

Overvågning af

FÅRUP SØ 2002

Næringssalte * Belastning * Biologi

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

Udgivelsesår: 2003.

Titel: Overvågning af Fårup Sø, 2002.

Undertitel: Næringssalte, belastning, biologi.

Forfatter: Lisbeth Elbæk Pedersen.

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

© Copyright: Vejle Amt, 2003. Gengivelse kun tilladt med tydelig
kildeangivelse.

Sideantal:

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: 87-7750-791-6

Indholdsfortegnelse Side

1. Indledning	5
2. Sø- og oplandsbeskrivelse	7
2.1 Søbeskrivelse	7
2.2 Oplandsbeskrivelse	9
3. Klimatiske forhold	13
3.1 Temperatur og solindstråling	13
3.2 Nedbør og fordampning	14
4. Vand- og næringsstoftilførsel	17
4.1 Vandtilførsel	17
4.2 Kilder til næringsstoftilførslen	18
4.3 Udvikling i næringstilførslen	22
4.4 Belastningen fra de enkelte tilløb til søen	24
5. Vand- og stofbalance	27
5.1 Vandstand og vandbalance	27
5.2 Kvælstof-, fosfor- og jernbalance	29
6. Udviklingen i miljøtilstanden	35
6.1 Ilt og temperatur	36
6.2 Kvælstof, fosfor og øvrige parametre	37
6.3 Sigtdybde og klorofyl	42
6.4 Plante- og dyreplankton	44
6.5 Fisk	54
6.6 Undervandsplanter	58
6.7 Bundfauna	62
6.8 Fugle	64
6.9 Det fysiske, kemiske og biologiske samspil	66
7. Sediment	71
8. Miljøtilstand og fremtidig udvikling	73
8.1 Målsætning og miljøtilstand	73
8.2 Fremtidige tiltag	75
9. Sammenfatning og konklusion	77
10. Referenceliste	79
11. Bilag	81

1. Indledning

Fårup Sø er en af de tre søer i Vejle Amt, der indgår i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for ferske vande i Danmark. Denne rapport beskæftiger sig med resultaterne fra Fårup Sø i perioden 1989-2002.

Rapporten omhandler fysiske, kemiske og biologiske undersøgelser i søen, hvor hovedvægten ligger på at belyse ændringer i miljøtilstanden i 2002 i forhold til tidligere år. Rapporteringen er tilrettelagt efter retningslinjerne i Paradigma 2002 (Miljøstyrelsen, 2002). Der er givet en vurdering af effekter af miljøforbedrende tiltag. Muligheden for opfyldelse af målsætningen i Regionplan 1997 ved reduktion af belastningen er belyst.

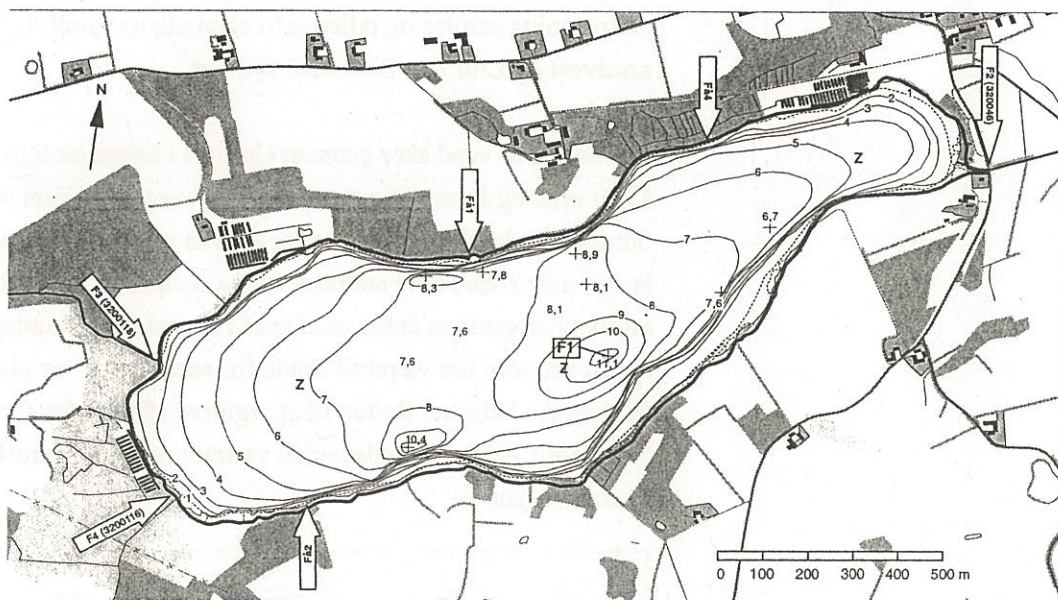
Der er i 2002 desuden foretaget en undersøgelse af søens fugle, som ikke er en del af NOVA-undersøgelsesprogrammet.

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

2. Sø- og oplandsbeskrivelse

2.1 Søbeskrivelse

Fårup Sø ligger i Egtved og Jelling kommuner i en tunneldal øverst i Grejs Å-vandløbssystemet. Søen er dannet ved erosion af bundmateriale, der har skabt en lavning i terrænet. Søbunden består af ferskvandsdynd, der er aflejret efter istiden. Herunder ligger lag af skiftevis sand og ler (rækkefølgen kendes ikke).



Figur 2.1.1: Fårup Sø med dybdekurver og overvågningsstationer med stationsnumre. F1 angiver stationen, hvor der indsamles vand- og planktonprøver. Z angiver de to øvrige zooplanktonstationer.

Fårup Sø er relativt dyb med en maksimaldybde på 11 m og en middeldybde på 5,6 m (tabel 2.1.1). Søen er med sin beliggenhed i øst-vestlig retning meget vindeksponeret, hvorved vandmasserne hyppigt opblandes. Der kan dog i forbindelse med længerevarende perioder med varmt og stille vejr forekomme temperaturlagdeling af vandmasserne.

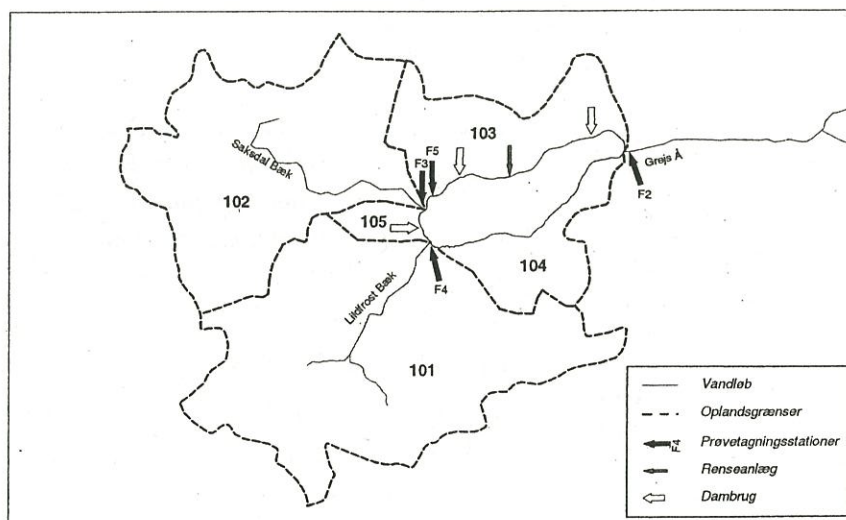
Søen har en smal littoralzone. Godt 80% af søens areal har således en dybde på over 4 m, figur 2.1.1. Søen har flere steder områder med undervandsvegetation, bestående af Potamogeton-arter, der forekommer på vanddybder indtil 2 m.

Areal	994.252 m ²
Volumen	5.555990 m ³
Gennemsnitsdybde	5,6 m
Største dybde	11,10 m
Omkreds	4990 m
Areal af opland	12,69 ha

Tabel 2.1.1: Morfometriske data og oplandsareal, Fårup Sø, 2002.

Hovedparten af vandforsyningen til søen kommer fra væld og grundvand og fra overfladisk afstrømning fra oplandet. En del af den overfladiske afstrømning samles og udledes til søen via to vandløb, Saksdal Bæk mod nordvest og Lildfrost Bæk mod sydvest.

Fraførslen af vand sker gennem Grejs Å i søens østlige ende. Afløbet har fra 1940'erne og frem til sommeren 1995 været reguleret af et stemmeværk. Stemmeværket blev etableret for at give stemmeværksejerne i Grejs Å ret til at anvende søen som vandreservoir ved elproduktion. Reguleringen af afløbet har gennem årene resulteret i meget store vandspejlsvariationer i Fårup Sø, som har været til skade for søens dyre- og planteliv og den økologiske balance. Retten til at regulere afløbet fra søen blev afgivet i sommeren 1995 og vandstanden varierer nu mere naturligt, afhængig af afstrømningen.



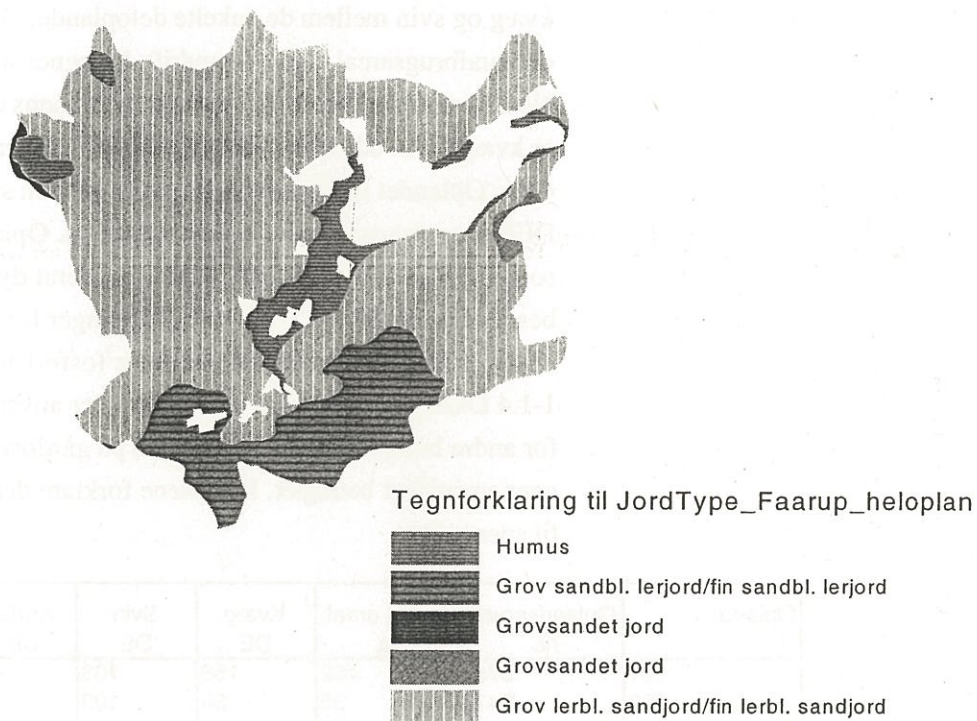
Figur 2.1.2: Kort over tilløbenes og punktkildernes placering i oplandet.

Fårup Sø er eutrofieret af tidligere og nuværende tilførsler af næringsstoffer fra især fosfor fra dambrug, spredt bebyggelse og fra dyrkede marker i oplandet. Der er i 2002 registreret 100 ukloakerede ejendomme. Det svarer til en tæthed på 0,19 PE/ha. Til trods for at søen er blevet mere klarvandet de senere år, er miljøtilstanden i søen ikke god. Indvandring af vandre-

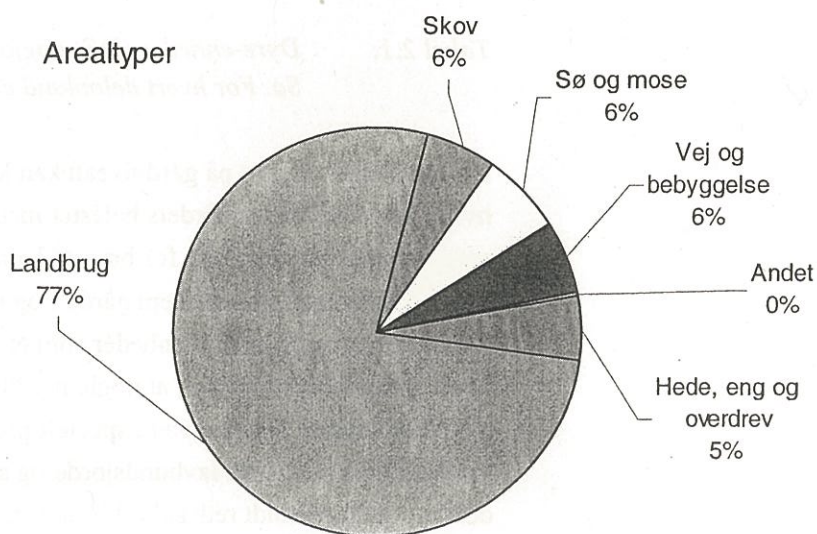
muslingen *Dressena polymorfa*, som er hovedårsagen til det klare søvand er desuden også medvirkende til at forringe søens tilstand.

2.2 Oplandsbeskrivelse

Søens samlede topografiske opland er beregnet til 1269 ha. Jordbunden i oplandet består overvejende af grov lerblandet sandjord/fin lerblandet sandjord (59 %), grov sandblandet lerjord/fin sandblandet lerjord. (33%) og humus (7,5 %), figur 2.2.1. og bilagtabel 2.2.1.



Figur 2.2.1. Fordeling af jordbundtyper i Fårup Sø's opland, 2002



Figur 2.2.2. Arealanvendelse af opland til Fårup Sø.

Langt hovedparten af oplandet er landbrugsområder, i alt ca. 77% af oplandets samlede areal (figur 2.2.2.). Derudover er der spredt dækning af skov (6%), anden natur (11%) m.v. bebyggelse (6 %). Oplandet er delt i 3 deloplande, som alle domineres af dyrkede arealer. (tabel 2.2.1)

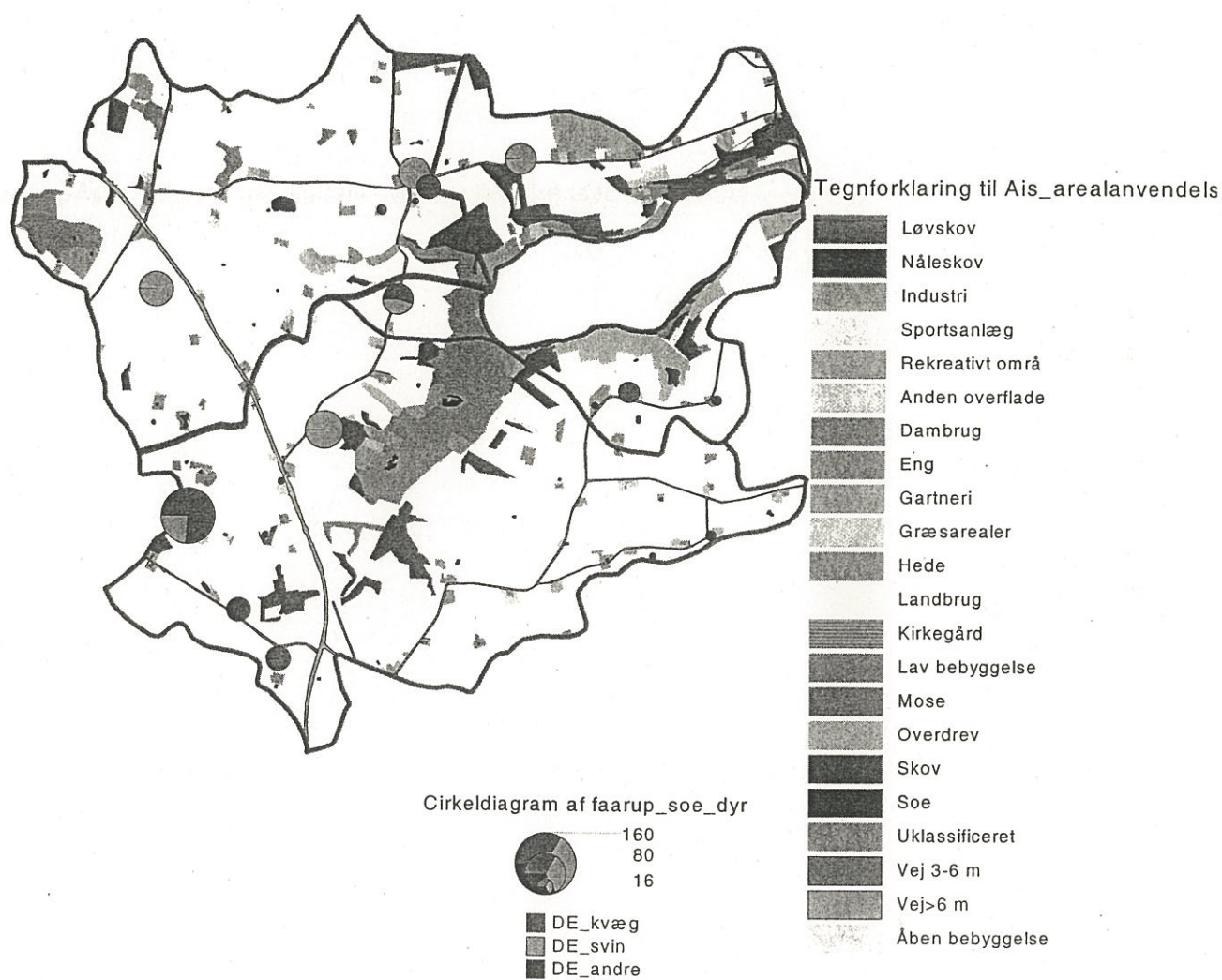
Dyretætheden (DE) er opgjort ud fra AIS-data om dyreenheder og arealet af det samlede landbrugs areal. Data for hvert delopland og for hele oplandet fremgår af tabel 2.2.1 og figur 2.2. Gennemsnittet for hele oplandet er 0,63 DE/ha dyrket areal, men der er stor forskel på antallet af DE for kvæg og svin mellem de enkelte deloplande. Opgøres dyretætheden ud fra det landbrugsareal, der er i omdrift, beregnes dyretætheden til 0,77 DE/ha. Nord for søen er det hovedsageligt svin, mens der syd for søen overvejende er kvæg. Svin udgør ca. 48% af alle DE i oplandet til Fårup Sø. Kvæg udgør 42%. Oplandet til Saksdal Bæk (102) har den største dyretæthed på 4,22 DE/ha, og det er primært svineproduktion. Oplandet til Lildfrost Bæk (101), som er det største delopland, har en moderat dyretæthed på 0,63 DE/ha, bestående af både kvæg og svin. Erfaringer fra sager om udvidelser af husdyrhold viser, at der kan forventes fosforbalance ved 1,7 DE/ha for kvæg, 1-1,4 DE/ha for svin (afhængig af om der anvendes fytase) og ca. 0,6 DE/ha for andre husdyrhold. Dyretætheden på gårdniveau kan derfor, som gennemsnitligt betragtet, ikke alene forklare den relativt store fosfortilførsel til søen.

Opland	Oplandsareal ha	Dyrket areal ha	Kvæg DE	Svin DE	Andet DE	Total DE	Total DE pr. dyrketareal
101	575	462	156	108	41	305	0,66
102	347	35	36	109	1	146	4,22
103	155	90	1	55	1	57	0,63
104	95	60	29	0	12	41	0,68
105	27	18	26	22	0	48	2,58
Hele oplandet	1269	978	256	293	65	614	0,63

Tabel 2.1: Dyreenheder (DE) opgjort for hvert delopland til Fårup Sø. For hvert delopland er angivet total DE pr dyrket areal.

Dyretætheder opgjort på gårdniveau kan kun give et forsigtigt skøn over, hvilke områder der er hårdt belastet med gylle. Ved denne analyse redegøres der således ikke for brug af handelsgødning og eventuelle gyllespredningsaftaler mellem gårde i og udenfor oplandet til Fårup Sø. Analysen ser også på dyreenheder som et gennemsnit for deloplandene og tager derfor ikke højde for, at nogle markblokke kan være mere intensivt gødet end andre. Det kan være specielt problematisk i fosforfølsomme områder som ved f.eks lavbundsgrunde og skrånende arealer. Analysen er derfor et mangelfuldt redskab til brug for udpegning af områder, som er potentielle fosforkilder og hvor eventuelle indsatsplaner med fordel kunne gennemføres.

Amtet venter allerede i 2003 år at kunne udføre mere detaljerede analyser, ud fra information om DE for markblokke i oplandet. Det vil være et vigtigt redskab i fremtidens arbejde med at finde de områder, hvor fosforfrigivelsen ventes at være størst og hvor eventuelle indsatsplaner kunne gennemføres. I alt 550 ha af oplandet er udpeget som SFL-område, og heraf er der indgået MVJ-aftaler på 81 ha. Der er derfor mulighed for at få flere MVJ aftaler på nogle af de områder, det nye analyseredskab peger på som potentielle fosforkilder.



Figur 2.2.2. Deloplande til Fårup Sø med angivelse af arealanvendelse og dyrebestande. Deloplande er nummeret 101-105.

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
2002	9,1	1416	963	536
1989(94)-2001	8	1670	799	540

Tabel 3.1: Lokale klimatiske forhold i 2002 sammenlignet med perioden 1989-2001 for nedbør og fordampning og perioden 1994-2001 for temperatur og indstråling. Fordampningsdata fra hhv. 1999-2001 stammer fra st. Båstrup, 2002 fra Bygholm, mens der de øvrige år er anvendt værdier fra st. Bredsten.

3.1 Temperatur og solindstråling

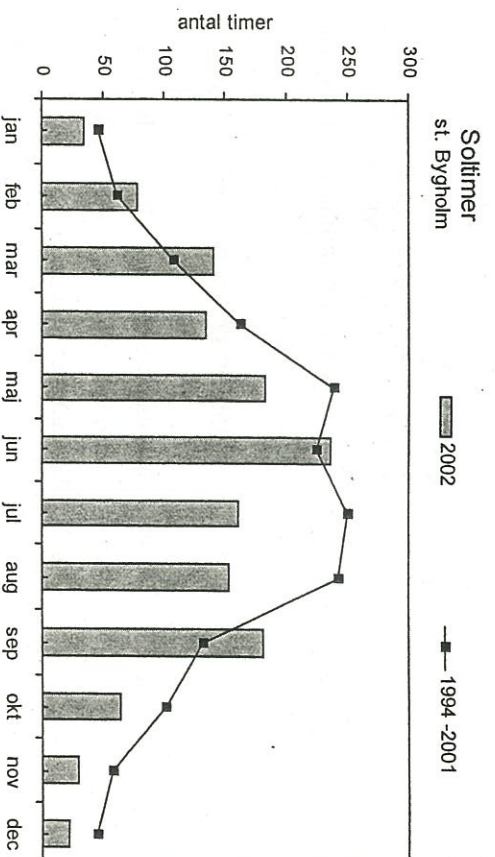
Lufttemperaturen og solindstrålingen har betydning for opvarmning af søvandet. Solindstrålingen har desuden betydning for plantevæksten. Indstråling angives i soltimer.

Lufttemperatur

Årsmiddeltemperaturen var 9,1°C i 2002 mod 8°C for perioden 1994-2001. Bortset fra oktober og december lå temperaturen over eller omkring middel for månederne i de foregående år (figur 3.1.1).

Indstråling

I 2002 skinnede solen i 1416 timer, hvilket var lidt mere end perioden 1994-2001, når der samtidig blev observeret højere temperaturer. Andre steder i landet var indstrålingen større (2028 timer i København), og der var da også lokalt højere solindstråling end normalt i marts og september, mens resten af året lå på normalen eller under (særlig maj, juli og august). I august skinnede solen 90 timer mindre end gennemsnittet for den forudgående periode.



