
Maksimum					6313,79

Bilag 6.7: Fiskeyngeldata, Søgård Sø, 2001.

Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Søgård Sø juli 2001.

Antal/m3			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle 0+	4,762	1,902	55	31
Skalle 1+	0,017	0,068	0	1
Skalle 2+	0,017	0,000	0	0
Brasen 0+	0,398	0,221	5	4
Aborre 0+	3,394	3,992	40	65

Den beregnede tæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Søgård Sø juli 2001.

Antal/m3			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	5,195	2,191	60	35
Aborrefisk	3,394	3,992	40	65
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	8,589	6,183	100	100

Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Søgård Sø juli 2001.

Vådvægt/m3 (g)			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Skalle 0+	0,488	0,205	25	12
Skalle 1+	0,054	0,204	3	12
Skalle 2+	0,201	0,000	10	0
Brasen 0+	0,023	0,014	1	1
Aborre 0+	1,183	1,308	61	76

Den beregnede biomassetæthed af fiskeynglen hos de respektive grupper i littoralzonen og i pelagiet i Søgård Sø juli 2001.

vådvægt/m3 (g)			Procent	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	0,765	0,423	39	24
Aborrefisk	1,183	1,308	61	76
Laksefisk	0,000	0,000	0	0
Andre	0,000	0,000	0	0
Total	1,949	1,731	100	100

For Søgård Sø er der tidligere udgivet følgende:

Vejle Amt (1989). Overvågningssøerne Dons Nørresø 1977-88/Søgård Sø 1980-88.

Vejle Amt (1989-2000). Overvågning af søer 1989.....2000. Vejle Amts overvågningsrapport.