Figur 3.1.1: Indstråling og lufttemperatur i 2002 (st. Bygholm) sammenlignet med perioden 1994-2001 (st. Brakker for indstråling og st. Båstrup for lufttemperatur)

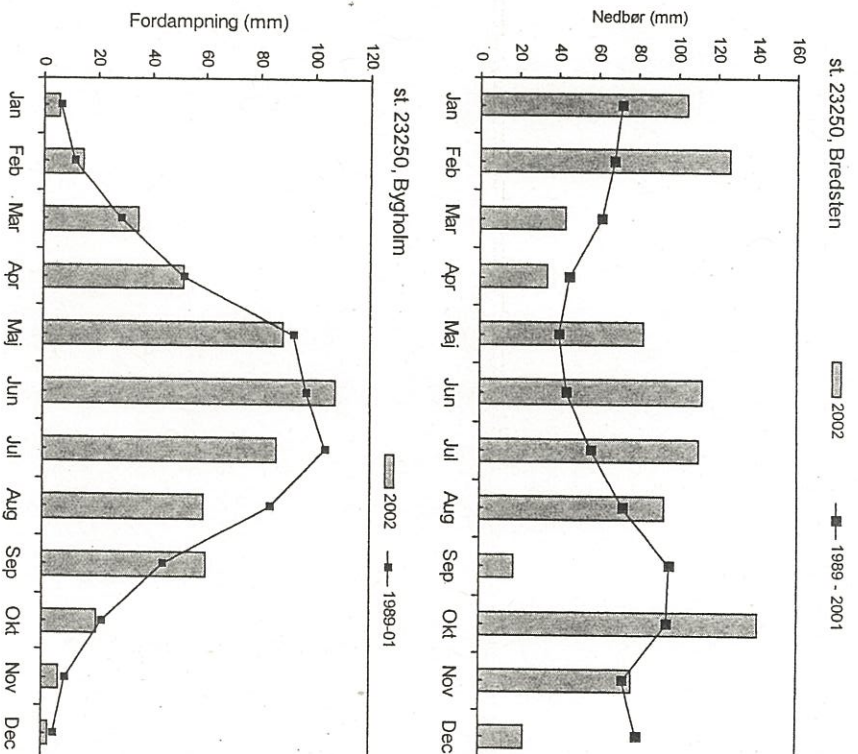
3.2 Nedbør og fordampning

Nedbør

Årsnedbøren på målestation Bredsten var 963 mm i 2002, hvilket var meget over gennemsnittet for 1989-2001, hvor der faldt 799 mm. Årsgennemsnittet dækker over en meget stor variation. Der faldt ekstremt meget nedbør i februar, juni og til dels oktober. Især februar var ekstrem med 126 mm, hvilket var tre gange over normalen over 30-års normalen (1961-90), og endda 17 mm mere end landsgennemsnittet, der aldrig er målt højere siden målingerne startede i 1874. I sommermånederne var nedbørsmængden også større end den foregående periode, omend i mindre omfang. September var til gengæld ekstremt tør, og de lokalt målte 17,5 mm var faktisk lavere end det hidtil lavest registrerede landsgennemsnit siden 1874. Også december var meget tør med mindre end en trediedel af den normale nedbør.

Fordampning

Fordampningsdata fra 2002 er vanskelige at sammenligne med den tidligere periode, idet der fra 1989 til 1999 er benyttet data fra st. Bredsten, fra 1999 til 2002 fra st. Båstrup, og endelig i 2002 fra st. Bygholm. Med dette forbehold var fordampningen i 2002 med 536 på niveau med perioden 1989-2001 (figur 3.2.1). Juli og august lå noget under gennemsnittet fra 1989-2001.



Figur 3.2.1: *Nedbør og fordampning i 2002 og gennemsnit af perioden 1989-2001.. Fordampningsdata fra St. Bredsten (1989-1998), st. Båstrup (1999-2001) og fra st. Bygholm i 2002.*

Samlet vurdering

2002 blev lokalt et usædvanligt varmt, nedbørstørigt og solfattigt år. Februar var en rekordmåned, idet nedbøren blev på hele 126 mm, men derudover var der flere påfaldende vejrbegivenheder igennem året. Frem til og med september var alle måneder således væsentlig varmere end normalt med specielt en meget varm sommer, mens de sidste 3 måneder blev ret kolde.

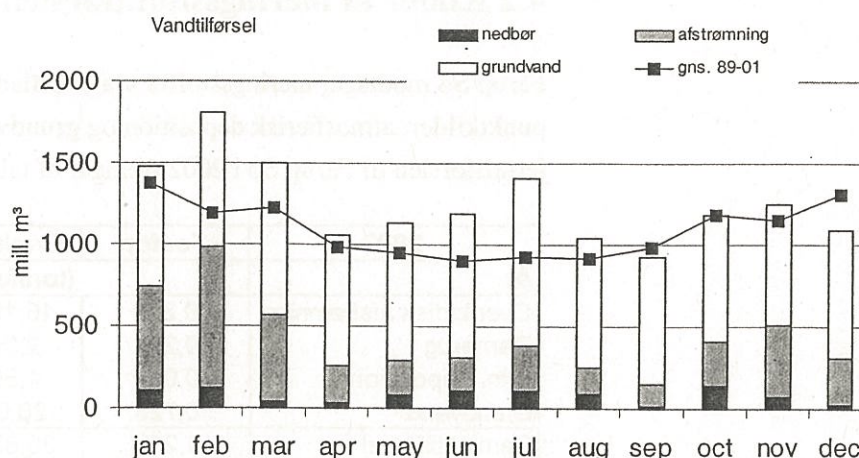
4. Vand- og næringsstofftilførsel

4.1 Vandtilførsel

Den totale vandtilførsel i 2002 var med i alt 15,07 mill. m³ den største vandtilførsel i hele overvågningsperioden, og væsentligt større end gennemsnittet for perioden 1989-2001, som var på 13,02 mill. m³. Størsteparten af den samlede vandtilførsel kom fra grundvand, i alt 66% i 2002, mens overfladeafstrømningen udgjorde 28%. Den samlede vandtilførsel varierer kun lidt fra år til år på grund af det relative konstante og høje grundvandsbidrag.

Vandtilførsel (mill m ³)	År	Sommer
Lildfrost Bæk	2,38	0,56
Saksdal Bæk	1,06	0,24
Umålt opland	0,76	0,17
Overfladeafstr.	4,21	0,97
Nedbør	0,96	0,42
Grundvand umålt	9,90	4,32
Total vandtilførsel	15,07	5,71

Tabel 4.1.1: Vandtilførslen til Fårup Sø, 2002.



Figur 4.1.1: Den månedlige vandtilførsel fordelt på nedbør, overfladeafstrømning (10³ m²) og grundvand i 2001 sammenlignet med gennemsnittet af den samlede månedsvise vandtilførsel i perioden 1989-2002.

Den totale månedsvise vandtilførsel fordelt på nedbør, afstrømning og grundvand for 2002 er afbildet i figur 4.1.1. I de fleste af månederne i 2002 var den samlede vandtilførsel større end gennemsnittet for perioden 1989-2001, men vandtilførslen i især februar, men også marts og maj-juli var bemærkelsesværdig stor. Kun i september og december var vandtilførslen væsentlig mindre end gennemsnittet for 1989-2001.

Nedbør

2002 adskilte sig meget fra de øvrige år, idet der i de fleste måneder faldt store mængder, som var langt over gennemsnittet for 1989-2001. I januar og februar faldt der store mængder nedbør, og sommeren var usædvanlig våd. September og december var derimod usædvanlig nedbørsfattige. Den samlede nedbørsmængde var i 2002 på 963.100 m³, svarende til 6,3% af den samlede tilførsel.

Overfladeafstrømning

Variationen i overfladeafstrømningen afspejlede i 2002 ikke helt variationerne i nedbøren. Den store afstrømning i februar passede dog fint med den store nedbør samme måned. I sommermånederne var afstrømningen lav til trods for en store nedbørsmængder, hvilket hang sammen med, at en stor del af vandet enten fordampede eller blev optaget i planterne. F.eks. var fordampningen i juni over gennemsnittet, jf. kapitel 3.

Grundvandstilførslen

De større nedbørsmængder generelt i 2002 har også betydning for grundvandtilførslen. Fra februar til september lå månedsbidragene betydeligt over gennemsnittet for perioden 1989-2001. Den årlige grundvandstilførsel til søen varierer normalt kun lidt fra år til år, men variationen i 2002 mellem månederne var større. Grundvandstilførslen i 2002 var med 9.899,4 mill. m³ blandt de største for perioden, kun i 1996 blev der beregnet en større tilførsel.

4.2 Kilder til næringsstofftilførslen

Fårup Sø modtager næringsstoffer via overfladisk afstrømning fra oplandet, punktkilder, atmosfærisk deposition og grundvand. Fosfor-, kvælstof- og jerntilførslen til Fårup Sø i 2002 fremgår af tabel 4.2.1.

2002	Fosfor	Kvælstof	Jern
År	(ton/år)		
Overfladisk afstrømning	0,249	16,198	3,336
Dambrug	0,231	2,09	
Atm. deposition	0,010	1,50	
Grundvand	0,723	20,07	14,05
Samlet tilførsel	1,212	39,854	17,38
Sommer	Fosfor	Kvælstof	Jern
Overfladisk afstrømning	0,065	1,604	1,053
Dambrug	0,096	0,873	
Atm. deposition	0,004	0,624	
Grundvand	0,316	8,764	6,135
Samlet tilførsel	0,481	11,864	7,188

Tabel 4.2.1: Fosfor-, kvælstof- og jerntilførslen til Fårup Sø, 2002.

Den overfladiske afstrømning af næringsstoffer er beregnet ud fra målinger af vandføring i de to mest betydende tilløb til søen, Lildfrost Bæk og Saksdal Bæk, samt en beregning af det umålte opland. Den overfladiske afstrømning

omfatter tilførsel af næringsstoffer fra dyrkede marker, husspildevand fra den spredte bebyggelse og et baggrundsbidrag. Beregning af atmosfærisk deposition er beregnet på baggrund af koefficienter. Grundvandsbidraget er det bidrag, der tilføres søen fra egentlige kilder i søbunden eller fra kilder i umiddelbar nærhed af søbredden. Da en del af grundvandet er ret ungt og overfladenært stammer en del af grundvandets indhold af fosfor og kvælstof fra dyrkning af markerne.

Den samlede fosfortilførsel til Fårup Sø var i 2002 på 1,212 tons og er 9% mere end gennemsnittet for perioden 1989-2001, som var på 1,047 tons. Tilførslen af kvælstof på 39,86 tons i 2002 var lidt mere end gennemsnittet for perioden 1989-2001. Hovedparten af fosfor- og kvælstoftilførslen (h,h,v, 60 og 51%) kom via grundvandet. Jerntilførslen i 2002 var med 17,38 tons den største, der er registreret i for perioden 1989-2002.

Kildeopsplitning

Den relative fordeling af den samlede fosfor- og kvælstoftilførsel i 2002 fordelt på baggrundsbidrag, spredt bebyggelse, atmosfærisk deposition, dyrkning, baggrundsbidrag, punktkilder, atmosfærisk deposition er illustreret i figur 4.2.1., og kildeopsplitning af oplandene til de to målte tilløb samt det umålte opland og grundvand er angivet i tabel 4.2.2. Beregningsmetoder er beskrevet i metodeafsnittet bilag 11.

Beregninger

Punktkilder omfattede i 2002 bidrag fra to dambrug og et regnvandsbetinget udløb fra Gammelby. Dambrugets udledning af fosfor og kvælstof stammer primært fra fiskenes ekskrementer og foderspild. Beregningen af udledningen fra dambrug bygger på oplysninger om foderforbrug. Oplysninger om udledning fra spredt bebyggelse bygger på oplysninger fra kommunerne om de enkelte ejendommers afledningsform. Baggrundsbidraget er beregnet ved at gange vandføringsvægtede koefficienter på 0,049 mg fosfor/l og 1,63 mg kvælstof/l (Danmarks Miljøundersøgelser, 2003) med vandtilførslen fra overfladisk afstrømning og grundvand. Dyrkningsbidraget beregnes som summen af dyrkningsbidraget fra overfladisk afstrømning og grundvand. Dyrkningsbidraget fra grundvandet beregnes som forskellen mellem grundvands- og baggrundsbidraget. Dyrkningsbidraget fra den overfladiske afstrømning beregnes som forskellen mellem den samlede tilførsel og baggrundsbidraget og spredt bebyggelse.

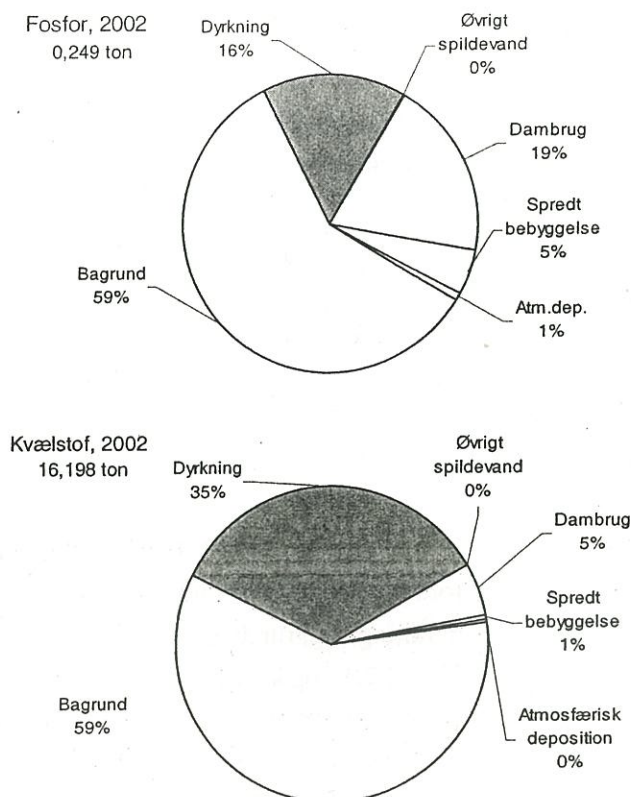
Kvælstof

Baggrundsbidraget og bidraget fra dyrkning udgør de væsentligste kvælstofkilder med hhv. 59 og 35% af den samlede tilførsel, dernæst spredt bebyggelse med 5%. Bidragene spredt bebyggelse og atmosfærisk deposition udgør kun en mindre del.

Fosfor

Baggrundsbidraget og bidraget fra dyrkning og dambrug er de væsentligste fosforkilder med hhv. 58, 19 og 18% af den samlede fosfortilførsel, dernæst

spredt bebyggelse med ca. 5%. Bidragene spredt bebyggelse og atmosfærisk deposition udgør kun en mindre del.



Figur 4.2.1: Kilder til fosfor- og kvælstoftilførslen til Fårup Sø for 2002.

Spredt bebyggelse

Der er på nuværende tidspunkt usikkerhed om, hvor meget af fosforledningen fra spredt bebyggelse, der når frem til vandløb og søer, idet alternative processer som nedsivning og omsætning undervejs ikke er godt kendte. Desuden er der væsentlige forskelle mellem tilførslerne i våde og tørre år (DMU, 1999). Da 2002 har været overvejende vådt, også om sommeren, antages det imidlertid, at en stor del af de beregnede 61 kg fosfor i 2002 nåede frem til søen.

Baggrundsbidrag

Baggrundsbidraget kan være overestimeret, idet den anvendte koncentration til beregning af baggrundsbidraget formentlig er for høj. Det vil i givet fald betyde, at det dyrkede bidrag fra oplandet og fra grundvandet er underestimeret.

Fosforkilder 2002	Samlet tilførsel	Lildfrost Bæk	Saksdal Bæk	Umålt opland og grundvand
Øvrigt spildevand	0,005	0,005		
Dambrug	0,231			0,231
Spredt bebyggelse	0,061	0,024	0,029	0,008
Atm.dep.	0,01			0,01
Baggrundsbidrag	0,712	0,117	0,052	0,543
Dyrkning	0,193	-0,009	-0,017	0,219
Samlet tilførsel	1,212	0,132	0,064	0,959

Tabel 4.2.2: Kildeopsplitning af fosfor i oplandene til de målte tilløb samt til det 'Umålte opland og grundvand'.

Dyrkning

Det samlede dyrkningsbidrag er beregnet til ca. 193 kg fosfor i 2002. Det ses af kildeopsplitningen at fosfor i de to målte vandløbsoplande, Lildfrost Bæk og Saksdal Bæk samt for det 'Umålt opland og grundvand', at dyrkningsbidraget i de målte oplande er negativt, mens der er et positivt dyrkningsbidrag fra 'Umålt opland og grundvand'.

Dyrkningsbidraget, der er registreret i 2002, fremkom udelukkende ved at kildeopsplutte grundvandsbidraget. En meget stor del af det grundvand der løber til Fårup Sø er meget ungt og ligger relativt overfladisk, hvilket betyder, at det medbringer næringsstoffer fra overfladiske kilder. Den høje gennemsnitlige fosforkoncentration på 0,073 mg fosfor/l, der anvendes til beregning af grundvandsbidraget mere end indikerer, at en del grundvandet stammer påvirket fra dyrkning. Til sammenligning er den anvendte fosforkoncentration fra naturoplande til beregning af baggrundsbidraget 0,049 mg fosfor.

Dyrkningsbidraget i de målte oplande var også i 2002 beregnet til at være negativ. Der er imidlertid flere forhold, der taler for, at dette mere skyldes, at at fosfortilførslen til tilløbene er underestimeret, dels på grund af overestimering af baggrundsbidraget, men ikke mindst fordi flere undersøgelser viser, at målinger af fosfortilførsel til mindre vandløb ofte er underestimeret.

Fosfortilførslen i mindre vandløb underestimeres ved overvågningsprogrammets normale prøvetagningsmetode, hvor prøverne udtages punktvis. De største forskelle ses i små vandløb med hyppige ændringer i afstrømningen. Dette skyldes primært, at en meget stor del af fosfortransporten finder sted i forbindelse med kortvarige afstrømningshændelser. En mere præcis stoftransportberegning af totalfosfor får man ved at anvende en puljet prøvetagning (intensiv prøvetagning), hvor der

tages mange delprøver i løbet af et døgn. På denne måde sikrer man, at de store afstrømningshændelser også repræsenteres i prøvetagningen.

Erfaringerne med intensivmålinger af fosfortransporten ved en række intensivstationer viser, at forskellen mellem intensivt puljet prøvetagning og den normale prøvetagning kan være betydelig. Målinger i Vejle Amt viser, at de intensive stationer måler mellem 29 og 67% højere fosfortransport i forhold til normal prøvetagning (Andersen, B. et al., 1999). Undersøgelser foretaget af Danmarks Miljøundersøgelser viser, at fosfortransporten i 9 vandløb underestimeres med gennemsnitlig 70% ved den normale prøvetagningspraksis med 18-24 vandprøver pr. år (Bøgestrand, 1999). Undersøgelserne viser også, at fosfortransporten underestimeres mest i små vandløb med stor variation i vandføringen (Andersen et al., 1999).

Tilløbene til Fårup Sø må i denne sammenhæng betegnes som forholdsvis små vandløb med nogen variation i afstrømningen, og det vurderes derfor, at der kan være tale om en betydelig underestimering af overfladeafstrømningen til Fårup Sø. Hvor stor underestimeringen er ved Fårup Sø, vides ikke, men kan forventes at variere mellem 30 og 60%. En underestimering af fosfortilførslen til tilløbene har betydning for den samlede fosfortilførsel til søen, og dermed af afgørende betydning for beregning af et positivt dyrkningsbidrag fra oplandet.

Der er således flere forhold, der har betydning for beregning af enkelte af kildernes fosforbidrag, hvilket både har betydning på beregningen af den samlede tilførsel og på den enkelte kildes relative fordeling.

4.3 Udvikling i næringstilførslen

I dette afsnit gives en beskrivelse af udviklingen af næringsbelastningen fra de væsentligste næringsstofkilder til Fårup Sø. Udviklingen i fosfor- og kvælstoftilførsel fordelt på de enkelte kilder er vist i figur 4.3.1, og data fremgår af bilag 4.2.4 og bilag 4.2.8.

Samlet stoftilførsel

Den samlede fosfortilførsel på 1,212 tons er den største, der er målt i hele overvågningsperioden, og den samlede kvælstoftilførsel er med 39,96 tons også høj, men der kan ikke konstateres nogen udvikling i hverken fosfor- eller kvælstoftilførslen i overvågningsperioden. I det følgende foretages en vurdering af de enkelte kilders betydning og eventuelle udvikling

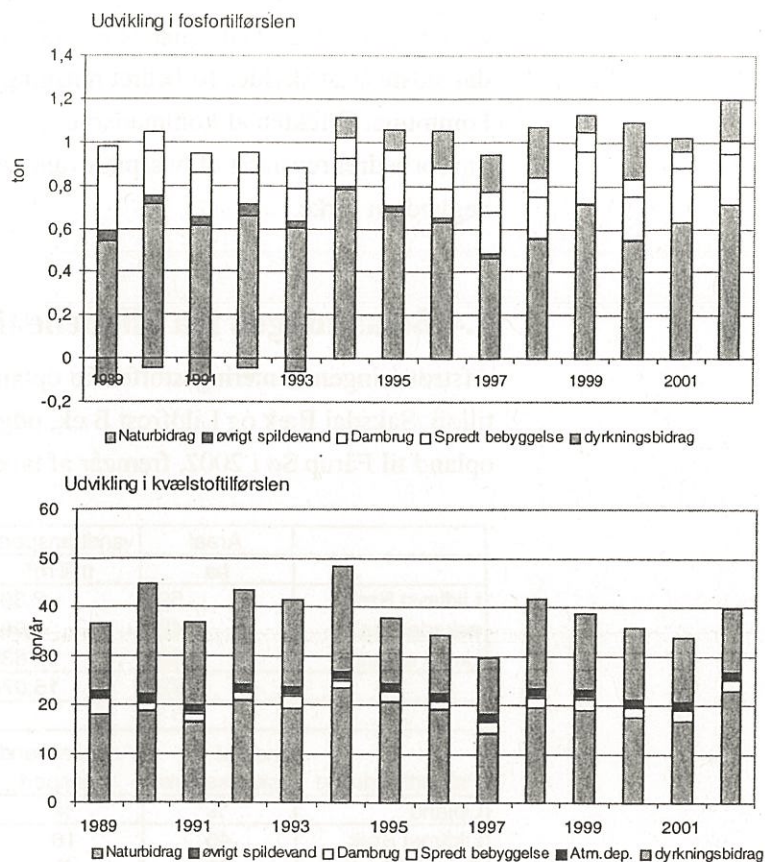


Fig. 4.3.1. Kildeopsplitning af fosfor- og kvælstoftilførslen i perioden 1989-2002 i Fårup Sø.

Dambrug

I 2002 var der beregnet en udledning fra dambrugene på 231 kg fosfor og 2092 kg kvælstof, svarende til h.h.v. 19 og 5% af den samlede udledning. Samlet set er der ingen udvikling i udledningen fra dambrugene, som udgør den væsentligste punktkilde til Fårup Sø. De forskelle, der kan ses, er primært udtryk for forskelle i beregningsmetoder og anvendelse af forskellige fodertyper med forskelligt næringsindhold. Fårup Sø Dambrug blev nedlagt i 2000, og fungerer nu som put-and-take sø uden udledning til Fårup Sø.

Øvrigt punktkilder

I 2002 var udledning fra et regnvandsbetinget udløb den eneste kilde med spildevandsudledning, og udledningen i 2002 var beskeden med 10 kg fosfor og 1500 kg kvælstof, svarende til h.h.v. 0,8 og 3,8% af den samlede udledning. Udledningen fra det regnvandsbetingede udløb har ikke ændret sig væsentligt siden 1989. Fårupgård Solehjem udledte i perioden 1989-1995 mellem 16 og 46 kg fosfor og mellem 96 og 346 kg kvælstof årligt. I 1998 blev skolehjemmet kloakeret og udledningen ophørte.

Spredt bebyggelse

Udledningen fra 100 registrerede ejendomme i det åbne land var 2002 på 61 kg fosfor og 267 kg kvælstof. Der er et fald i udledningen fra spredt bebyggelse primært de seneste år. Faldet i udledningen fra niveauet på omkring 90 kg fosfor og 400 kg kvælstof perioden 1989-1998 til omkring

75-80 kg fosfor og 340-390 kg i kvælstof i 1999-2000 er nok mere et udtryk for en øget viden om de enkelte ejendommers afledningsforhold, mens faldet det sidste år, at skyldes forbedret rensning på ca. 7 ejendomme i Jelling kommune. Effekten af kommunernes spildevandplaner, hvor der stilles krav om forbedret rensning af husspildevand på ukloakerede ejendomme, er nu begyndt at virke.

4.4 Belastningen fra tilløbene til søen

Afstrømningen af næringsstoffer fra oplandet til de målte vandløb de enkelte tilløb, Saksdal Bæk og Lildfrost Bæk, udgør størsteparten af det samlede opland til Fårup Sø i 2002, fremgår af tabel 4.4.1.

	Areal	vandtransport	Kvælstof	Fosfor
	ha	mill m ³	kg	kg
Lildfrost Bæk	596	2,384	6725	137,2
saksdal Bæk	422	1,063	5514	64,8
Umålt opland	303	0,7639	3959	46,5
	1321	15,074	39857	1212,2
Procentfordeling	Andel af oplandsarealet	Andel af vandtransport	Andel af kvælstof-transport	Andel af fosfor-transport
Opland	%	%	%	%
Lildfrost Bæk	45	16	16,9	11
Saksdal Bæk	32	7	13,8	5
Umålt opland	23	5	10	4

Tabel 4.4.1: Procentvis andel af belastningen fra de enkelte tilløb til Fårup Sø, 2002

Lildfrost Bæks opland udgør med 45% den største andel af oplandet, Hovedparten af oplandet anvendes til dyrkning, og dyretætheden i oplandet er omkring 1 DE/ha, jf. kapitel 2. Tætheden af spredt bebyggelse er med 0,2 PE/ha relativ høj. Saksdal Bæks opland udgør 32% af oplandsarealet til Fårup Sø. Hovedparten anvendes til dyrkning. Tætheden af spredt bebyggelse er med 0,26 PE/ha høj.

Lildfrost Bæk er det betydeligste tilløb med hensyn til vandtransport med 16% af den samlede vandtransport til søen. Den største kvælstofafstrømning kom i 2002 fra oplandet til Lildfrost Bæk (F4) med 16,9% af kvælstoftransporten. Tilløbet leverer også størsteparten af fosfortransporten, i alt 11% af den samlede fosfortransport til søen.

2002	Saksdal Bæk		Lildfrost Bæk	
	mg/l	udvikling	mg/l	udvikling
Kvælstof				
År	4,2		1,9	
Sommer	2,8		0,67	
Fosfor				
År	0,057		0,059	
Sommer	0,061		0,067	+

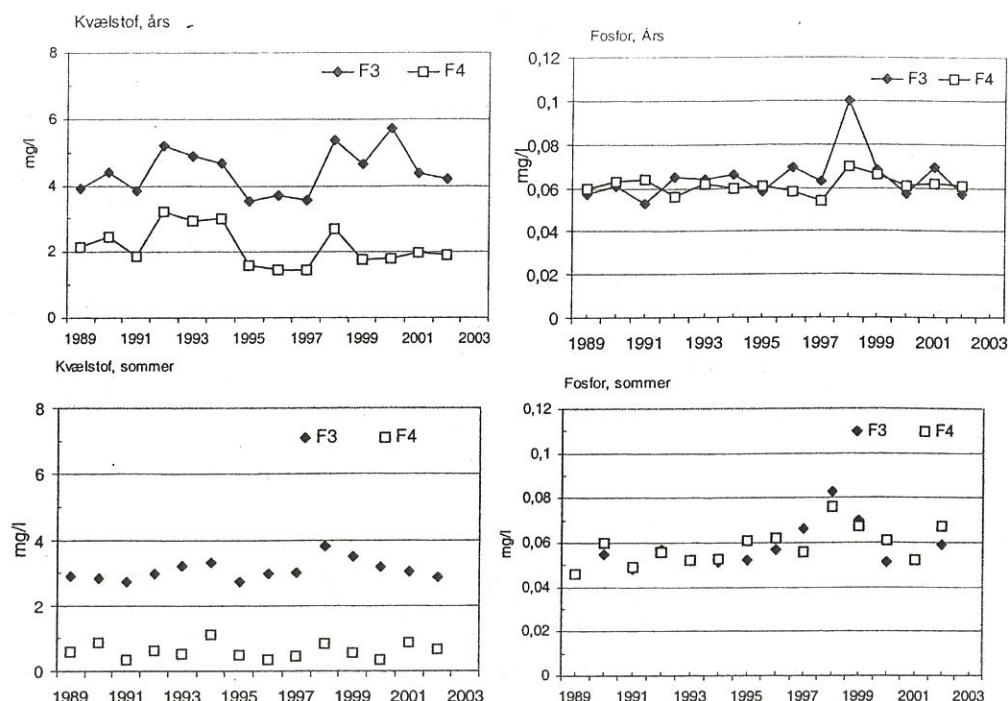
Tabel 4.4.2: Vandføringsvægtede kvælstof- og fosforkoncentration på sommer og års basis i tilløbene til Fårup Sø, 2002.

De vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i tilløbene Saksdal Bæk og Lildfrost Bæk var i 2002 på 4,2 og 1,91 mg/l, hvilket er h.h.v. 5 og 12% mindre end i perioden 1989-2001. Der er ingen signifikant udvikling i kvælstofkoncentrationen i de to tilløb.

Den vandføringsvægtede fosforkoncentration (års) i Saksdal Bæk på 0,057 mg/l er 13% mindre i forhold til perioden 1989-01, mens koncentrationen i Lildfrost Bæk på 0,061 mg/l er på niveau med gennemsnittet for samme periode. De vandføringsvægtede fosforkoncentrationer (sommer) er i begge tilløb højere end de to foregående år. Trods variationer i perioden 1989-2002 er der i Lildfrost Bæk en signifikant stigning i fosforkoncentrationen ($P = 0,011$).

Kvælstofkoncentration er i hele perioden 1989-2002 markant højest i Saksdal Bæk, mens fosforkoncentrationen i de to tilløb ligger nogenlunde på samme niveau gennem hele perioden. Den høje kvælstofkoncentration i Saksdal Bæk resulterer, til trods for at oplandsarealet og vandtransporten er mindre end i Lildfrost Bæk, i, at kvælstoftransporten er på niveau med transporten fra Lildfrost Bæk.

Begge tilløb må anses for at være belastet med spildevand fra spredt bebyggelse og udvaskning fra dyrkede arealer. De høje kvælstofkoncentrationer i Saksdal Bæk tyder på høj belastning fra landbrugsdriften. Hvorvidt den forbedrede rensning fra den spredte bebyggelse i oplandet til Saksdal Bæk, (afsnit 4) har en sammenhæng med den lavere fosforkoncentration i Saksdal Bæk i 2002, i forhold til 2001, er nok svært at sige.



Figur 4.3.2: Årlige kvælstof- og fosforkoncentrationer i tilløbene til Fårup Sø i perioden 1989-2002

En mulig forklaring på stigningen i fosforkoncentrationen (sommer) i Lildfrost Bæk kan være, at jorden er mættet med fosfor, hvorved fosfor 'lettere' udvaskes ved selv mindre regnhændelser eller ændrede dyrkningsforhold. Nedvaskning af fosfor, især i dræned jorde, betragtes i dag som en vigtig tabsproces. En række undersøgelser viser, at de øverste 50 cm i dansk landbrugsjord mange steder har en fosformætningsgrad, som er kritisk høj, og at fosforindholdet i underjorden er stigende ((Jacobsen, O.H & Kronvang (red), (2000)). Direkte hydrologisk forbindelse mellem disse jorde og vandmiljøet f.eks. via porer, dræn, nærhed til vandløb og grundvandsspejl vil kunne betyde uacceptabelt høje fosfortab til vandmiljøet.

Konklusion

- Bidraget fra dambrug, dyrkede marker og spredt bebyggelse er de væsentligste kvælstof- og fosforkilder til Fårup Sø.
- Udledningen af fosfor og kvælstof fra spredt bebyggelse var i 2002 faldet direkte som følge af en forbedret rensning på 7 ejendomme i oplandet til Saksdal Bæk.
- Der er en signifikant stigning i det beregnede dyrkningsmæssige fosforbidrag til Fårup Sø.
- En signifikant stigning i fosforindholdet i Lildfrost Bæk om sommeren tyder på øget udvaskning i oplandet fra bl.a. landbrugsdriften.

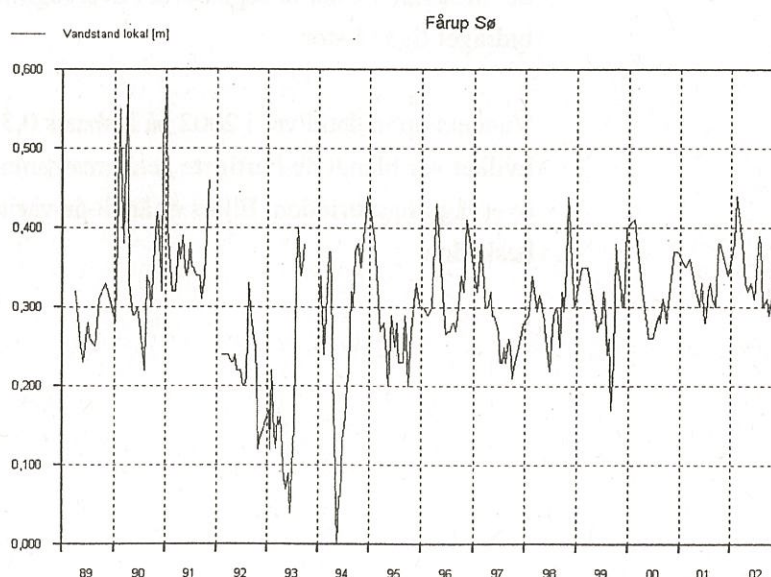
5. Vand- og stofbalance

5.1 Vandstand og vandbalance

Vandstand

Højeste og laveste vandstand (lokalvandstand) i søen i 2002 var h.h.v. 0,44 m og 0,29 m. De største vandstandsændringer ses både i starten af året og i sommerperioden. Vandstanden var høj efter den meget kraftige nedbør i februar, men månederne herefter var nedbørsfattige og vandstanden faldt til et minimum. De ekstraordinære store nedbørsmængder i maj til juli resulterede i starten af i juli i en forhøjet vandstand (0,44 m), og først hen i august faldt vandstanden til et lavt niveau, figur 5.1.1. Middelvandstanden over året var 0,34 m, og forskellen mellem højeste og laveste vandstand var kun 0,15 m.

Siden afløbet i sommeren 1995 blev indrettet med en fast overløbskant, har der kun været relativt små variationer i vandstanden. Vandstanden varierer nu mere naturligt afhængigt af afløbsmængden. Tidligere blev søens afløb reguleret af et stemmeværk, hvilket medfører meget store variationer i vandstanden. Middelvandstanden over året er steget fra 0,14 m til 0,3 m i perioderne 1989-95 til 1996-2002, mens forskellen mellem den laveste og højeste vandstand i disse perioder er faldet 0,31 m til 0,17 m.



Figur 5.1.1: Vandstanden i Fårup Sø, 1989-2002.

Vandbalance

Årsbalancen for 2002 er angivet i tabel 5.1.1 og for perioden 1989-2002 i bilag 4.1.3. Udviklingen i årsbalancen i 1989-2002 er desuden vist i figur 5.1.2.

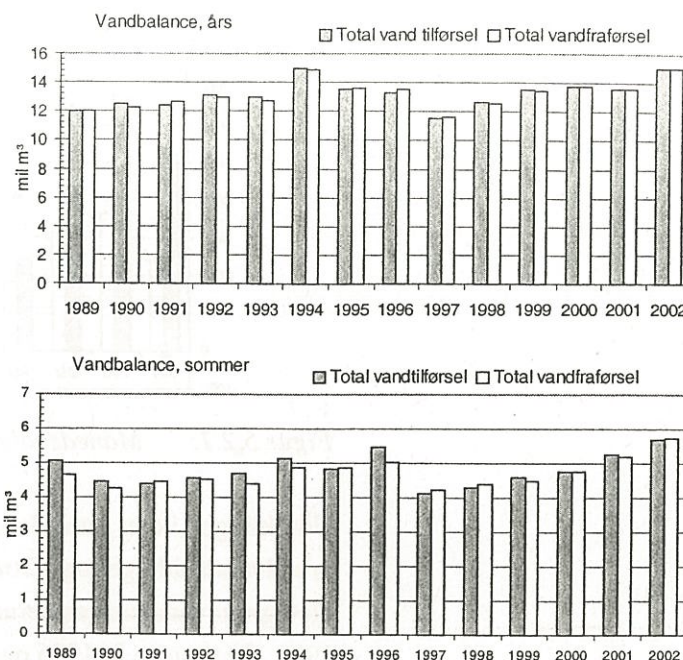
Den samlede vandtilførsel til søen i 2002 var på 15,07 mill. m³, hvilket var den største mængde, der er målt i overvågningsperioden. Samlet set løb der lige så meget vand ud af søen som ind, og der var derfor ingen opmagasinering.

Vandbalance (mill. m ³)		
2002	Års	Sommer
Total vandtilførsel	15,07	5,71
Vandfraførsel	14,54	5,33
Fordampning	0,54	0,40
Total Vandfraførsel	15,07	5,74
Magasinering	0,00	-0,024
Vandets opholdstid		
År	0,37	0,98
Dage	137	358

Tabel 5.1.1: Vandbalance i Fårup Sø, 2002.

På grund af det store og konstante bidrag fra grundvandet er variationen af den totale vandtilførsel over året behersket. Efter de tørre år i 1996 og 1997 hvor grundvandsmagasinerne faldt, har de efterfølgende mere nedbørsrige år bevirket, at magasinerne er blevet fyldt op, og grundvandsbidraget er da også steget stødt siden den lave tilførsel i 1998. Grundvandsbidraget i 2002 var det næststørste, der er registreret i overvågningsperioden, kun i 1996 var bidraget lige så stor.

Vandets opholdstid var i 2002 på årsbasis 0,37, svarende til 137 dage, hvilket var blandt de hurtigste gennemstrømninger, der er registreret i overvågningsperioden. Ellers er år-til-år-variationen på årsbasis forholdsvis beskedne.



Figur 5.1.2: Vandtilførsel og -fraførsel på års- og sommerbasis i Fårup Sø i perioden 1989-2002.

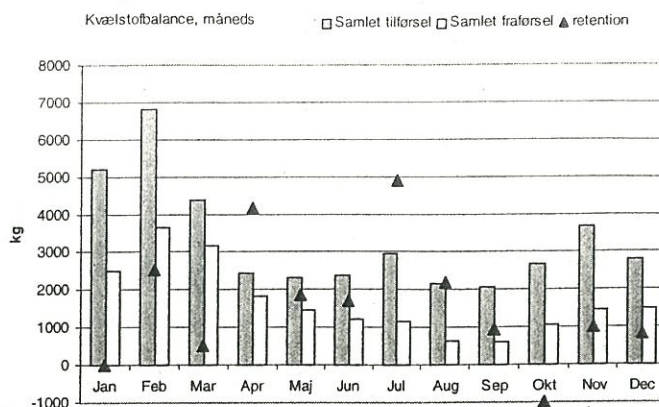
5.2 Kvælstof-, fosfor- og jernbalance

Kvælstof

Der blev i 2002 tilført i alt 39,857 tons kvælstof, hvilket både var mere end de tre foregående år, og også 3% mere end gennemsnittet for perioden 1989-2001. Den største tilførsel skete i årets første (januar-marts) og sidste måneder (november-december). Indløbskoncentrationen, som middel over året og sommer, var på h.h.v. 2,49 mg/l og 2,61 mg/l. Der var et signifikant fald i både sommer- og års-indløbskoncentrationerne ($P=0,0005$ og $0,007$).

2002	Sommer	Året
Samlet tilførsel, ton/år	11,865	39,857
Samlet fraførsel, ton/år	5,074	20,201
Magasinering	-4,8347	-0,0055
Retention	11,635	19,661
Indløbskonc., mg/l	2,610	2,490
Udløbskonc. mg/l	1,380	1,320

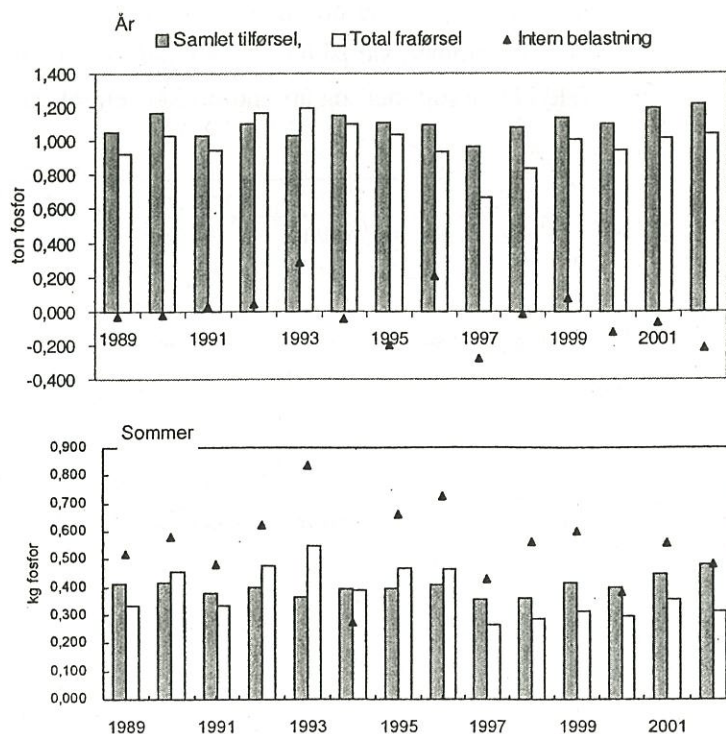
Tabel 5.2.1: Årsbalance for kvælstof i Fårup Sø, 2002.



Figur 5.2.1: Månedsbalance for kvælstof i Fårup Sø, 2002.

Udviklingen i den samlede kvælstoftilførsel afhænger af variationen i grundvandsbidraget og afstrømningen fra oplandet. Efter det våde år i 1994 blev grundvandsmagasinerne fyldt op, og grundvandsbidraget steg frem til 1996. De to tørre år 1995 og 1996 betød, at der ikke blev tilført nyt vand til de øvre grund vandsmagasiner, og bidraget til søen fra grundvandet faldt. Grundvands bidraget steg derefter fra 1998 til 2002. Modsat er afstrømningen størst i år med høj vandafstrømning og lavere i år med mindre vandafstrømning. Den samlede kvælstoftilførsel afspejler dog mere variationerne i afstrømningen end i grundvandsbidraget.

I alt blev der i 2002 tilbageholdt 19,66 tons, svarende til en relativ fjernelse på 41%. Den relative fjernelse om sommeren var i 2002 høj med 57%.

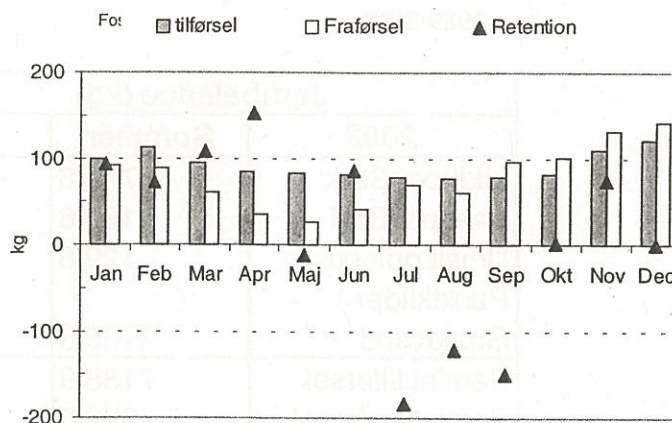


Figur 5.2.2: Massebalance for kvælstof i Fårup Sø, 1989-2002.

Der var i 2002 tilført 1,212 tons fosfor, hvilket var den største mængde fosfor, der er registreret i overvågningsperioden, og ca. 16% mere end gennemsnittet for perioden. De største tilførsler af fosfor forekommer først og sidst på året. Fra februar til juli tilføres der mere fosfor til søen, end der føres ud. Resten af året er det lige omvendt, hvilket sikkert skyldes, at mængden af fosfor i søvandet også er højere fra juli og resten af året. Fra august til september, hvor der er temperaturlagdeling og dårlige iltforhold ved bunden frigives en del fosfor fra sedimentet. Samlet set over året løber der dog mindre fosfor ud af søen (1017 kg), end der tilføres. Søen tilbageholdt i alt 213 kg fosfor i 2002.

2002	Sommer	Året
Samlet tilførsel,	0,481	1,212
Total fraførsel	0,315	1,039
Indløbskonc, mg/l	0,084	0,080
Udløbskonc, mg/l	0,055	0,069
Magasinering	0,647	-0,040
retention	-0,480	0,213

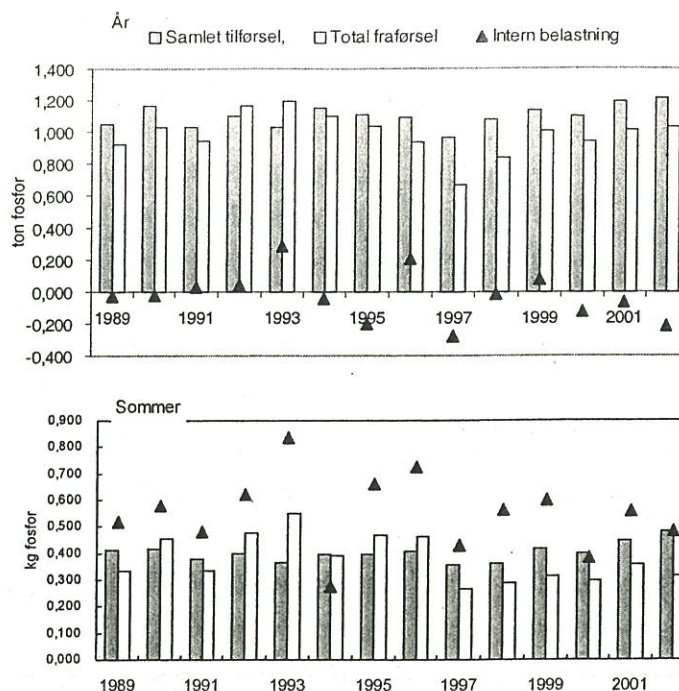
Tabel 5.2.2: Års- og sommerbalancen for fosfor (ton) i Fårup Sø, 2002.



Figur 5.2.3: Månedsbalancen for fosfor i Fårup Sø, 2002.

På grund af det relative store og konstante grundvandstilskud varierer den samlede tilførsel kun relativt lidt over årene, figur 5.2.4.

Den årlige gennemsnitlige indløbskoncentration af fosfor var i 2002 på 0,80 mg/l, hvilket var ca. 9% under gennemsnittet for perioden 1989-2000, mens udløbskoncentrationen på sommerbasis var den laveste. Der var et signifikant fald i udløbskoncentrationen både på sommer- og årsbasis ($P=0,023$ og $P=0,04$), idet en del fosfor bindes i muslingebiomassen.



Figur 5.2.4: Massebalance for fosfor i Fårup Sø, 1989-2002.

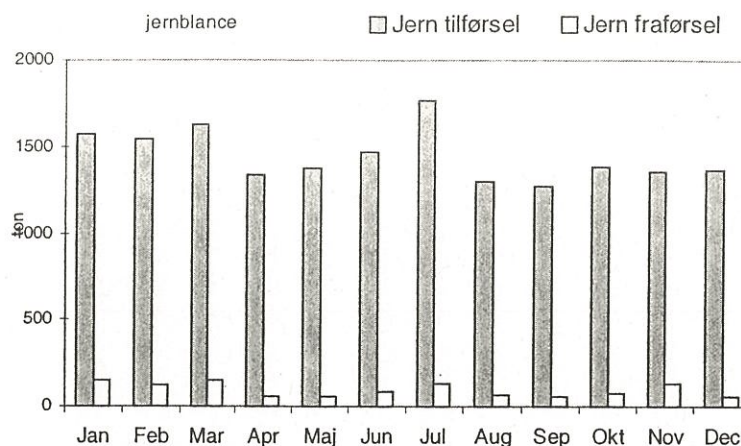
Jern

Søen tilføres store mængder jern, som har betydning for sedimentets evne til at binde fosfor. I 2002 blev der tilført 17,383 tons, hvilket var den største registrerede tilførsel, svarende til 18% mere end gennemsnittet for perioden 1989-2001.

Jernbalance (kg)		
2002	Sommer	Året
Lildfrost Bæk	742,6	2266
Saksdal Bæl	180,8	622,7
Umålt opland	129,8	447,1
Punktkilder		
Grundvand	6135,8	14047
Samlet tilførsel	7188,9	17383
Samlet fraførsel	393,6	1142,8
Tilbageholdelse	6569	16497
i %	86,8	91,2
Inddløbskonc. mg/l	1,26	1,15
Udløbskonc. mg/l	0,07	0,08

Tabel 5.2.5: Sommer- og årsbalance af jern (kg) i Fårup Sø, 2002.

Månedsbalancen for jern i 2002 er vist i bilag 4.2.9 og illustreret i figur 5.2.5. Den månedlige jerntilførsel udviser kun lidt variation over året, da langt hovedparten af jernet tilføres via grundvandet. Det relativt store grundvandsbidrag i juli giver sig udslag i et lidt større jerntilførsel denne måned.

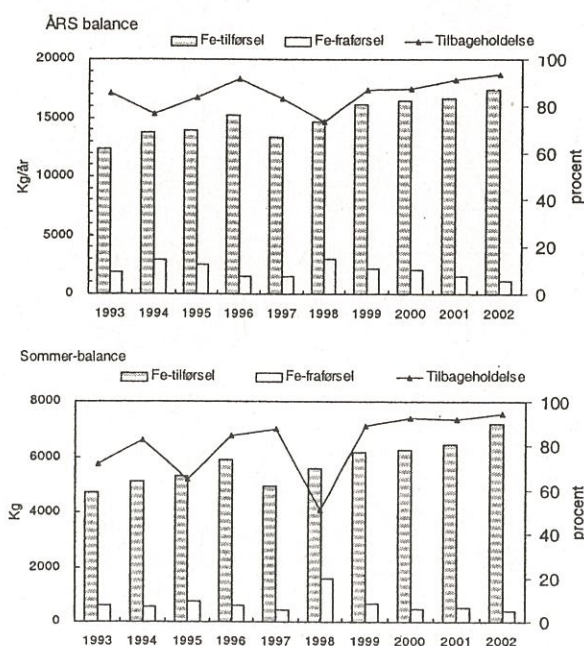


Figur 5.2.5: Den månedsvise jerntilførsel i Fårup Sø, 2002.

Jernbalancen i perioden 1989-2002 er vist i figur 5.2.6. Der er en signifikant stigning i samlede års- og sommerdtilførsel af jern ($p=0,003$ og $0,004$) samt i tilførslen fra Lildfrost Bæk i sommerperioden ($p=0,001$).

Jerntilbageholdelsen er generelt høj med 90% og 95 % på års- og sommerbasis i 2002 mod middel for perioden 1989-2001 på henholdsvis 84% og 80%.

Variationen på årsbasis er beskeden, mens der er større afvigelser i sommerperioden, således er der enkelte år, hvor der løber store mængder jern ud af søen i sommerperioden, som i 1998 og til dels i 1995.



Figur 5.2.6: Jernbalancen i Fårup Sø i perioden 1989-2002.

6. Udviklingen i miljøtilstanden

I dette afsnit foretages en status for miljøtilstanden i 2002 samt en vurdering af udviklingen af fysiske, kemiske og biologiske parametre. Vurderingen er foretaget på baggrund af tidsvægtede års- og sommergennemsnit af de enkelte parametre. For plante- og dyreplankton er der kun beregnet gennemsnit af sommerværdierne.

Udviklingen vurderes bl.a. ved en test for, om der er sket ændringer i perioden 1989-2002. Testen foretages ved en lineær regression, og ændringer vurderes som signifikante ved $P < 0,05$.

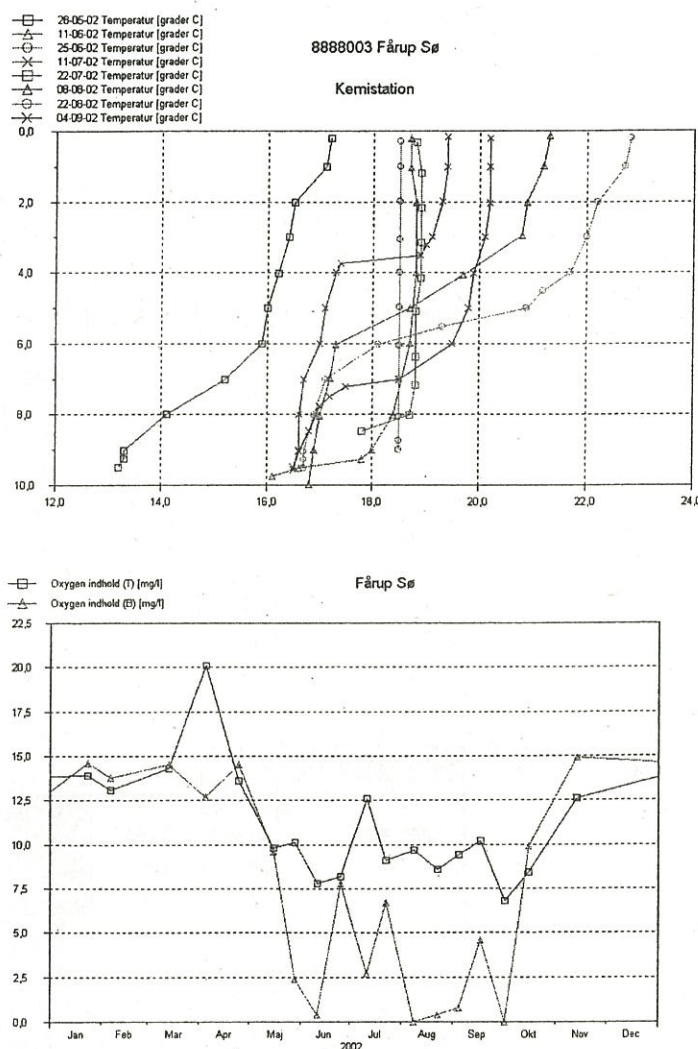
		2002		Udvikling 1989-2001	
		sommer	år	sommer	år
Søvand					
Sigtd.	m	2,63	2,38	+++	+++
pH		8,16	8,09	--	--
Klorofyl	mg/l	0,019		-	--
Total fosfor	mg/l	0,062	0,077	-	-
Filt. uorg. fosfor	mg/l	0,280	0,048		
Total kvæl stof	mg/l	0,98	1,32	-	
Uorg. kvælstof	mg/l	1,01	0,00		
Ammonium	mg/l	0,05	0,09		
Nitrit- nitrat-N	mg/l	0,51	0,92		
Sili cium	mg/l		15,1	+	++
Total- jern	mg/l	0,82	0,09		
Alkal.	meq/l	1,95	2,00	+	
Susp. stof	mg/l	3,96	2,97	---	-
Gløde- tab	mg/l	2,80	2,05	---	-
COD	mg/l				-
Planteplankton					
Kiselalger	µg ww/l	3,162		--	
Blågrøn- alger	µg ww/l	0,741			
Grønalger	µg ww/l	0,098			
Rekylalger	µg ww/l	0,31			
Gulager	µg ww/l	0,00			
Stilkalger	µg ww/l	0,00			
Ubestemte	µg ww/l	0,01			
Total- biomasse	µg ww/l	4,3		--	
Dyreplankton					
Hjuldyr		66,20		--	
Cladoceer		213,63			
Calanoide copepoder		43,87		-	
Cyclopoide copepoder		25,61			
Total- dyreplanktonbiomasse		349,30		--	
muslinge larver		152,24			

Tabel 6.1: Tidsvægtede års- og sommergennemsnit af fysiske, kemiske parametre og plante- og dyreplankton i Fårup Sø, 2002 (-/+)/(--/++)(--/++) angiver signifikant fald/stigning ved ($P < 0,05$)/($P < 0,001$)/($P < 0,001$).

6.1 Ilt og temperatur

De gennemgående høje forårs- og sommertemperaturer og periodevis stille vejr fik stor betydning for opvarmningen af vandmasserne i Fårup Sø.

Temperaturen i overfladevandet steg fra 2,9°C i januar til 22,8°C målt den 22. august. Fra årets start og frem til og med midten af maj var temperaturen ned gennem vandsøjlen ens, og iltforholdene i overflade- og bundvand var gode. Dog ses et mindre fald i iltindholdet i starten af april, hvor der ved bunden blev målt omkring 12 mg/l mod ca. 20 mg/l i overfladevandet.



Figur 6.1.1: Temperaturprofil for perioden 28. maj –4. september 2002 og iltindhold i top- og bundvand i Fårup Sø, 2002.

Sidst i maj var opvarmningen så kraftigt samtidig med forholdsvis vindstille vejrforhold, at der blev dannet en temperaturlagdeling fra 7 m's dybde. Lagdelingen holdt indtil sidst i juni, hvor vandmasserne blev omrørt og temperaturen herefter den samme ned gennem vandsøjlen. Midt i juni var iltmængden på mindre 2 mg/l fra 9,5 's dybde, som følge af temperaturlagdelingen og et stort iltforbrug i forbindelse med nedbrydning af alger. Den 11. juli var der igen udviklet temperaturlagdeling, som dog allerede var

brudt ved næste tilsyn sidst i juli. Fra den 8. august til 17. september udvikles et sammenhængende temperaturlagdeling. I den periode nåede iltmængden ved bunden under den kritiske grænse på 2 mg/l fra 7,0 m's dybde den 8. august, fra 4,5 m's dybde den 22. august og fra ca. 8 m's dybde den 4. september. Efter omrøring af vandmasserne i august blev der igen tilført ilt til bundvandet, og temperaturen var resten af året den sammen ned gennem vandsøjlen.

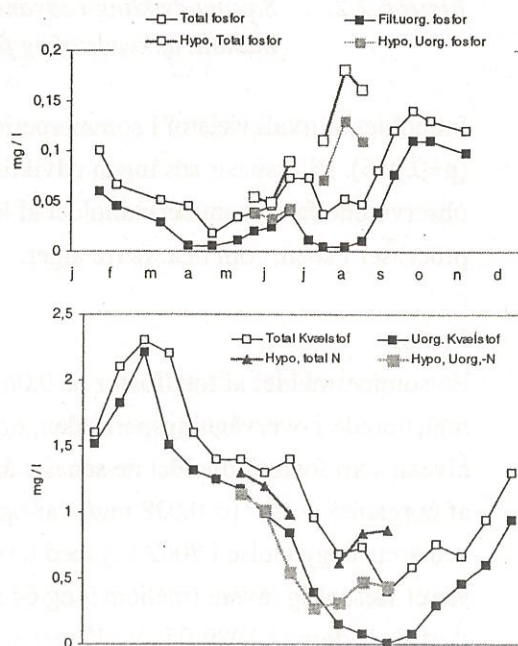
Der var således flere perioder med temperaturlagdeling og dårlige iltforhold på det dybe vand. Længerevarende temperaturlagdelinger i søen hører ellers til sjældenhederne, idet søen på grund af den øst-vestvendte udstrækning er meget vindeksponeret.

6.2 Kvælstof, fosfor og øvrige parametre

Kvælstofindhold i 2002

Årsmiddelkoncentrationen af totalkvælstof var på 1,32 mg/l og sommermiddel var på 0,979 mg/l. Års- og sommermiddel af uorganisk kvælstof var på niveau med 2001, men betydeligt højere end i 1996 og 1997.

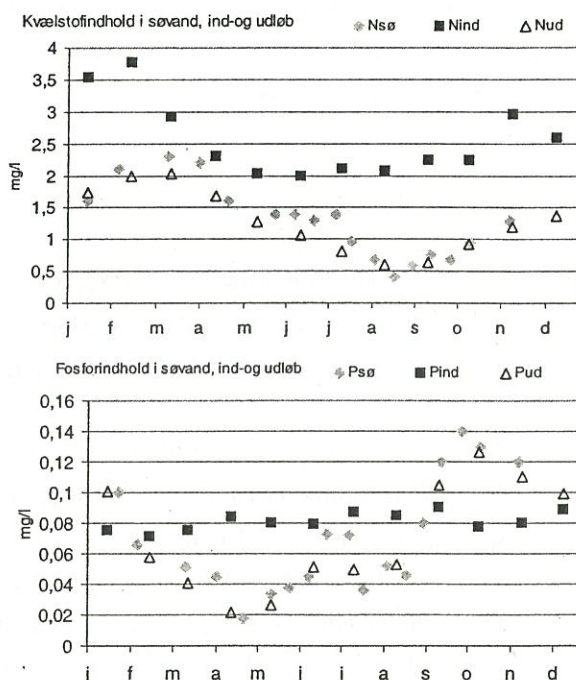
De højeste koncentrationer af kvælstof optrådte i vintermånederne, figur 6.2.1. Om sommeren bliver en stor del af nitraten optaget i planteplanktonet eller fjernet ved denitrifikation. Den totale mængde kvælstof i vandoverfladen faldt således gennem sommeren. Under temperaturlagdelingerne i august og september afgives ammonium og nitrat til hypolimnion fra søbunden, som efterfølgende opblandes i hele vandsøjlen.



Figur 6.2.1: Indhold af fosfor og kvælstof i Fårup Sø, 2002. desuden er vist fosfor- og kvælstofindholdet på datoer med temperaturlagdeling og lavt iltindhold ved bunden.

Den samlede kvælstofmængde steg herefter resten af året som følge af konstant tilførsel fra grundvand og afstrømning. Mængden af uorganisk kvælstof har kun den 22. august været så lav, at det har været begrænsende for algevæksten.

Over hele året var søvandets kvælstofindhold lavere end indløbsvandet som følge af algernes optagelse samt denitrifikation, figur 6.2.2. Forskellen øges i løbet af sommeren og var størst i juli-september. Kvælstofindholdet i søvandet og afløbet var hele året sammenfaldende.



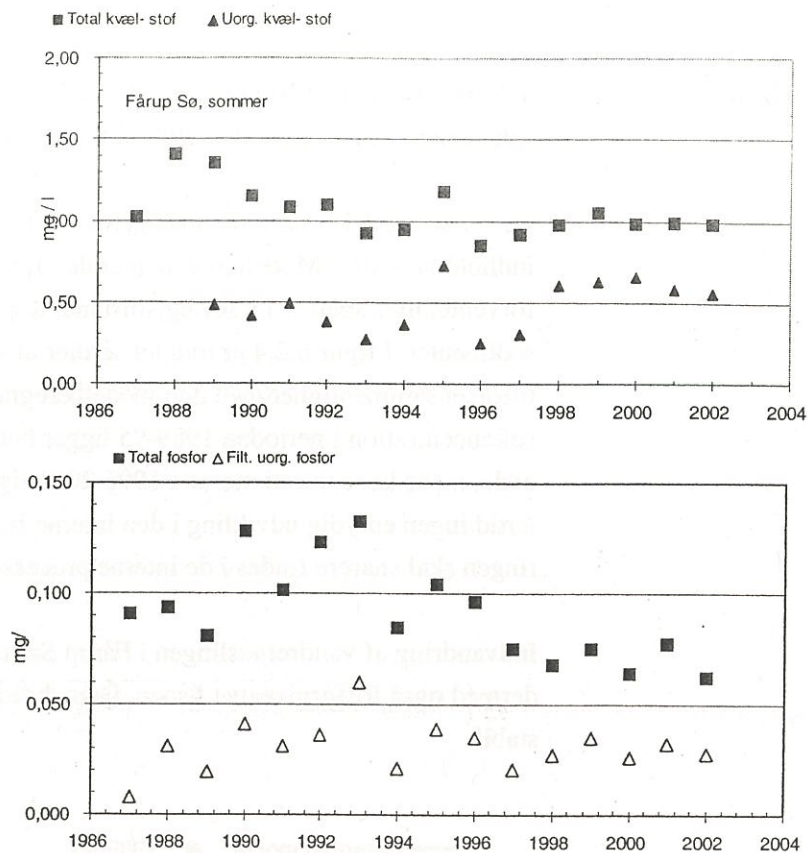
Figur 6.2.2: Sæsonudvikling i søvandets, indløb- og udløbsvandets indhold af kvælstof og fosfor i Fårup Sø i 2002

Udvikling i søvandets indhold af kvælstof

Indholdet af totalkvælstof i sommerperioden 1989-2002 faldt signifikant ($p=0,045$). På årsbasis ses ingen udvikling i søvandets kvælstofindhold. Det observerede fald i sommerindholdet af kvælstof må tilskrives interne processer i søen, som bl.a. færre alger.

Fosfor

En sommermiddel af totalfosfor på 0,062 mg/l i 2002 var det lavest registrerede i overvågningsperioden, og dermed fortsat på samme lave niveau som fosforindholdet de seneste år (1997-2001), og middelinholdet af uorganisk fosfor på 0,028 mg/l var også lavt. Indholdet af totalfosfor var ved årets begyndelse i 2002 høj med 0,064 mg/l. Startmængden af fosfor har været væsentlig lavere (mellem 9 og 64 mg/l) i perioden 1996-2000 end startmængderne i 1989-95, der lå mellem 0,059 og 0,085 mg/l.



Figur 6.2.3: Indholdet af kvælstof og fosfor i sommerperioden i søvandet i Fårup Sø i perioden 1989-2002.

Mængden af uorganisk fosfor falder i takt med algernes optagelse, og indholdet af uorganisk fosfor var sidst i maj så lavt (0,002 mg/l), at det var begrænsende for algernes vækst. Mængden af uorganisk fosfor steg til 0,04 mg/l i slutningen af juni som følge af opblanding af vandmasserne. Det passer fint med, at der i første halvdel af juni registreres en begyndende mineralisering (faldende iltindhold ved bunden). Den frigjorte fosfor var således ført op i epilimnion i forbindelse med opblandingen. Det ekstra tilskud kom fra mineraliseret organisk stof i forbindelse med omrøring af vandmasserne. Herefter fulgte en periode, hvor den nytillførte fosfor blev optaget af algerne i juni. Springlagsdannelsen i september resulterede også i en frigivelse af en større mængde fosfor til bundvandet, som blev opblandet i epilimnion sidst i september og i oktober.

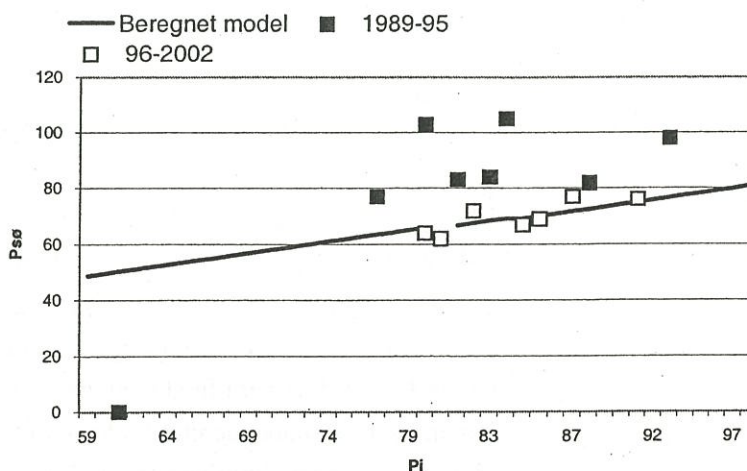
Koncentrationen af især uorganisk fosfor steg meget i løbet af september og oktober, som følge af frigivelse fra sedimentet. Det meste fosfor forblev på uorganisk form, og blev således ikke indbygget i algebiomassen, formentlig fordi dyreplanktonet var i stand til holde algerne nede.

Fra februar og hen i august er indløbskoncentrationen højere end søkoncentrationen, figur 6.2.4. Fra august/september til oktober var søkoncentrationen den højeste som følge af intern frigivelse fra søbunden. Udløbskoncentration var i hele perioden lidt mindre end søkoncentrationen.

Til trods for store udsving var fosforindholdet som sommer- og årsmiddel faldet signifikant i perioden 1989-2002 ($p = 0,017 / 0,0028$).

Der er en model for sammenhængen mellem tilførslen af fosfor og søvandets indhold af fosfor. Modellen beregner den fosforkoncentration, man vil forvente, hvis søen er i ligevægtstilstand, d.v.s. uden frigivelse af fosfor fra sedimentet. I figur 6.2.4 er middelværdier af søkoncentrationen og fosfortilførsel sammenlignet med den modelberegne. Det fremgår, at den målte søkoncentration i perioden 1989-95 ligger betydeligt over den modelberegne, mens koncentrationerne i 1996-2001 ligger tæt på linien. Der er imidlertid ingen entydig udvikling i den interne belastning i Fårup Sø. Forklaringen skal snarere findes i de interne processer.

Indvandring af vandremuslingen i Fårup Sø har påvirket algemængden og dermed også fosforniveauet i søen. Den økologiske balance i søen er ikke stabil.

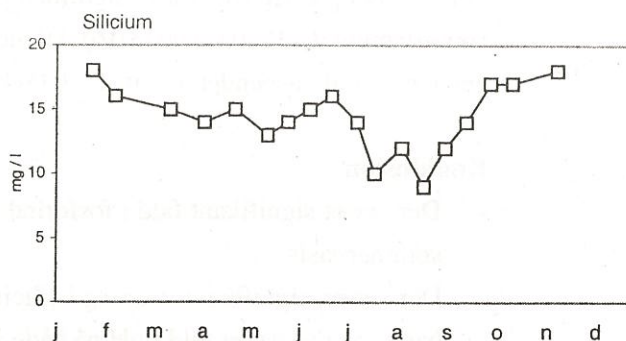


Figur 6.2.4: Relation mellem den årlige fosfor-indløbskoncentration og den gennemsnitlige årlige søvandskoncentration. Der er skelnet mellem værdier i perioden 1989-95 og 1996-2002. Den anvendte model 12 (Kristensen et al, 1990) $Psø = Pi (1 - (0,11 + 0,18 \cdot TW) / (1 + 0,18 \cdot TW))$, hvor tw er vandets opholdstid, Pi = den årlige fosfortilførsel/årlig tilført vandmængde og $Psø$ = gennemsnitlige årlige totalkoncentration i søvandet.

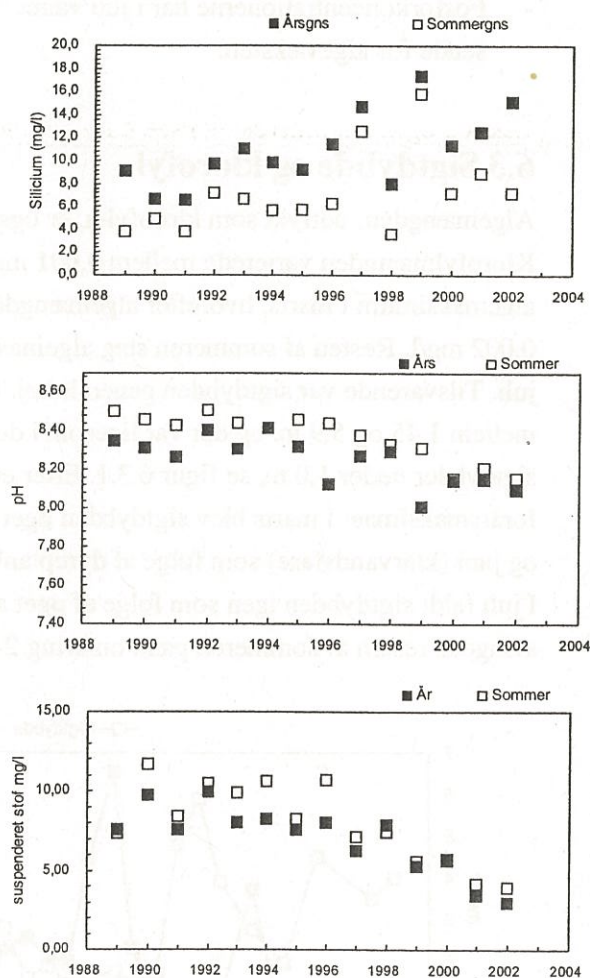
Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

Mængden af silicium i søvandet var høj fra starten af året, 16 mg/l, og faldt i takt med algerne optagelse indtil maj, hvor der igen blev tilført silicium fra mineralisering af kiselalger. Siliciumkoncentrationen faldt til et minimum sidst i juli og steg derefter resten af året. Kiselalger udnytter silicium ved opbygning af deres skaller. Variationer i silicium afspejler derfor primært

mængden af kiselalger, figur 6.2.5. Siliciumkoncentrationen er på intet tidspunkt så lav, at silicium er begrænsende for væksten af kiselalger.



Figur 6.2.5: Sæsonvariation i siliciumindholdet i Fårup Sø i 2002.



Figur 6.2.6: Års- og sommermiddelværdier af silicium, pH og suspenderet stof i Fårup Sø, 1989-2002.

Års- og sommergennemsnittet af silicium i 2002 var på 15,1 og 7,157 mg/l, hvilket er lidt mere end i 2000 og 2001. Middelkoncentrationer af silicium har især de seneste 4 år svinget meget, som følge af ændringer i algesammensætningen. Siliciumindholdet steg signifikant både på års- og sommerbasis ($p=0,03/0,036$), hvilket nok primært skyldes, at der de seneste år kun har været få datoer, hvor siliciumindholdet bliver brugt op af algerne,

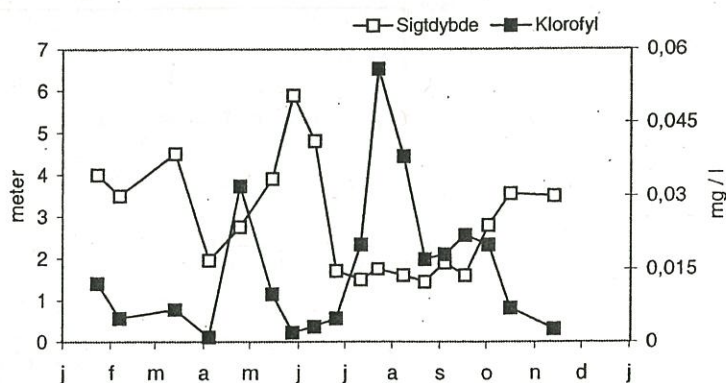
mens dette de tidligere år har forekommet i længere og sammenhængende perioder. I 2002 varierede pH mellem 7,7 og 9,07. Års- og middels pH var h.h.v. 8,09 og 8,16. Der var et signifikant fald i pH, både som års- og sommermiddel, ($P = 0,002/0,0016$). Derudover ses også et fald i det årlige gennemsnit af suspenderet stof ($P = 0,0046$).

Konklusion

- Der var et signifikant fald i fosforindholdet både på års- og sommerbasis.
- Der var en signifikant stigning i siliciumindholdet på års- og sommerbasis, og der var et fald i pH på både års- og sommerbasis og i sommermiddel af suspenderet stof.
- Fosforkoncentrationerne har i juli været så lave, at de har været begrænsende for algevæksten.

6.3 Sigtdybde og klorofyl

Algemængden, udtrykt som klorofyl-a, er også i 2002 lav gennem hele året. Klorofylmængden varierede mellem 0,001 mg/l og 0,056 mg/l. Der var et algemaksimum i marts, hvorefter algemængden faldt til et minimum på 0,002 mg/l. Resten af sommeren steg algemængden til et maksimum midt i juli. Tilsvarende var sigtdybden generelt høj. Sigtdybden varierede i 2002 mellem 1,45 og 5,9 m, og der var ligesom i de to foregående år ikke målt sigtdybder under 1,0 m, se figur 6.3.1. Efter et dyk i sigtdybden under forårsmaksimaet i marts blev sigtdybden øget til mellem 4,8 og 5,9 m i maj og juni (klarvandsfase) som følge af dyreplanktonets græsning på algerne. I juli faldt sigtdybden igen som følge af øget algevækst, men sigtdybden svingede resten af sommeren pænt omkring 2-3 m.

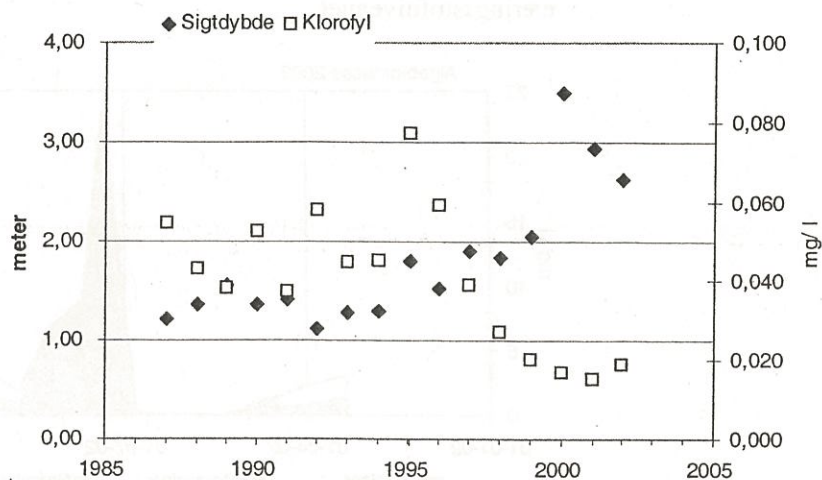


Figur 6.3.1: Sæsonudvikling af sigtdybde (m) og klorofyl (mg/l), 2002

En års- og sommermiddel af klorofyl-a på hhv. 0,012 og 0,019 mg/l var det laveste, der var registreret i overvågningsperioden. Tilsvarende var sigtdybden med års- og sommermiddel på h.h.v. 2,37 og 2,63 m blandt de højest registrerede, men dog lavere end de sidste to år. Sommersigtdybden

har i 1997-2002 ligget mellem 1,91 og 3,5 m, hvilket var markant højere end i perioden 1989-94, hvor sommersigtdybden lå mellem 1,12 og 1,56 m.

Der var et signifikant fald i den gennemsnitlige mængde klorofyl (alger) i overvågningsperioden, for års- og sommermiddel var P-værdien 0,0002 og 0,003. Der var en tilsvarende signifikant stigning i års- og sommersigtdybden i perioden 1989-2002 ($P=0,000048/0,000024$) som følge af meget lave algebiomasser de seneste år.

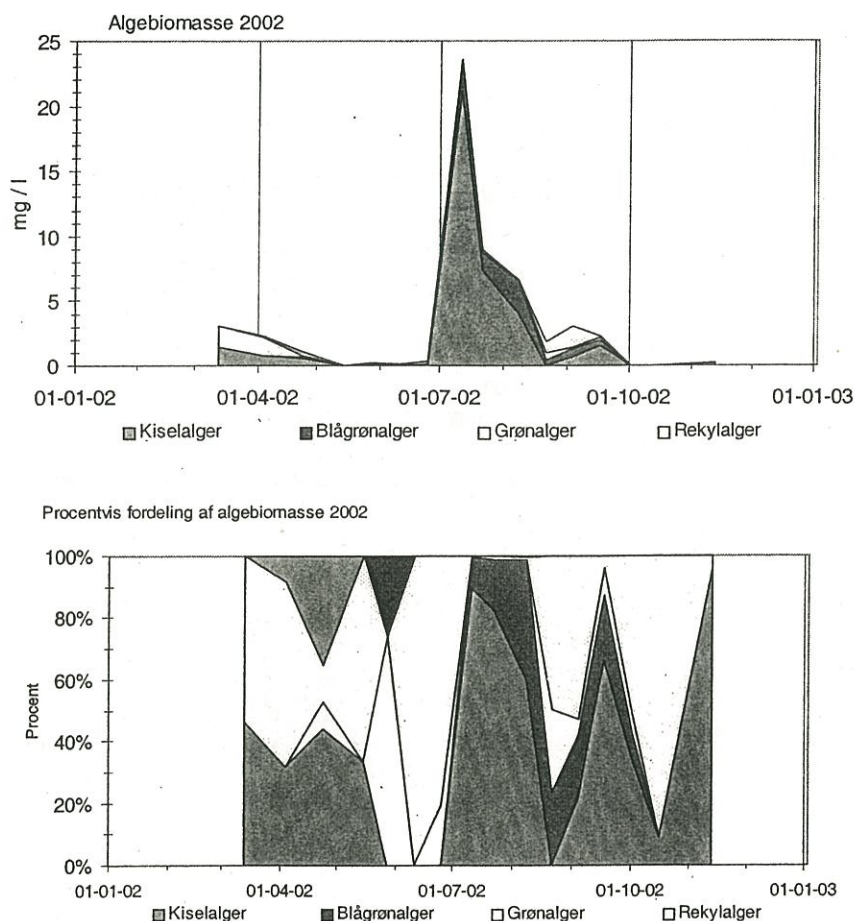


Figur 6.3.2: Sommermiddel af sigtdybde (m) og klorofyl (mg/l) i perioden 1989-2002.

6.4 Plante- og dyreplankton

Planteplankton

Mængden og sammensætningen af planteplankton er af stor betydning for søens miljøkvalitet, idet mængden af alger er direkte bestemmende for vandets klarhed. Udviklingen i planteplanktonet følger i hovedtræk udviklingen i temperatur og lysforhold gennem året. Derudover kan dyreplanktonets græsningstryk på algerne spille en rolle. Den samlede biomasse og sammensætning af planteplanktonet påvirkes desuden af næringsstofniveauet.



Figur 6.4.1: Fytoplanktonbiomassen som absolutte og relative værdier, fordelt på algegrupper, i Fårup Sø, 2002.

Sæsonudvikling, 2001

Sæsonvariationen af planteplanktonbiomassen fordelt på de enkelte grupper samt deres procentvise andel af den totale biomasse i 2002 ses af figur 6.4.1. Algebiomassen var lav fra starten af året (mellem 0,16 og 3,1 mg vådvægt/ml) og hen til midt i juli, hvor årets største biomasse på 23,6 mg/l blev udviklet. Biomassen varierede resten af året mellem 0,033–8,96 mg/l. Den gennemsnitlige sommerbiomasse (maj-september) var i 2002 på 4,3 mg/l, hvilket var en stigning i forhold til perioden 1998-2001, hvor

biomassen lå mellem 2,4 og 2,17 mg/l. Det var dog en lav biomasse i forhold til perioden 1989-1997, hvor biomassen varierede mellem ca. 5 og 17 mg/l. Planteplanktonets biomasse er i årene 1999-2002, generelt lavere gennem hele sæsonen end de øvrige år. Der har muligvis været et mindre algemaksimum i marts, og der-udover udvikles yderligere et større maksimum i juli og et mindre i august. Det første forårsmaksimum i marts består primært af *Rhodomonas lacustris* og *centriske kiselalger* med totaldominans af små centriske kiselalger.

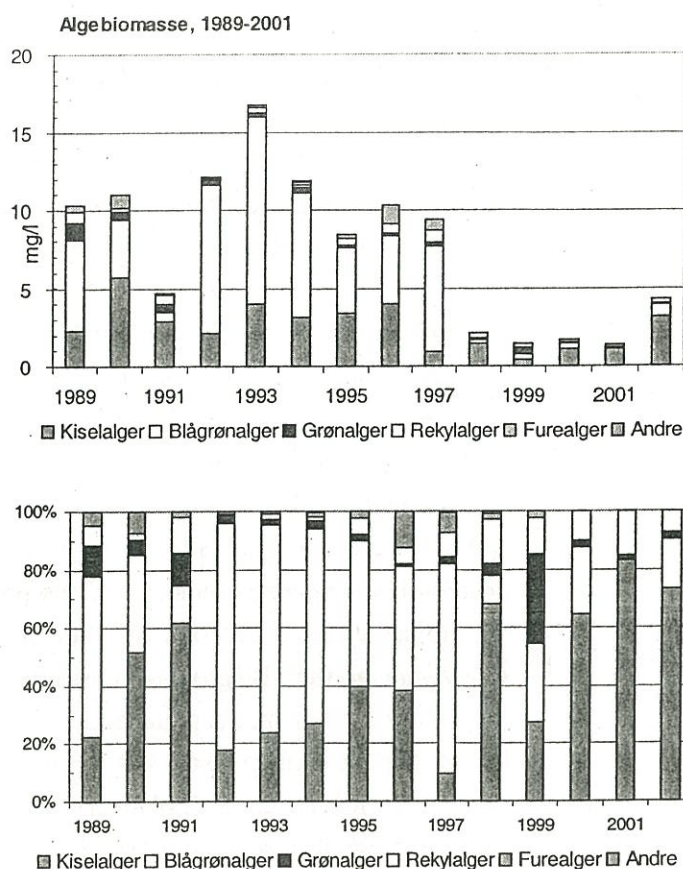
Fra midt i maj til midt i juni var algebiomassen meget lille mellem 0,048 og 0,3 mg/l og med skiftende dominans af centriske kiselalger og grønalg-kolonier. Der blev udviklet et maksimum (23,6 mg/l) i juli, som overvejende bestod af kiselalgerne *Aulacoseira granulata var. angustissima*. Et mindre maksimum blev udviklet først i september (3,1 mg/l), som bestod af *rekylalgerne*, primært *Katablepharis ovalis*, *cryptomonas sp.*, kiselalger som centriske kiselalger og i mindre grad *Fragillaria crotonensis*. Resten af året var biomassen lav (0,12 - 0,32 mg/l) og består af især *centriske kiselalger* og *Cryptomonas* arter. Blågrøn-alger, primært *Microcystis aerogenosa* forekom fra midt i juli til og med september. I august og september udgjorde blågrøn-algerne mellem 20 og 39% af den samlede biomasse, mens de i resten af perioden (juli og 2. oktober) udgjorde en mindre del, mellem 7 og 18% af den samlede algebiomasse.

Udviklingen i algesamfundet i perioden 1989-2002

Planteplanktonets biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit for sommerperioden maj-september fra 1989-2002 ses i figur 6.4.2.

Den gennemsnitlige algebiomasse faldt markant fra perioden 1989-1997 (9,4 og 17,3 mg/l) til en meget lavere biomasse i perioden 1998-2001 på 1,41-2,29 mg/l. Den gennemsnitlige sommeralgebiomasse i 2002 på 4,3 mg/l var derfor en stigning i forhold til de seneste år, men dog markant lavere end tidligere. Den maksimale biomasse på 23 mg/l under maksimum var på niveau med 1990, 1995 og 1996. Til sammenligning har de højeste biomasser de øvrige år varieret omkring 40-50 mg/l i 1989, 1992-94 og 1997. Den laveste forekom i 2001 med 4,5 mg/l.

Den lave algebiomasse i perioden 1998-2001 kan primært tilskrives en lavere udvikling i blågrøn-alger og dernæst kiselalgerne. Blågrøn-algerne har de fleste år domineret sommerplanktonet og har i nogle år udgjort 60-77% af den samlede biomasse. I 2002 udgør blågrøn-algerne 17% af den samlede sommerbiomasse, hvilket svarer til niveauet 1998-2000, hvor blågrøn-algernes andel udgjorde mellem 13 og 27%. Kiselalgerne dominerede sommerplanktonet med 73%, mens grøn-alger kun udgjorde en mindre del, 2,3%.



Figur 6.4.2: Den gennemsnitlige sommerbiomasse som absolutte og relative værdier, fordelt på algegrupper i Fårup Sø i perioden 1989 - 2002.

Udvikling i algebiomasse

Den samlede algebiomasse er faldet markant i perioden 1989-2002, og faldet er signifikant ($P = 0,0015$). Faldet er dog ikke sket jævnt, men skyldes mest, at algemængden har været dramatisk lavere de seneste fire år. Kun i 1991 var der en nogenlunde tilsvarende lav algebiomasse. Faldet i algebiomassen er udtryk for et signifikant fald i mængden af kiselalger ($P = 0,043$) og blågrønalger ($P = 0,02$).

Sæsonudvikling

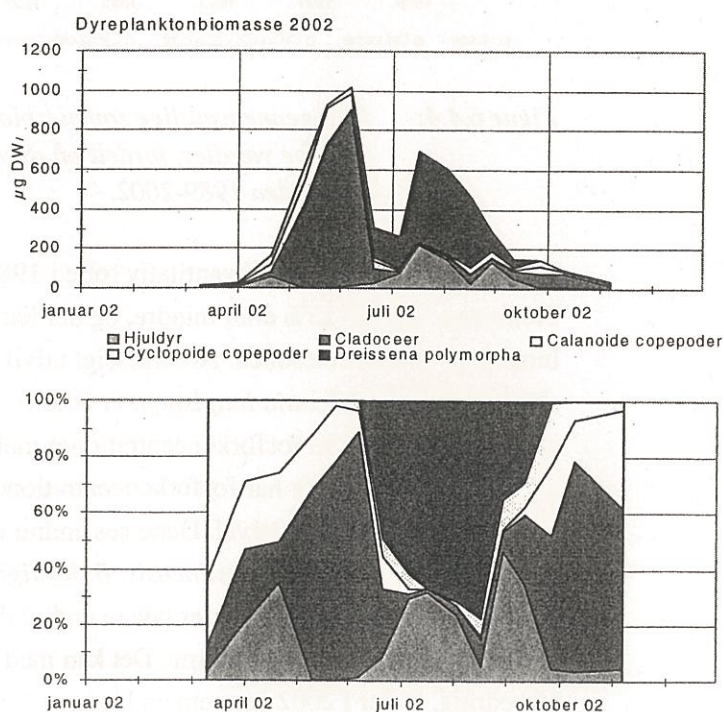
Dyreplankton

Den sæsonmæssige variation af biomassen af de enkelte grupper og deres procentvise andel af den totale biomasse ses af figur 6.4.3. Mængden af veligerlarver fra vandremuslingen *Dreissna polymorpha* indgår også som en del af opgørelsen af årets dyreplankton. Den totale dyreplanktonbiomasse i 2002 varierer mellem laveste på 0,011 mg DW i januar og den højeste på 1,01 mg DW i juli. Den gennemsnitlige sommerbiomasse i (maj - september) var 0,502 mg/l, hvilket er mere end i 1998, 2000 og 2001, men mindre end de øvrige år.

Det 'egentlige' dyreplankton udviklede tre maksima i 2002, i juni, juli og september. Biomassen af dyreplankton var fra starten af året (marts) meget lav, 0,011 mg/l, og bestod af copepoder, primært *Cyclops spp.* Dyreplanktonbiomassen blev øget til et maksimum i juni, der mest bestod af cladoceer (78%) og cycl.copepoder (22%). To mindre maksima i juli og september blev udgjort af hjuldyr.

Cladoceerne udgjorde hovedparten af maksimaet i juni og aftog herefter til et minimum i juli. Veligerlarver af vandremuslingen blev registreret første gang den 11. juni. Larverne tiltog i mængde og udgjorde hovedparten af maksimaet i juli, med en mængde på 0,46 mgDW/l. I takt med at mængden af veligerlarver aftog i slutningen af august og september, tiltog mængden af hjul-dyr og cladoceer.

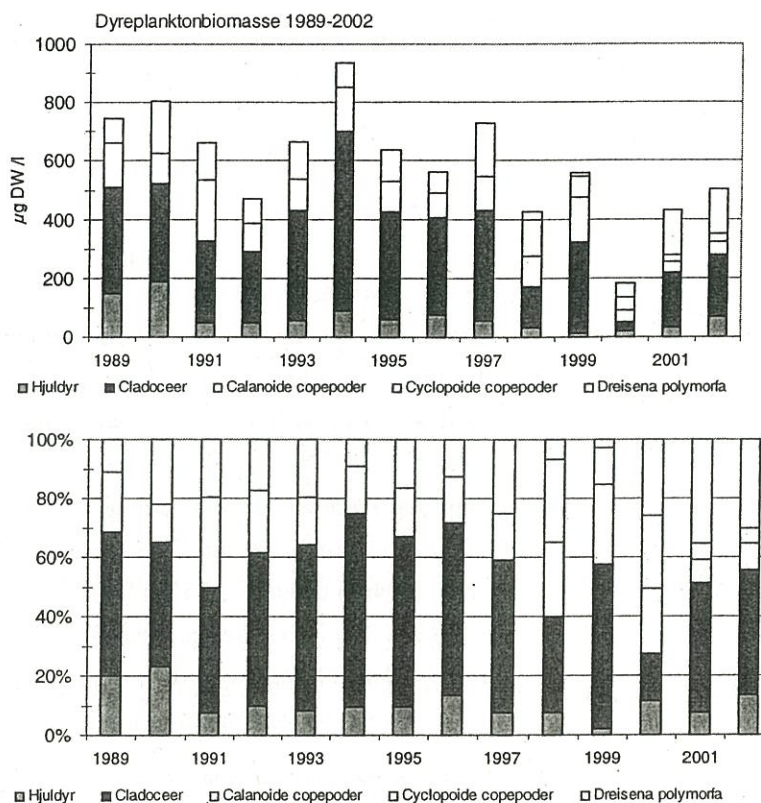
Hjuldirene udviklede den største biomasse (0,221 mg/l) midt i juli, men hjuldirene var også relativ betydelig i september med 47% af den samlede biomasse. Cladoceerne med *Daphnia sp* og *Daphnia cuculata*, som dominerende arter udviklede de største biomasser under maksimaet i juli, og udgjorde særligt i maj, juni, ultimo september og året en betydelig del af dyreplanktonet. Calanoide copepoder udviklede, som vanligt de største biomasser i maj, med *Eudiaptomus spp.* og *Eudiaptomus graciloides* som mest betydelig art (20-25% af den samlede dyreplanktonbiomasse), men forekom kun i ubetydelige mængder fra juli-september. Cyclopoide copepoder, (*Cyclops sp.*) var mest betydelig først på året med største forekomst i maj og i mindre grad også i august/september.



Figur 6.4.3: Biomassen af dyreplankton og *Dreissena polymorpha* i Fårup Sø, 2002.

Udviklingen i dyreplanktonsamfundet i perioden 1989-2002

Den gennemsnitlige dyreplankton-sommerbiomasse var i 2002 på 0,501 mgDW/l. Den samlede dyreplanktonbiomasse har varieret meget siden 1989, men overordnet set har den været faldende siden midt i 1990'erne, og i dag ligger niveauet for femte år i træk omkring 500 $\mu\text{g DW/l}$. Faldet siden 1994 er signifikant ($p < 0,02$).



Figur 6.4.4: Den gennemsnitlige sommerbiomasse som absolutte og relative værdier, fordelt på dyreplanktongrupper i Fårup Sø i perioden 1989-2002.

Hjuldyr har kun spillet en kvantitativ rolle i 1989 og 1990. Herefter har biomassen udgjort 15% eller mindre, og der har ikke optrådt betydende biomasser gennem sæsonen. Arsmæssigt udvikler samfundet sig i en mindre eutrof retning. *Kellicottia longispina* er ikke set i søen siden 1998. Denne art optræder normalt ved fosforkoncentrationer mellem 70 – 250 $\mu\text{g P/l}$, og gennem de seneste 6 år har fosforkoncentrationen befundet sig omkring den nedre grænse af dette interval. Dette ses endnu mere udtalt for de store *Brachionus*-arter (*B. budapestinensis*, *B. leydigii*, *B. urceolaris*), der kun sjældent ses ved koncentrationer lavere end 150 $\mu\text{g P/l}$. Disse arter er ikke observeret siden midt i 1990'erne. Det kan med forsigtighed tolkes som en forbedring, at der i 2002 gennem en længere periode blev observeret rentvandsarten *Notholca foliacea*, selvom der var tale om få individer.

Midt i 1990'erne optrådte der store biomasser af cladoceer i Fårup Sø, men siden 1994 har biomassen været signifikant faldende ($p < 0,05$), og de seneste par år har den ligget omkring $200 \mu\text{g DW/l}$ og dermed udgjort knap halvdelen af den samlede dyreplanktonbiomasse. Det er bemærkelsesværdigt, at *Chydorus sphaericus* siden 1997 er blevet stærkt reduceret samtidig med, at søen er blevet mere klarvandet. Denne art trives bedst i eutrofe søer, og ses sjældent i nogen betydende mængde når klorofyl koncentrationen kommer under ca. $8 \mu\text{g chl.a/l}$ eller fosforkoncentrationen kommer under ca. $50 \mu\text{g P/l}$. Det kan også bemærkes, at den rovlevende *Leptodora kindtii* siden 2000 har været meget fåtallig sammenfaldende med den lave biomasse af byttedyr. *Daphnia*-arterne optræder stort set samtidig gennem sæsonen, men der kan spores en tendens til, at den lille *D. cucullata* bliver mere fåtallig gennem perioden, mens det modsatte gør sig gældende for *D. galeata* og *D. hyalina*. De to sidstnævnte lader sig vanskeligt adskille, med mindre der er tale om udvoksede individer. Derfor er de ofte registreret som *D. spp.*, men under alle omstændigheder er der tale om mere græsnings effektive arter end *D. cucullata*, og det begyndende skifte i det indbyrdes dominansforhold fra *D. cucullata* til de to andre kan tages som udtryk for, at der i dag er en mindre føderessource til rådighed. Fødebegrænsningen kan også ses på den faldende biomasse af *Bosmina*-arterne, der i alt væsentligt er domineret af *B. coregoni*. Det kan i lighed med hjuldyrarten *Notholca foliacea* med forsigtighed tolkes som en forbedring, at der siden 2000 er observeret sporadisk forekomst af rentvandsarten *Acroperus harpae*, selvom der var tale om få individer.

Biomassen af de cycloploide copepoder har svinget omkring $100 \mu\text{g DW/l}$ de første ti år, men fra 2000 har den samlede biomasse ligget lavere. Udviklingen fra 1997 har været signifikant faldende ($p < 0,01$). De calanoide copepoder er udelukkende repræsenteret ved arten *Eudiaptomus gracioides*, og biomassen har udviklet sig analogt med de cycloploide copepoders, dog med et brat fald fra 1999 til 2000. For de voksne hunners vedkommende har faldet siden 1994 været signifikant ($p < 0,0001$). Den cycloploide *Cyclops abyssorum*, der har en klar præference for de mere næringsfattige søer, har haft tilbagegang. Siden 1991 har den kun optrådt spredt, og siden 2000 har den været fåtallig. Også *C. vicinus* og gruppen *Meso-/Thermocyclops* har haft tilbagegang. Især *C. vicinus* foretrækker de lidt mere eutrofe søer, og optræder sjældent ved de herskende fosforkoncentrationer i Fårup Sø. Det observerede fald i copepod-arternes biomasse kan næppe tilskrives den forbedrede vandkvalitet, da også *C. abyssorum* har haft en faldende biomasse. Det virker mere sandsynligt, at copepodsamfundet er blevet stadig mere fødebegrænset.

Veligerlarver af vandremuslingen *Dreissena polymorpha* er, siden 1998, oparbejdet i planktonprøverne. De voksne muslingen er første gang registreret i 1994 i søen. De voksne muslinger gyder store mængder æg om sommeren,

der udvikler sig til veligerlarver, som kan holde sig frit svævende i vandmasserne op til flere uger inden de fasthæfter på et substrat og udvikles til voksne muslinger.

Veligerlarverne optræder i planktonet i sommermånederne juli til september, hvor de især under maksimum udgør en stor del af dyreplanktonet. Der kan tydeligt observeres en eksponentiel stigning i forekomst af larver indtil 2001. I juli 2002, blev der observeret den hidtil højeste biomasse på 700 $\mu\text{g DW/l}$, mens biomassen var lavere resten af året, set i forhold til tidligere år, hvilket betød, at sommergennemsnittet i 2002 med 150 $\mu\text{g DW/l}$ blev det samme som i 2001. Dette kan indikere, at muslingbestandens kapacitet måske er ved at være nået, idet faktorer som sygdom, fødebegrænsning og naturlig prædation og død begynder at bremse væksten.

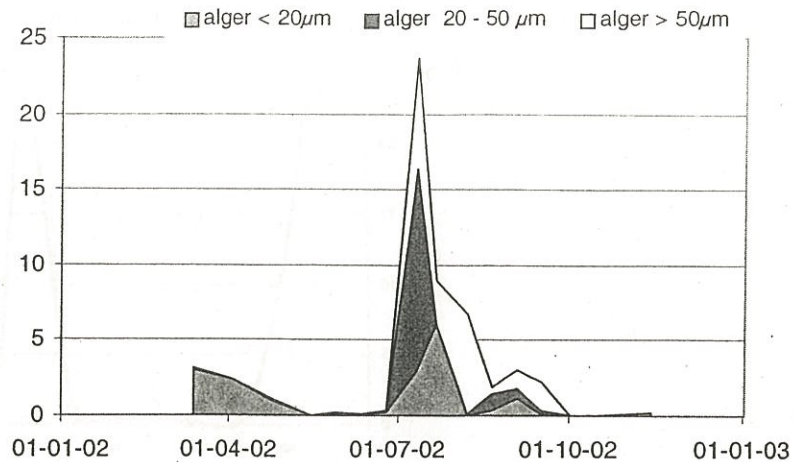
Dyreplanktonets biomasse og artssammensætning er i høj grad bestemt af mængden og karakteren af algerne, effekten af vandremusling (se afsnit) samt af fiskenes prædation.

Græsning

Mange dyreplanktonarter lever som planteædere, hvor føden foruden at bestå af planteplankton også udgøres af bakterier og organisk stof. Det gælder for mange hjuldyr, mange af de store cladoceer, calanoide copepoder og cyclopoide copepoder. Dyreplanktonet har derfor stor betydning for planteplanktonets biomasse og sammensætning. Generelt optager filtrerende dyreplanktonarter mest effektivt fødepartikler, mindre end 50 μm .

Som en tommelfingerregel gælder det, at dyreplanktonet er i stand til at regulere algerne, når algemængden udgør mindre end det dobbelte af fødeoptagelsen, d.v.s. når græsningsraten er mindre end to dage.

Det meste af året, undtagen den 8. august, 17. september og 13. november, bestod planteplanktonet overvejende af mindre arter (< 50 μm), figur 6.4.5. Den 8. august udgjorde planteplanktonet primært (99%) af store arter, trådformede kiselalger, som formodentlig i en vis udstrækning kan spises af visse dyreplanktonarter, figur 6.4.5 og 6.4.6. På de to sidstenævnte datoer med stor relativ andel af større arter (h.h.v. *Fragillaria crotonensis* og *Asterionella formosa*) var den samlede biomasse lav og dermed ikke af stor betydning for dyreplanktonet.



Figur 6.4.5: Algebiomasse fordelt på størrelsesgrupper i Fårup Sø, 2002.

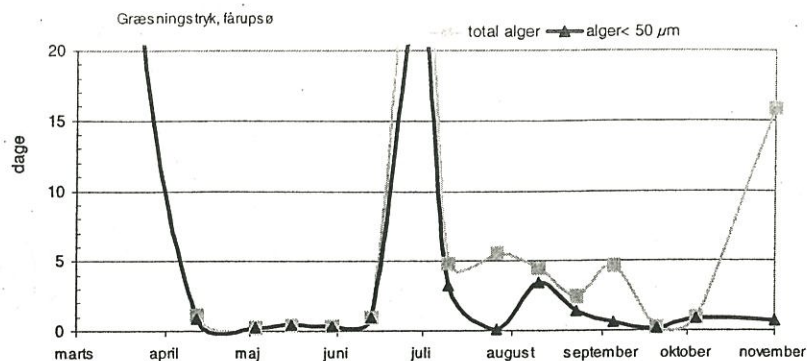
Græsningstrykket på algerne var højt det meste af året, undtagen under kisel-
 algemaskimaet i juli, hvor algebiomassen hovedsageligt bestod af store
 alger. De store daphnier dominerede frem til juli, og var formentlig
 medvirkende til at regulere algemængden indtil dafnierne blev reduceret til
 et minimum under algemaksimaet midt i juli. Efter algemaksimaet øges
 græsningstrykket, og først i oktober var græsningsraten så høj (mindre end 2
 dage), at dyreplanktonet fik regulerende betydning på væksten af alger.

Det store græsningstryk skyldes især, at algemængden generelt er lille i
 Fårup Sø, men især voksne vandremuslinger og i mindre grad muslingens
 veligerlarver har givetvis betydning for mængden af alger der er tilgængelig
 for dyreplanktonet.

Størrelsesspektret, som muslingenlarverne optager er noget snævert,
 sammenlignet med andre bivalve larver. Veligerlarvernes føde består mest af
 bakterier, blågrønalger, små grønalger og meget fin detritus partikler
 (Sprung, M, et al, 1993), men larverne filtrerer kun partikler mellem 1 - 4
 µm i diameter. Der er imidlertid kun en meget lille del af planteplanktonet,
 der er af inden for denne størrelsesgruppe, så det kan derfor ikke forventes,
 at veligerlarverne udøver et græsningstryk af betydning på den plante-
 planktonbiomassen. Veligerlarverne indgår da heller ikke i beregningen af
 dyreplanktonets græsningstryk.

Derimod er de voksne muslinger istand til at filtrere store mængder
 planktoniske partikler, især alger. Undersøgelsen af muslinger i 2000 viste,
 at bestanden dengang var i stand til at filtrere vandvolumet på under 2 døgn.
 Hvor stor en del af algebiomassen muslingerne rent faktisk filtrerer, vides
 dog ikke, men det er ganske store mængder, og det kan forklare, at mængden
 af alger er kraftig reduceret de seneste år, og at dyreplanktonet det meste af
 året er fødebegrænset. Dette kan ses af, at græsningsraten på tilgængelig

algebiomasse (alger $< 50 \mu\text{m}$) er mindre end to dage fra sidst i april og året ud, dog undtagen under maksimummet i juli.



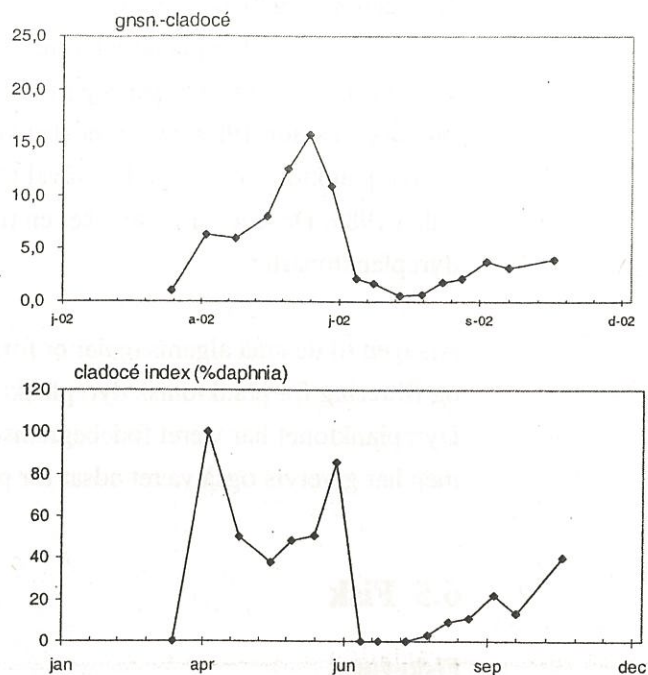
Figur 6.4.6: Dyreplanktonets græsning i Fårup Sø, 2002.

Prædation

Dyreplanktonet er også udsat for prædation fra andre dyr, hvor især fiskene kan være betydende. Men nogle dyreplanktonarter, f.eks. *Leptodora kindtii*, lever af andre mindre dyreplanktonarter. Fisk foretrækker de store arter af calanoide copepoder og cladoccer. Er der stor prædation fra fiskene, vil de store arter blive ædt, og de små former vil dominere. Kraftig prædation påvirker derfor gennemsnitslængden af cladoccer og cladocce-indexet (%-vis andel af daphnia i forhold til cladoccer).

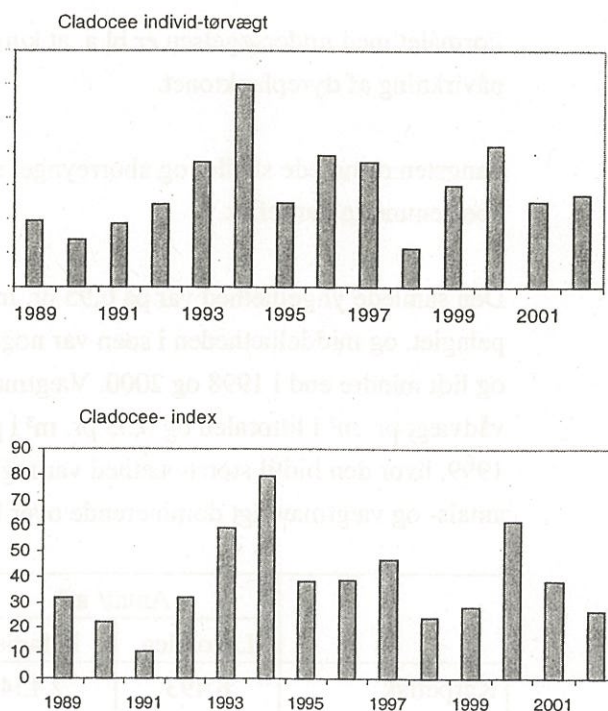
Fra marts til starten af juli består cladoccerne næsten udelukkende af *daphnia* sp., cladocce-indexet er højt. Herefter falder dominansen af store daphnier til et minimum, og der ses først en mindre stigning i biomassen fra september og året ud, figur 6.4.7. Årsagen til den kraftige reduktion i dyreplanktonbiomassen i juni-juli er sandsynligvis en kraftig prædation af dyreplanktonet af fiskeyngel. Fiskeynglen er på det tidspunkt nået det stadie, hvor de begynder at leve af dyreplankton. Resultaterne af årets fiskeyngelundersøgelser tyder på, at der har været meget store mængder fiskeyngel i Fårup Sø i 2002, hvilket kan påvirke dyreplanktonet mængde og sammensætning, jf. afsnit 6.5.

Mængden af spiselige alger, alger mindre end $50 \mu\text{m}$, er generelt også beskeden, så fødemangel kan også have påvirket størrelsesfordelingen og biomassen af dyreplanktonet. Det vurderes, at dyreplanktonet i Fårup Sø i 2002 i perioder har været udsat for prædation og fødebegrænsning.



Figur 6.4.7: Cladoceeindex og cladoceevægt i Fårup Sø i 2002.

Middelvægten af cladoceer varierer noget fra år til år, figur 6.4.8. Der er tilsyneladende færre store individer i 2001 og 2002 end i 2000.



Figur 6.4.8: Cladoceeindex og cladoceevægt i Fårup Sø i perioden 1989-2002.

Konklusion

Både plante- og dyreplanktonet udviklede beskedne biomasser i 2002, selv biomasserne var større end de sidste to år. Også dyreplanktonbiomassen var

lav, men på grund af en enorm stor og betydende biomasse af veligerlarver var den samlede dyreplanktonbiomasse d.v.s. større end året før. Der er sket et signifikant fald i den samlede planteplanktonbiomasse samt i kiselalgebiomassen siden 1989. Der er et sket signifikant fald i den samlede biomasse af dyreplankton samt i hjuldyr, såvel Calanoide og Cyclopoide copepoder siden 1989. Derudover er der sket en tilbagegang af mere eutrofe dyreplanktonarter.

Årsagen til de små algemængder er formentlig filtrering af voksne muslinger og filtrering fra planktonisk dyreplankton og i mindre grad veligerlarver. Dyreplanktonet har været fødebegrænset som følge af de små algemængder, men har givetvis også været udsat for prædation i 2002.

6.5 Fisk

Fiskeyngel

I forbindelse med Vejle Amts overvågning af miljøtilstanden i Fårup Sø blev fiskeynglen undersøgt natten mellem den 3. og 4. juli 2002. Undersøgelsen, som ligeledes er foretaget siden 1998 er udført i overensstemmelse med anvisningen fra DMU med yngelstræk i 6 sektioner i littoralen og 6 transekter i pelagiet af 1 minuts varighed. Dette afsnit omfatter de vigtigste resultater af undersøgelsen (Muller, J.P., Jensen, H.J., 2002).

Formålet med undersøgelsen er bl.a. at kunne vurdere fiskeynglens påvirkning af dyreplanktonet.

Ynglens tæthed og sammensætning

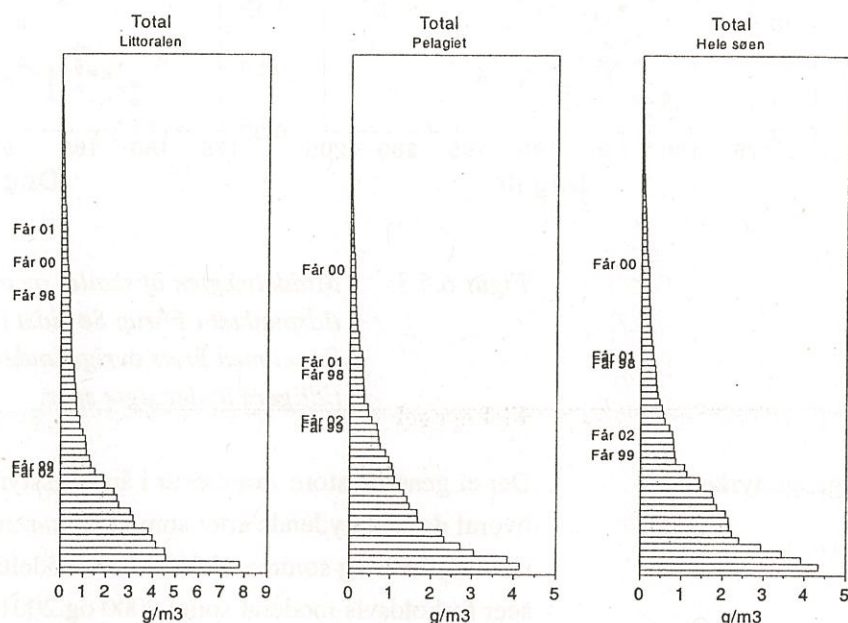
Fangsten rummede skalle- og aborrengel samt et enkelt eksemplar af én ubestemmelig karpefisk.

Den samlede yngeltæthed var på 6,95 pr. m² i littoralen, og 2,36 pr. m² i pelagiet, og middeltætheden i søen var noget større end i de to foregående år og lidt mindre end i 1998 og 2000. Vægtmæssigt var tætheden med 1,46 g vådvægt pr. m³ i littoralen og 0,53 pr. m³ i pelagiet af samme størrelse som i 1999, hvor den hidtil største tæthed var registreret. Skalleynglen var både antals- og vægtmæssigt dominerende over hele søen.

	Antal/ m ³		Vådvægt/m ³	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	6,493	2,154	1,129	0,425
Aborrefisk	0,455	0,204	0,333	0,106
Total	6,948	2,358	1,462	0,531

Tabel 6.5.1: Den beregnede tæthed og biomassetæthed af fiskeyngel hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Fårup Sø, juli 2002.

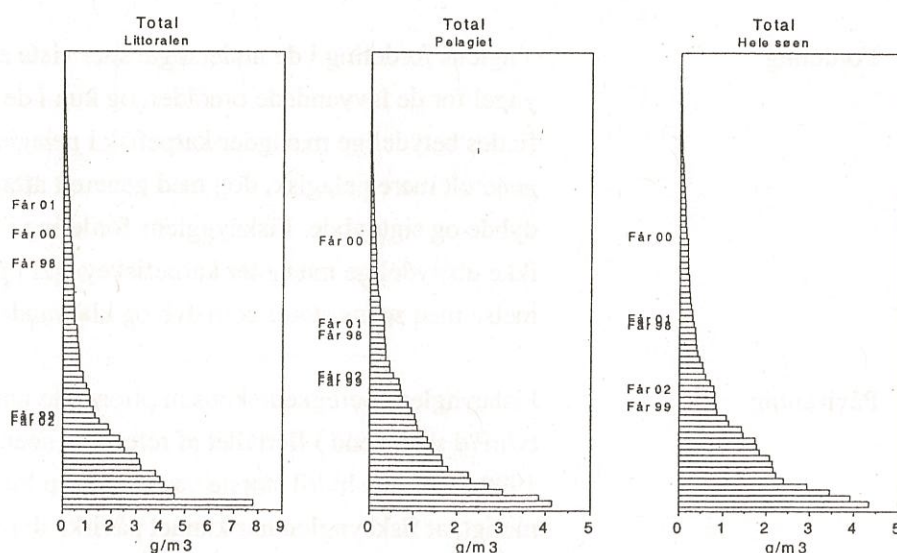
Sammenlignet med 13 andre søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de fem seneste år, var tætheden af karpeyngel høj, som det var tilfældet i 1999. Aborrefiskeyngels tæthed har alle år undtagen 1999 været moderat, og i 2002 var tætheden omkring medianen blandt referencesøerne.



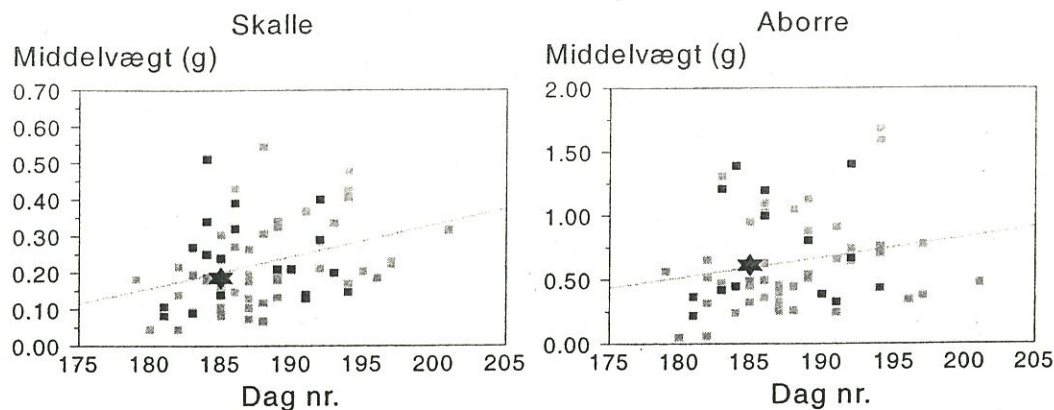
Figur 6.5.1: Tætheden af fiskeyngel i Fårup Sø i littoralzonen, pelagiet og i hele søen i 1998 - 2002 sammenlignet med tætheden fundet i andre søer.

Størrelse

Årsynglens størrelse var normal for tidspunktet i Fårup Sø sammenlignet med referencesøerne, figur 6.5.2.



Figur 6.5.2: Biomassetætheden af fiskeyngel i Fårup Sø i littoralzonen, pelagiet og i hele søen i 1999, 2000 og 2001 sammenlignet med tætheden fundet i andre søer.



Figur 6.5.3: Middelvægten af skalle- og aborrenglen på undersøgelsestidspunktet i Fårup Sø sidst i juli 2001 (stjerne) sammenlignet med årets øvrige undersøgelser (sort markering) og tidligere undersøgte søer.

Årgangsstyrken

Der er generelt store variationer i årgangsstyrken hos de respektive arter, hvoraf de sent gydende arter som bl.a. brasener er følsomme for klimatiske udsving forår og sommer. I 2002 var middeltætheden af karpefiskeyngel i 14 søer forholdsvis moderat som i 2000 og 2001, mens aborrengel generelt forekom mere talrigt end i 2001.

I Fårup Sø var skalleynghens tæthed størst i 1998, men aftog jævnt frem til 2001, hvorefter tætheden på ny blev øget i 2002. Aborrenes rekruttering toppede i 2000, men har både før og siden været beskeden.

Rekrutteringsforholdene for aborrer i Fårup Sø ligner forholdene fundet i de øvrige dybe søer.

Fordeling

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viste en forkærlighed hos karpefiskeyngel for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer findes betydelige mængder karpefisk i pelagiet. Aborrefiskeynglen er generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigtdybde. Fiskeynglens fordeling i Fårup Sø i juli 2002 var med ikke ubetydelige mængder karpefiskeyngel i pelagiet i ringe overensstemmelse med søens status som dyb og klarvandet.

Påvirkning

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate omkring 1. juli var med 38 mg tv/m³/d større end i flertallet af reference søer, og på samme niveau som i 1999, hvor den hidtil største værdi i Fårup Sø er registreret. Det er derfor muligt, at fiskeynglen har kunnet påvirke dyreplanktonets mængde og sammensætning i sommeren 2002.

Fisk

Undersøgelse af fiskebestanden gennemføres hvert 5. år efter normalprogrammet. Den seneste undersøgelse er gennemført i 1999. Undersøgelsen i 1999, herunder sammenstilling med tidligere undersøgelser i 1989 og 1994, er nærmere beskrevet i Vejle Amt, 1999. I dette afsnit er givet en kortfattet gengivelse af resultaterne.

Fiskebestandens karakter

Fiskebestanden har ikke udviklet sig væsentligt gennem de seneste 10 år. Biomassen har kun varieret lidt fra 68 tons i 1994 til 85 tons i 1999, og især i 1999 var tætheden med ca. 860 kg/ha forholdsvis stor sammenlignet med tilsvarende næringsbegrænsede søer.

Fiskebestandens stabilitet

Fiskebestandens karakter har ikke ændret sig væsentligt siden den første undersøgelse i 1999. Fiskebestanden har gennem hele perioden været domineret af skaller, aborrer og brasener, og forholdene synes meget stabile. Der er derfor ingen grund til at tro, at fiskebestanden vil ændres i de kommende år, med mindre forhold vedrørende belastningen eller lignende ændres.

Fiskenes betydning for vandmiljøet

Fiskebestanden i Fårup Sø er forholdsvis fåtallig, som det typisk ses i aborresøer, men søen rummer en usædvanlig stor bestand af brasener for søtypen. Fiskenes generelle prædationstryk på planktonet er moderat, men i perioder, hvor årsynglen er talrig, og hvor adgangen til bunddyr er begrænset, kan fiskene antagelig yde et regulerende prædationstryk på søens dyreplankton.

Den forholdsvis store biomassetæthed af potentielt benthivore fisk og den ringe kondition hos denne gruppe mere end antyder, at fødek konkurrencen om søens bunddyr er hård, og bundfaunaen holdes derfor antageligt nede på en ringe tæthed. Den ringe mængde snegle og andre græssere på planternes epifytter er en sandsynlig årsag til undervandsplanternes ringe udbredelse i søen.

Brasenernes fødesøgning på bunden bevirker en øget resuspension af bundmateriale og en øget fosforfrigivelse fra sedimentet, hvilket kan påvirke vandkvaliteten negativt. Fjernes hovedparten af søens brasener, vil resuspensionen og fosforfrigivelsen reduceres væsentligt, hvilket formodes at have en væsentlig effekt på både sigtddybden og vandplanternes udbredelsesmuligheder.

6.6 Undervandsplanter

Vegetationen i Fårup Sø er siden 1993 undersøgt en gang årligt. I 2002 blev undersøgelsen gennemført den 5. august. Formålet med undersøgelsen er at følge udviklingen i undervandsvegetationens udbredelse i søen. Ved undersøgelsen er søen opdelt i 19 delområder.

Rørsumpen

Udbredelsen af rørsumpen blev grundigt undersøgt i 1995. Arealet af hele rørskoven udgør 2,1% af søens samlede areal, (Vejle Amt, 1996).

Rørskovsvegetationen er domineret af tagrør, søkogleaks, smalbladet dunhammer og dyndpadderok, med tagrør som den mest udbredte art. I 2002 var der i søens østende fundet nogle eksemplarer af Kalmus. Rørskovens udbredelse er begrænset til et højst få meter bredt bælte langs ca. 3/4 af kyststrækningen. Dybdegrænsen for rørskovens udbredelse er de fleste steder knap 1 m, men nogle steder forekommer tagrør på indtil 1,4 m dybt vand.

Rørskoven ser ikke ud til at have ændret sig væsentligt. År til år variation i forekomst af arter skyldes nok primært et skøn, om arten er kvantitativt tilstrækkeligt forekommende til at blive noteret.

	Dybdegrænse (m)								
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Undervandsvegetation	2,55	2,3	2,15	2,7	2,3	1,7	1,8	1,8	1,35
Flydebladsvegetation	1,8	1,8	1,85	1,9	1,7	1,9	1,8	1,75	1,7
Rørskovsvegetation	1,5	1,8	1,65	1,8	1,8	1,9	1,4	1,45	1,4
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Undervandsvegetation									
Glinsende vandaks	2,55	2,3	2,15	2,7	2,3	1,4	1,2	1,35	1,3
Børstebladet vandaks	1,2	1,1	2,05	1,2	1,2	1,2	1,1	1,8	1,35
Hjerbladet vandaks	1,75	1,5	1,95	1,6	1,7	1,7	1,6	1,35	1,25
Kruset vandaks	1,25	-	1,65		1,5	1,3	1,8	1,3	-
Kildemos sp.	1,85	-							0,9
Vandpest								1,6	1,1
Vandranunkel sp.								2,1	0,95
Flydebladsvegetation									
Vandpileurt			0,65	0,5	0,6	0,6	0,65	0,75	0,75
Gul åkande	1,8	1,8	1,85	1,6	1,7	1,9	1,8	1,75	1,7
Hvid åkande	1,7	1,7	1,85	1,9	1,4	1,9	1,25	1,4	1,5
svømmende vandaks	1,1	1	1,05	0,8	0,8	0,7	0,45		
Trådformede alger								2,7	
Rørskovsvegetation									
Dynd-Padderok	1,5	1,8	1,65	1,8	1,8	1,4	1,3	1	0,7
Tagrør	1,3	1	1,25	1,5	1,7	1,9	1,4	1,45	1,4
Sø-kogleaks	0,85	0,9	1,15	1,7	1,3	0,9	1,2	1,2	1,3
Smalbladet dunhammer	1,2	*	1,15	*	1,55	1,3	1,25	1,4	1,2
Bredbladet dunhammer							0,55	0,6	0,6
Kalmus									0,85

Tabel 6.6.1: Artsliste og dybdegrænser for undervands- og flydevandsvegetation, samt dominerende rørskovsvegetation, Fårup Sø 2002. * angiver, at arten er registreret, men dybdegrænsen ikke fastlagt.

Flydebladsvegetation

Flydebladsvegetationen i Fårup Sø udgøres af mindre bestande af gul og hvid åkande samt en lille bestand af vandpileurt. Bestanden af svømmende vandaks er siden 1994 reduceret år for år og blev ikke fundet ved undersøgelserne i 2001 og 2002.

Dybdegrænsen for flydebladsvegetationens udbredelse er godt 1 m de fleste steder, men der er truffet individer af gul og hvid åkande på en dybde af 1,8 m og 1,4 m (tabel 6.6.1).

Undervandsvegetation

Der er fundet undervandsplanter på nord-, syd- og østsiden af Fårup Sø. I de fleste tilfælde er der tale om spredte bestande. I vestenden er der i 2001 registreret en fåtallig bestand af Hjertebladet vandaks, mens der i 2002 ikke blev registreret undervandsvegetation. En mindre bestand af Glinsende vandaks blev sidste gang registreret i vestenden i 1996.

Trådalger m.m.

Der blev ikke som i 2001 registreret store områder med slimede trådalger af typen Spirogyra/Mougiotia på vanddybder indtil 1,7 m i littoralzonen i mere end halvdelen af søen. Der er ikke fundet trådalger af betydning ved andre vegetationsundersøgelser end i 2001.

Artssammensætning

Undervandsvegetationen udgøres af børstebladet-, hjertebladet- og glinsende vandaks. Der er ikke, som 1999, 2000 og 2001, fundet kruset vandaks på østsiden. Kildemos sp. blev fundet i et eksemplar i 1994, samt i 2002. De to nye arter, vandpest og vandranunkel sp., der blev fundet på østsiden i 2000 og 2002 blev også fundet i 2002. Vandpest og vandranunkel er formentlig kommet ind, fordi der er bedre sigt og på grund af tabet af storbladede vandaksarter.

Udbredelse

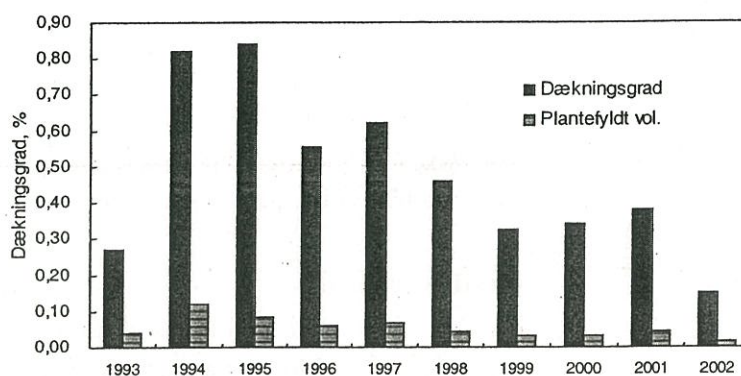
Der er en udpræget zonerings i forekomsten af undervandsplanterne. På lavt vand (ca. 0-1 m) dominerer børstebladet vandaks. På 1-1,5 m vand dominerer hjertebladet- og kruset vandaks. Den yderste vanddybde for glinsende vandaks var i 2002 på 1,35 m. Dybdegrænsen for glinsende vandaks er dermed reduceret markant, fra 2,15 - 2,7 m i perioden 1994-98 til 1,2-1,4 m de seneste fire år. Hvor arterne optræder sammen, er det glinsende vandaks, der når længst ud. Den yderst fundne forekomst af undervands- vegetation er børstebladet vandaks på 1,35 m's vanddybde.

Tilstand

Der er udpræget epifytbelægning på vandplanterne, og flere steder bærer planterne tydeligt præg af at være nedbidte på grund af manglende topskud. Frøstande forekommer ikke i nær samme mængde som tidligere, og planterne når stort set ikke op til overfladen, heller ikke på lavere vand.

Dækningsgrader og plantefyldt volumen

Undervandsplanternes samlede dækningsgrad og relativ plantevolumen er vist i figur 6.6.2, og dækningsgraden og det relative plantevolumen i de enkelte dybdeintervaller er vist i figur 6.6.3. I 2002 var den samlede dækningsgrad for undervandsvegetationen i Fårup Sø på 0,15% af det samlede søareal, hvilket er den lavest registrerede i undersøgelsesperioden. Dækningsgraden for undervandsvegetationen er faldet kraftigt siden perioden 1994-1995, med dækningsgrader på 0,82-0,84% til dækningsgrader i 1999/2001-2002 på 0,15-0,38%. Planterne udgør 0,014% af det samlede vandvolumen i 2002, som tilsvarende dækningsgraden er det laveste registrerede. Det plantefyldte volumen udviser samme udvikling som dækningsgraden.

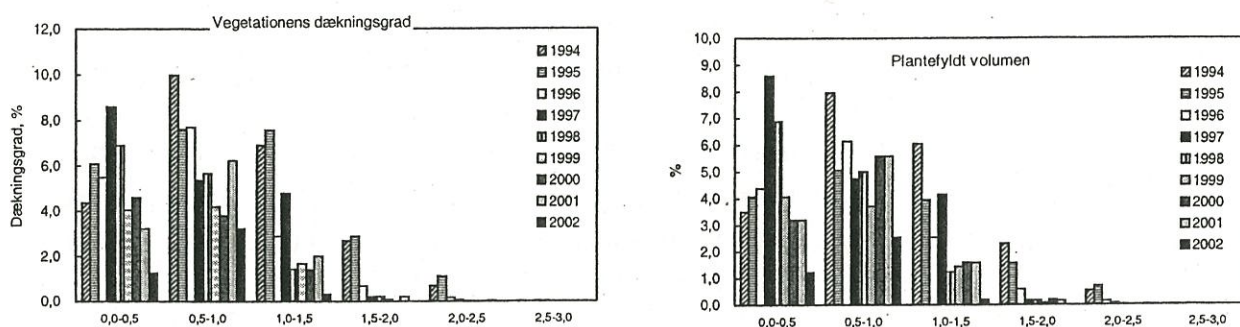


Figur 6.6.2: Dækningsgrad og plantefyldt volumen for Fårup Sø, 1993-2002

Udbredelse

De største forekomster af undervandsplanter findes på 0-1,5 m's vanddybde, mens vegetationen er sparsom ude på dybere vand, figur 6.6.3.

I alle dybdeintervaller fra 0,5 m og ud efter gælder det, at der siden 1994 er sket en tilbagegang, idet både dækningsgrad og plantefyldt volumen er markant reduceret. På vanddybder, mindre end 0,5 m ses et andet udviklingsmønster, hvor der er en forøgelse af både dækningsgrad og plantefyldt volumen fra 1993-1996 og derefter faldt både dækningsgrad og plantefyldt volumen markant til den lavest registrerede værdi i 2002.



Figur 6.6.3: Dækningsgrad og plantefyldt volumen for undervandsvegetationen på forskellige vanddybder i Fårup Sø, 1994-2002.

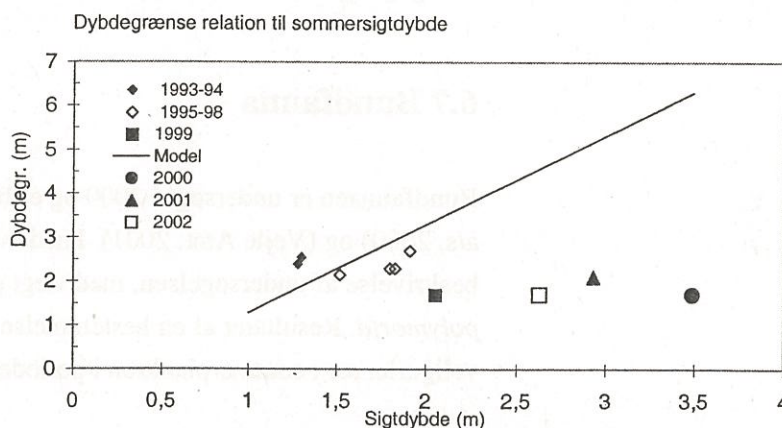
Dybdegrænse

I hovedparten af de områder, hvor der hvert år registreres undervandsvegetation, er der generelt sket et fald i det plantedækkede areal. Det drejer sig om delområderne 6 og 8 på nordsiden og delområde 13, 14, 15, 16 og 17 på sydsiden.

Danmarks Miljøundersøgelser har opstillet en model for dybdegrænsens afhængighed af sigtddyben på baggrund af resultaterne af vegetationsundersøgelser i 17 søer i 1993 og 1994 (DMU, 1995):

$$\text{Dybdegrænsen for rodfæstede vandplanter} = -0,74 + 2,02 \cdot \text{sommersigtddyben, } p < 0,0001, r^2 = 0,89$$

Det fremgår af figur 6.6.4, at de målte dybdegrænser for 1995-2002 ligger lidt under den modelberegne. Det ses også, at variationerne i sommersigtddyberne fra år til år ikke nødvendigvis fører til tilsvarende variationer i dybdegrænserne for vandplanternes udbredelse de pågældende år. De forbedrede sommersigtddyber de seneste år har ikke resulteret i flere vandplanter. I 1999 og i særdeleshed i 2000-2002 ligger de målte dybdegrænser langt fra, hvad man ville forvente ud fra de målte sigtddyber disse år.



Figur 6.6.4: Undervandsvegetationens dybdegrænse i forhold til sommerens middelsigtddybe i Fårup Sø og i forhold til samme relation for alle 17 søer, der er med i overvågningsprogrammet for vandplanter i søerne.

Det er tilsyneladende andre faktorer end sigtddyben, der er styrende for udbredelsen af undervandsvegetation i Fårup Sø. Tendensen mod forsvinden af de storbladede vandaksarter er accelereret trods bedre sigtddybe, og den øvrige vegetation er i kraftig tilbagegang.

Årsagerne til den forarming af vegetation i Fårup Sø er tilsyneladende bortgræsning fra en bestand af blishøns i stærk fremgang, men også en kraftig epifytbelægning stresser planterne. Det kan ikke afvises, at den massive forekomst af vandremuslinger i perioder af planternes vækst kan være medvirkende årsag, hvis de sætter sig på planterne og dermed hæmmer væksten. Det er dog ikke observeret ved feltobservationer.

Bortset fra den nord-vestlige ende (delområde 11), hvor vegetationen blot er delvist nedbidt, er vegetationen præget af kraftig nedbidning, som tilsyneladende er hovedårsag til svigtende udbredelse, såvel horisontalt som vertikalt. Vandplanterne er svært dækkede af epifytter.

Diskussion

Undervandsplanter kan være af meget stor betydning for både det biologiske samfund og for næringsstofkredsløbet i søer. I Fårup Sø er den samlede dækningsgrad for undervandsvegetationen på 0,15% af det samlede søareal, mens planterne udgør 0,0014% af det samlede vandvolumen. Den økologiske betydning af vandplanterne i søen vil derfor være begrænset. Alligevel udgør planterne et vigtigt potentiale for søen, da planterne hurtigt vil kunne sprede sig ved gunstige vækstbetingelser.

Græsning fra en stigende bestand af planteædende blishøns samt kraftige belægnings af epifytiske alger er nogle af de begrænsende faktorer for vandplanternes kondition og udbredelse af vandplanter i Fårup Sø. Også søens morfometri sætter en begrænsning, idet littoralzonen mange steder er begrænset af skrænter få meter ude i vandet. Den fortsatte tilbagegang af bl.a. flere vandaksarter er bekymrende.

6.7 Bundfauna

Bundfaunaen er undersøgt i 2000 og er beskrevet i rapporterne (Bio/consult a/s, 2000) og (Vejle Amt, 2001). I nedenstående er givet en kortfattet beskrivelse af undersøgelsen, med vægt på vandremuslingen *Dressina polymorfa*. Resultater af en bestemmelse af mængden af vandremuslingens veligerlarver i sommerplankton i perioden 1998-2002 præsenteres.

Vandremuslingens forekomst

Vandremuslingen *Dressina polymorfa* er første gang registreret i søen omkring 1994 i søens vestende og har siden bredt sig til hele søen. Undersøgelsen af bundfaunaen i 2000 viste, at vandremuslingen er meget udbredt og meget hyppig i Fårup Sø, idet den findes langs hele søbredden i et bælte, og det er lidt over en femtedel af søens areal. Muslingen er fundet ned til knapt 8 m's dybde, og dybdeudbredelse er nedadtil begrænset af forekomsten af blød dyndbund.

Vandremuslingen har sin største hyppighed ved 2-5 m's dybde, og der er her registreret store tætheder på op til næsten hundredetusinde pr. m². Den er generel mest hyppig på steder, hvor der er stenet/sandet og med mange store maler- og dammuslinger, idet vandremuslingen sad talrigt fast på disse. Især er der en meget stor tæthed af vandremuslingen på skrænterne langs nord- og

sydbredden. I tabel 6.7.1 er angivet muslingebestandens størrelse og filtrationskapacitet ved undersøgelsen i 2000.

Størrelse af bestanden	ca. 1,30 milliarder
Filtreringskapacitet (i timer)	ca. 0,13 milliarder liter pr. time
Filtreringskapacitet (i døgn)	ca. 3,12 milliarder liter pr. døgn
Søens vandvolumen	5,556 milliarder liter
Filtrering af søens vandvolumen (i timer)	ca. 43 timer
Filtrering af søens vandvolumen (i døgn)	ca. 1,8 døgn

Tabel 6.7.1: Oversigt over vandremuslingens størrelse og filtreringskapacitet i Fårup Sø, 7.-8. november 2000.

Vandremuslingens formering, fødevalg og påvirkning

Vandremuslingen gyder i sommerperioden æg og sperm direkte ud i vandet. En stor musling kan gyde op til flere hundredetusinder af æg. Efter æggenes klækning kan larverne være fritsvømmende i flere uger, inden de sætter sig fast på et substrat og udvikler sig til voksne individer. Det er kendt, at muslingebestanden hurtigt kan vokse til ekstrem store mængder i de søer, hvor iltforholdene gode, substrat at hæfte sig på og rigelig føde.

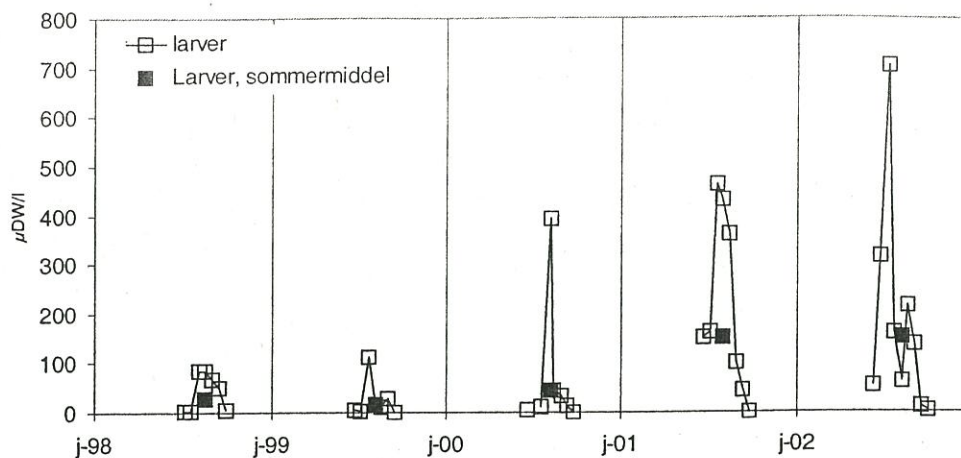
De fritsvømmende larver og de voksne muslinger lever af at filtrere planktoniske materiale, især alger. Især de voksne muslinger er effektive, idet laboratorieforsøg har vist, at en enkelt musling kan filtrere op til 8 l. Vandremuslingen har medført store ændringer i miljøtilstanden og de økologiske forhold i Fårup Sø, som følge af muslingens store filtreringsevne og store vækstpotentiale. De mest markante ændringer har været, at vandet generelt bliver mere klart på grund af de mindre mængder planteplankton, og i specielt Fårup Sø, at bestanden af maler- og dammuslinger er i tilbagegang.

Udvikling

Bundfaunaen i Fårup Sø er undersøgt i 2000 og ikke andre år. Der ligger derfor ikke data, der kan dokumentere en udvikling i bundfaunaen.

Det vurderes, at mængden af muslingens larver i søvandet kan anvendes som et indirekte udtryk for mængden af voksne muslinger. Veligerlarver optalt og opmålt ud fra eksisterende planktonprøver i perioden 1998-2002.

Resultaterne indgår i vurdering af søens dyreplankton, afsnit 6.4 og vises i dette afsnit til vurdering af udviklingen af muslingebestanden i søen, figur 6.7.1.



Figur 6.7.1: Biomasse af vandremuslingens larver i Fårup Sø i perioden 1998-2002.

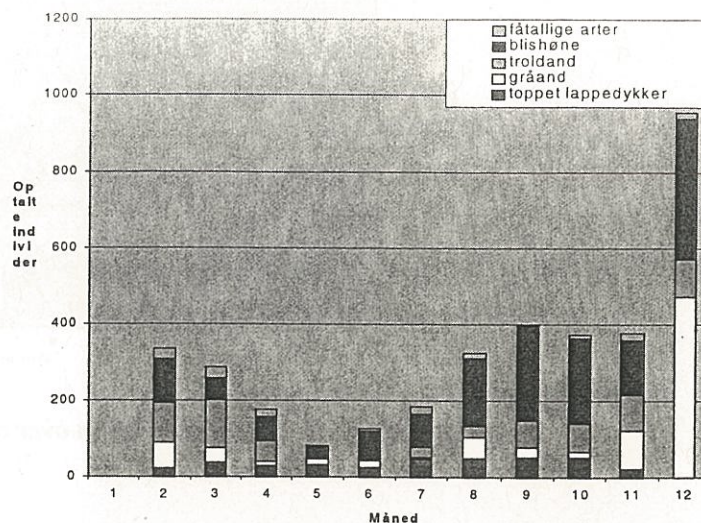
Muslingelarver i Fårup Sø forekommer hvert af de undersøgte år fra slutningen af juni til september, og med et markant maksimum i sidste halvdel af juli i 1999, 2001-02 og først i august i 1998 og 2000. Den maksimale mængde muslinger, der er registreret, stiger gennem perioden fra 85 µg tørvægt /l i 1999 til 704 µg/l i 2002. Middelbiomassen for maj-september var i 2002 den samme som i 2001 på 152 DW/l, men der ses en kraftig stigning i biomassen fra 1998-1999 til 2001/2002.

Udviklingen i veligerlarver understøtter, teorien om at bestanden af vandremuslinger har været under opbygning og nu måske er ved at nå den maksimale kapacitet, idet mængden af den gennemsnitlige veligerlarver mængde har været den samme de sidste to år. Det kan dog forventes, at bestanden af muslinger i de kommende år vil svinge en del afhængigt af muslingens levevilkår, sygdom i bestanden, tilgængelig fødemængde, predation fra især vandfugle m.m., og at søen igen vil få et stort indhold af planteplankton og blive uklar.

6.8 Fugle

Undersøgelser af fuglebestande indgår ikke i det landsdækkende overvågningsprogram. Optælling af vandfugle i Fårup Sø blev startet i 2001. I 2002 blev optællingerne videreført og udvidet med en tælling hver måned af måger, der overnatter på søen. Optælling af vandfugle blev foretaget som beskrevet i 2001. Overnattende måger blev optalt inden for den sidste time før solnedgang.

Resultaterne viste, at der i gennemsnit pr. dag opholdt sig ca. 300 vandfugle i søen i 2002 excl. måger (bilag 6.8.1). Til sammenligning var der i gennemsnit ca. 450 vandfugle i søen i 2001. Fordelingen af vandfugle i 2002 fremgår af figur 6.8.1.

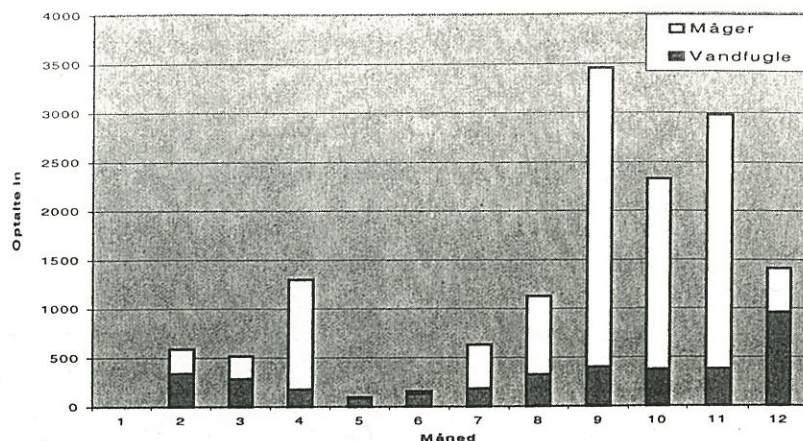


Figur 6.8.1: Årstidsvariationen for de fire talrigeste vandfuglearter (excl. måger) samt øvrige fåtalige arter i Fårup Sø i 2002. Tallene fra yngleperioden (maj - juli) er ikke repræsentative for det reelle antal fugle, da mindst en af forældrefuglene typisk vil være i skjul på reden. Derimod angiver tallene for januar, februar, marts og december meget præcist det reelle antal fugle, da fuglene i disse måneder opholdt sig i våger i isen.

Såvel artsfordelingen som antallet af vandfugle i 2001 og 2002 var næsten ens fra maj til december. Derimod var der stor forskel i perioden januar til april, hvor der i gennemsnit var ca. 660 vandfugle i 2001 mod kun ca. 200 i 2002. De første toppede lappedykkere vendte tilbage til Fårup Sø i februar 2002, mens de første året før ankom i marts. Det mindre antal vandfugle i 2002 skyldes en nedgang i bestanden af især gråand og blishøne, og i mindre grad troldand.

Den mest nærliggende forklaring på det lavere antal vandfugle i 2002 i forhold til 2001 er forskelle i islægning i de to år. I 2002 forekom der 100% islægning, hvorved der skete et permanent borttræk for Fårup Sø i januar, dette forekom ikke i 2001. I både 2001 og 2002 var moser og mindre søer i oplandet 100% islagte i en periode. Islægningsperioden var kortest i 2002 og dermed kunne vandfuglene tidligere vende tilbage til de mindre søer og moser i 2002 end i 2001.

Resultaterne viste, at der i gennemsnit pr. dag overnattede ca. 900 måger i søen. Variationen var stor over året med over 3000 måger i september og blot 15 og 30 i henholdsvis maj og juni (figur 6.8.2). Antallet af optalte måger er et minimum, da en mindre del formentlig først ankommer til søen efter mørkets frembrud. De mindre måger (storm- og hættemåge) udgjorde skønsmæssigt over 90% af de overnattende måger.



Figur 6.8.2. Årstidsvariationen over overnattende måger i Fårup Sø i 2002.

Søen anvendes i langt mindre grad af rastende måger i dagtimerne end om natten, men i træktiden kan der i perioder ses op til 1000 måger også i dagtimerne.

I begge undersøgelsesår er der registreret grågæs ved Fårup Sø i marts og april, og det er ikke helt utænkeligt at arten kan begynde at yngle ved søen såfremt der kan findes ro dertil. Færdsel på søen er muligvis stigende og forekommer formentlig dagligt. Ved flere lejligheder blev der i 2002 iagttaget sejlads i kajak hvor hele søen blev gennemsejlet i stor fart. I modsætning til sejlads med robåde medførte denne type færdsel tydeligvis stor forstyrrelse på de rastende fugle.

I 2002 blev der registreret unger af toppet lappedykker, lille lappedykker, gravand, gråand, blishøne og grønbenet rørhøne i Fårup Sø. Desuden sås der ofte et par knopsvaner med unger ved den nyetablerede lystfisker sø.

Undersøgelsen i 2002 viser, at bestanden af vandfugle formentlig er nogenlunde stabil, om end især blishøns og gråænder og i mindre grad trolldand tilsyneladende påvirkes af islægningsperiodens længde og om hvorvidt Fårup Sø på et tidspunkt bliver helt islagt. Undersøgelsen viser samtidig, at søen fungerer som overnatningsområde for et stort antal måger, især om efteråret. Vejle Amt fortsætter overvågning af vandfugle og måger i søen i 2003.

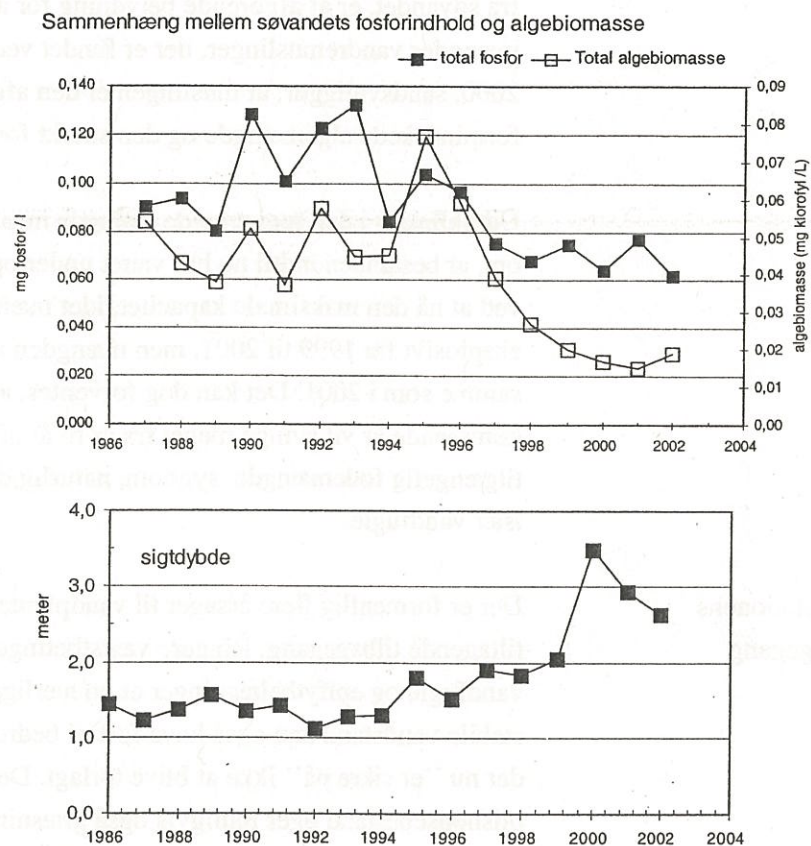
6.9 Det fysiske, kemiske og biologiske samspil

Næringsstoffer og planktonbiomasse

Tilførsel af næringsstofferne kvælstof og fosfor til Fårup Sø er uændret høj. Selv om der ikke er registreret nogen udvikling i næringstilførslen til Fårup Sø, er middelmiddelen (sommer og år) af fosforindholdet i søvandet faldet siden 1989 og sommerværdien i 2002 på 0,062 mg fosfor/l var knap

halv så stor som i de år (1990-94) i overvågningsperioden, hvor fosforindholdet i søvandet var størst. Tilsvarende var algebiomassen faldet. Der ses således en sammenhæng mellem søvandets indhold af fosfor og algemængden, figur 6.9.1. Algemængden var dog faldet kraftigere i perioden 1995-2002 end fosforindholdet, hvilket formentlig kan tilskrives den øgede mængde vandremuslinger.

Både plante- og dyreplanktonbiomassen er faldet markant i undersøgelsesperioden, samtidig med at der er sket en tilbagegang af de mere eutrofe arter.



Figur 6.9.1: *Udvikling af sommerens indhold af totalfosfor, algebiomasse og sigt dybde i søvandet og algebiomasse i Fårup Sø i perioden 1989-2002.*

Sigt dybde og algebiomasse

Det kraftige fald i algebiomassen resulterede i en voldsom forøgelse af sigt dybden. Der var i klarvandsfasen i maj 2002 registreret sigt dybder på 5,9 m, og middelsommersigt dybden i 2002 på 2,38 m var også meget høj, om end lavere end i 2001.

Sigt dybde og miljøtilstand

Det klare vand i Fårup Sø de seneste år har imidlertid ikke ført til en bedre miljøtilstand i søen, tværtimod. De store sigt dybder burde give de bedste betingelser for en veludviklet undervandsvegetation. I stedet var undervands-

vegetationen forarmet og i tilbagegang. Bunddyrsfaunaen er under forandring, hvilket formentlig ændrer fødegrundlaget for de bundlevende fisk.

Vandremuslingen

Omkring 1993/94 blev den lille vandremusling *Dressina polymorfa* registreret for første gang i søens vestlige ende, og muslingen har siden bredt sig til det meste af søen. Den øgede udbredelse er sket i takt med et fald i algebiomassen og en stigning i sommersigtdybden.

Vandremuslingens kolossale evne til at filtrere partikler, herunder alger m.m. fra søvandet, er af afgørende betydning for algemængden i søen. De store mængder vandremuslinger, der er fundet ved bundfaunaundersøgelsen i 2000, sandsynliggør, at muslingen er den afgørende faktor for den formindskede algemængde og den stærkt forbedrede sigtddybde.

Udviklingen i den registrerede mængde muslingelarver understøtter teorien om, at bestanden indtil nu har været under opbygning, og nu måske mere er ved at nå den maksimale kapacitet, idet mængden af muslingelarver steg eksplosivt fra 1999 til 2001, men mængden af muslinger var i 2002 den samme som i 2001. Det kan dog forventes, at bestanden af muslinger i de kommende år vil svinge meget fra år til år afhængigt af bl.a. mængden af tilgængelig fødemængde, sygdom, naturlig død i bestanden, predation fra især vandfugle.

Vegetationens tilbagegang

Der er formentlig flere årsager til vandplanternes dårlige tilstand og tiltagende tilbagegang. Ringere vækstbetingelser som nedgræsning af vandfugle og epifytbelægninger er en nærliggende forklaring. Den mere stabile vandstand kan også have ført til bedre ynglemuligheder for blichøns, der nu "er sikre på" ikke at blive tørlagt. Den tilsyneladende stigende blichønsebestand øger muligvis også græsningstrykket på vandplanterne. Flere undersøgelser dokumenterer, at planteædende fugle som blichøns kan virke begrænsende for udbredelse af undervandsplanter.

Amtets egne undersøgelser tyder på, at blichøns også indtager vandremuslinger som en del af føden, og så længe der er et stort spisekammer på søbunden i form af friske vandremuslinger, kan det frygtes, at bestanden af blichøns i fremtiden vil stige og dermed også græsningstrykket på vandplanterne.

Vandremuslingen kan fysisk begrænse udbredelsen af vegetationen enten ved at sætte sig på stængler eller ved at dække søbunden så nye planter har det vanskeligt. Endelig kan væksten af epifytiske alger favoriseres, fordi de fritsvævende alger bliver bortfiltreret. Den forholdsvis store mængde bentivore (bundlevende) fisk, og den ringe kondition hos denne gruppe antyder, at der er hård konkurrence om søens bunddyr, og at disse antageligt

holdes nede på en ringe tæthed (Vejle Amt, 2000). Fiskene kan således gennem hård græsning på krebsdyr og andre algespisere, som normalt holder planterne fri for epifytiske belægninger på planterne blade, indirekte føre til øget epifytbelægning og dermed dårligere vækstvilkår for planterne. Hvorvidt den øgede konkurrence blandt de bundlevende fisk og bunddyrene skyldes en nedgang i bunddyrene og/eller en stor bestand af bentivore fisk er uafklaret.

Muslingebestanden er formentlig ved at nå den maksimale kapacitet opbygning. Bestanden kan udvise store år-til-år-udsving, og i tilfælde af massedød blandt vandremuslingen kan der ske frigivelse af store mængder næringsstoffer, og der vil være risiko for, at søen vender tilbage til situationen fra tidligere med stor algevækst om sommeren og risiko for udvikling af potentielt giftige blågrønalger. Det kan ske i forbindelse med iltmangel under isdække, sommertemperaturlagdeling af vandmasserne eller ved sygdom.

En stor og stabil produktion af alger er et godt grundlag for en stor bestand af vandremuslinger, og så længe der er en stor bestand af vandremuslinger, er der også et godt fødegrundlag for blishønsene. Reduceres vandplanterne til en minimal udbredelse, forsvinder grundlaget for et alsidigt plante- og dyreliv. Hvorledes miljøtilstanden vil ændre sig de kommende år, vil formentlig afhænge meget af udbredelsen af muslingebestanden, de biologiske forhold i søen og måske også af blishønsbestanden. Miljøtilstanden i Fårup Sø kan i de kommende år forventes at være ustabil.

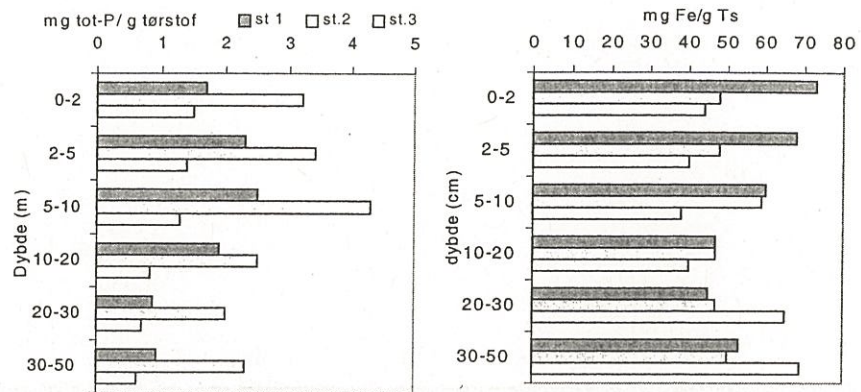
Samlet vurdering

Den væsentligste årsag til den stærkt forbedrede sigtddybde i Fårup Sø vurderes at skyldes vandremuslingens store filtrationskapacitet.

Den forbedrede sigtddybde i Fårup Sø har imidlertid ikke forbedret søens plante- og dyreliv, tværtimod er der registreret en forarming af søens undervandsvegetation og ændringer i søens biologiske balance.

7. Sediment

Sedimentet i Fårup Sø er undersøgt i december 1990, 1995 og 2000. Sedimentets fosfor- og jernprofil i 2000 er angivet i figur 7.1



Figur 7.1: Indholdet af fosfor og jern i de forskellige dybder på de tre stationer, 2000.

Indholdet af fosfor er i de øverste 2 cm faldet fra 1990 til 1995. I 2000 er fosforindholdet det samme som i 1995, (Vejle Amt, 2001). I de dybere lag er der et fald fra 1990 til 1995, hvorefter fosforindholdet stiger. De mindre mængder i de øverste lag skyldes formentlig en mindre sedimentation fra alger, der i stedet bliver filtreret af vandremuslinger. Det mindre fosforindhold i det øverste lag skyldes nærmere, at mere fosfor indbygges i vandremuslingebiomassen, da der de senere år er ført mindre fosfor ud af søen, end der er tilført.

8. Miljøtilstand og fremtidig udvikling

8.1 Målsætning og miljøtilstand

Fårup Sø er i Forslag til Vandområdeplan 2002 for Vejle Amt (som ventes vedtaget i juni 2003) målsat som badesø (A2), og der skal således sikres et alsidigt plante- og dyreliv, der kun er svagt påvirket af menneskelig aktivitet. Der er fastsat krav til den gennemsnitlige sigtddybde om sommeren på 2,5 m, og sigtddybden må aldrig komme under 1 m. Aborre skal være dominerende fisk, men med mulighed for ørred, ål, gedde, skal der være forekomst af mindst 6 rodfæstede undervandsplanter. Det betyder, at den gennemsnitlige fosfortilførsel maksimalt må være på 700-800 kg pr. år.

Miljøtilstand

Fosforbelastningen i Fårup Sø er uændret høj. Kravet til sigtddybden har været opfyldt de seneste år, men kravet om et alsidigt plante- og dyreliv er ikke opfyldt. Forudsætningen for, at Fårup Sø på sigt får en god og varig miljøtilstand, er fortsat, at fosfortilførslen til søen nedbringes.

Den gode sigtddybde skyldes udelukkende ændringer i søens biologiske forhold, primært forårsaget af indvandringen af vandremuslingen. Det klare vand har ikke ført til en bedre miljøtilstand i søen, tværtimod, selv om det klare vand burde give de bedste betingelser for en veludviklet undervandsvegetation. I stedet er undervandsvegetationen forarmet og i tilbagegang. Bunddyrsfaunaen er under forandring, hvilket muligvis har ændret fødegrundlaget for de bundlevende fisk. Vandremuslingen har således en meget positiv virkning på søens sigtddybde, men har medført en række uheldige virkninger, som kan være fatale og af afgørende betydning for søens fremtidige miljøtilstand. Reduceres vandplanterne til en minimal udbredelse som følge af bl.a. nedgræsning fra blishøns, epifytbelægninger og andre forstyrrelser, forsvinder grundlaget for et alsidigt plante- og dyreliv.

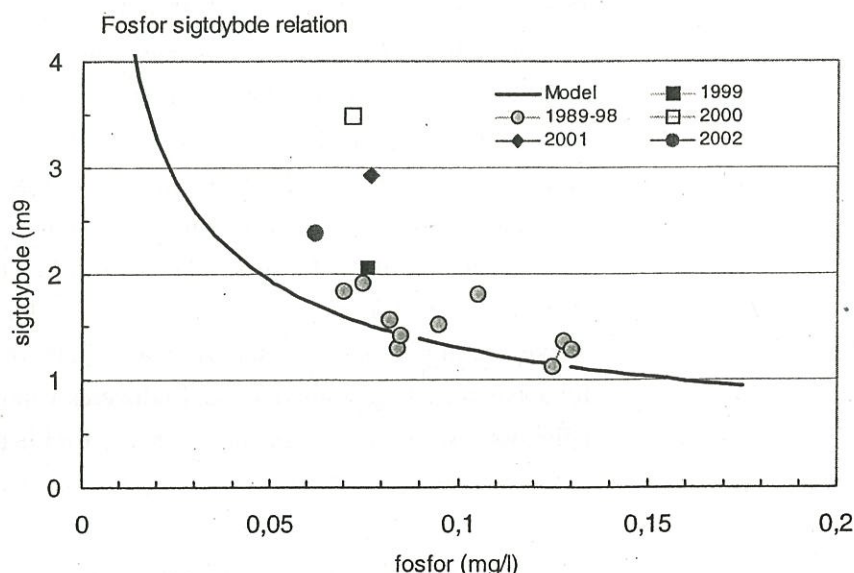
De store mængder fosfor, der årligt tilføres søen, medfører en algeproduktion, som danner grundlag for en stor bestand af vandremusling. Det er derfor stadig nødvendigt, at fosfortilførsel reduceres.

Man kan få en ide om, hvor meget fosfortilførslen skal reduceres for at opnå en forbedret sigtddybde, ved at anvende modeller for fosfor, der beskriver sammenhængen mellem tilførsel og søvandets koncentration, samt generelle modeller, der beskriver sammenhængen mellem fosforkoncentrationen og sigtddybden. Modellerne er generelle, og Fårup Sø afviger naturligt nok fra modellerne, da søen ikke er i økologisk balance.

Til vurdering af hvor meget fosforindholdet i søvandet højest må være, anvendes en model for sammenhængen mellem søvandskoncentrationen og

sigtdybden, som er vist i figur 8.1. Sammenhørende, målte værdier af sigtdybde og fosforindhold i Fårup Sø i perioden 1989-2002 er placeret i forhold til kurven. Modellen forudsiger imidlertid, at skal søen på sigt opnå en stabil og varig god sigtdybde, skal fosforindholdet i søen nedbringes. Sigtdybdemodellen forudsiger, at målet for sommersigtdybden på 2,5 m vil kunne nås ved en søvandskoncentration på 0,050 mg/l. Ved et krav til sigtdybden på 2,5 m må søvandskoncentrationen maksimalt være ca. 0,04 mg/l.

Erfaringsmodeller, der beskriver sammenhængen mellem fosfortilførslen og søkoncentrationen, giver en ide om, hvor meget fosfortilførslen til søen skal nedbringes for at opnå en ønsket søkoncentration. De samhørende målinger af indløbs- og søkoncentrationer afviger også betydeligt fra den model, der bedst beskriver sammenhængen i Fårup Sø (Kristensen et al, 1990, model 12), se afsnit 4.3. Årsagen til afvigelserne er de ustabile forhold med bl.a. intern belastning, effekten af vandremusling og usikkerheden om bestemmelse af den faktiske fosfortilførsel (underestimering).



Figur 8.1: Sammenhængen mellem årsgennemsnittet af totalfosfor i søvandet og den gennemsnitlige sommersigtdybde efter $\text{model sigtdybde} = 0,35 \cdot (P)^{sø-0,57}$. Til sammenligning er vist målte værdier i perioden 1989-2002.

Med disse forbehold taget i betragtning forudsiger modellen, at med et maksimalt indhold af fosfor i søvandet på 0,40 mg/l må indløbskoncentrationen højst være ca. 0,50 mg/l. Det vil svare til, at der højst må tilføres ca. 700-800 kg fosfor ved en gennemsnitlig vandtilførsel på 1321 mill. m³/år i perioden 1989-2002. Der skal således ske betydelige reduktioner i fosfortilførsel for opnå en sigtdybde på 2,5 m.

8.2 Fremtidige tiltag

Vandmiljøplanerne har indtil nu mest drejet sig om at reducere fosfor fra spildevandet i byerne og industrien samt kvælstof fra landbruget. Tiltagene efter Vandmiljøplanen har ikke haft effekt på fosforbelastningen til Fårup Sø. Nedbringelse af fosfortilførsel til Fårup Sø kan ske ved bedre rensning af husspildevandet fra den spredte bebyggelse, reducere udledningen fra dambrugene ved søen og begrænsning af næringstabet fra markerne.

Spredt bebyggelse

Ifølge ny lovgivning skal de kommunale spildevandsplaner nu indeholde konkrete planer for spildevandsrensningen i det åbne land. I Vandområdeplanen for Vejle Amt skal der ske en reduktion af fosforudledningen fra spredt bebyggelse på 90%. Der er planlagt tiltag om forbedret rensning af husspildevand i Vejle kommune i år 2003, i Egtved kommune i år 2001 og 2004 og i Jelling kommune i 2001. I Jelling kommune har ca. 7 ejendomme i 2002 forbedret spildevandsrensningen.

Dambrugene

Dambrugene er i 2000 blevet pålagt at nedbringe belastningen til 30 kg inden udgangen af 2006. Udledningen fra det ene dambrug ophørte 2001, da det blev ombygget til et put-and-take fiskeri.

Begrænsning af udvaskningen fra markerne

Vandmiljøplanerne har på *landbrugsområdet* primært handlet om at begrænse tab af kvælstof til vandmiljøet. Tiltagene omfattede i hovedtræk bl.a. bedre opbevaringsforhold for husdyrgødningen og bedre harmoni mellem antal dyr og areal samt grønne marker. Med Vandmiljøplan II i 1998 fulgte flere og nye redskaber for at reducere kvælstofbidraget fra landbruget. Det skal ske gennem etablering af våde enge, flere skove og økonomisk støtte til særligt følsomme områder, f.eks. ved at bruge mindre gødning eller ved at holde op med at dyrke områderne.

I fremtiden er det også nødvendigt med en indsats for at reducere fosforbidraget fra de dyrkede marker. Selv om forbruget af handelsgødning er reduceret meget siden midt i 1980'erne, forekommer der i dag stadig nettotilførsel af fosfor til jordene i forbindelse med husdyrproduktion. Især gyllen indeholder store mængder fosforrester, som dyrene ikke har kunnet optage i kroppen.

Fosfor bliver hovedsageligt transporteret fra land til vand ved erosion, og nedvaskning via dræn og grundvand. *Nedvaskning* af fosfor, især i drænedde jorde, betragtes i dag som en vigtig tabsproces. Undersøgelser viser, at de øverste 50 cm i dansk landbrugsjord mange steder har en fosformætning, som er kritisk høj, og at fosforindholdet i underjorden er stigende. En række

erosionprocesser kan medføre, at fosforrig jord transporteres ud i vandmiljøet eller hen, hvor risikoen for tab er stor.

Gennem en mere miljøvenlig jordbrugsdrift er det muligt at reducere fosforudledningen. En del af oplandet til Fårup Sø, i alt 550 ha, er udpeget til miljøfølsomt område (SFL), hvilket betyder, at der er mulighed for at få tilskud til miljøvenlig jordbrugsdrift. Der gives bl.a. tilskud til braklægning, dyrkning uden plantebeskyttelsesmidler, ændret afvanding f.eks. i forbindelse med etablering af vådområder som søer eller våde enge. Der er indgået aftaler på ca. 80 ha af arealer ved Fårup Sø.

Udvaskning og overfladeafstrømning kan også nedbringes ved at ekstenivere de sø- og vandløbsnære arealer ved sikring af de dyrkningsfri bræmmer, udtagning og ved konturpløjning på skrånende arealer, dvs. hvor der pløjes på tværs af højdekurverne. Bræmmer spiller en stor rolle ved tilbageholdelsen af fosforpartikler og næringsstoffer fra dyrkede arealer.

9. Sammenfatning og konklusion

Klima

2002 blev lokalt et usædvanligt varmt, nedbørsrigt og solfattigt år. Februar var en rekordmåned, idet nedbøren blev på hele 126 mm, men derudover var der flere påfaldende vejrbegebenheder igennem året. Frem til og med september var alle måneder således væsentligt varmere end normalt med specielt en meget varm sommer, mens de sidste 3 måneder blev ret kolde

Vandstand

Vandstanden i søen er stabil og højere, efter at der er etableret fast overløbskant ved stemmeværket. Vandstanden er steget ca. 15 cm (fra 0,14-0,3 m) som middel over året, og forskellen mellem minimum- og maksimumvandstanden er faldet i perioden 1989-95 til 1996-2001 fra 0,31 m til 0,17 m.

Stoftilførsel

Vandmiljøplanen har ingen effekt haft på kvælstof- og fosforudledningen til Fårup Sø. Den samlede kvælstofudledning var i 2002 på 39,857 tons, og de væsentligste regulerbare kvælstofkilder er dyrkning og dambrug med henholdsvis 32 og 5% af den samlede tilførsel. Den samlede fosforudledning var i 2002 på 1,212 tons, og de væsentligste regulerbare kilder er dambrug og spredt bebyggelse med henholdsvis 19 og 16% af den samlede fosfortilførsel. Det beregnede fosforbidrag fra dyrkning fra afstrømning fra oplandet vurderes at være underestimeret. Dette betyder også, at den samlede beregnede fosfortilførsel er underestimeret, hvilket har indflydelse på de enkelte kilder relative betydning.

Stoftilbageholdelse

Forholdet mellem jern og fosfor i søbunden er højt, hvilket betyder, at søen kan tilbageholde fosfor under iltede forhold. Der har i 2002 været flere perioder med mere eller mindre dårlige iltforhold. Under temperaturlagdelingen i især juni, august og september, falder iltindholdet på det dybere vand så meget, at det medføres intern frigivelse af fosfor fra søbunden.

Sigtdybden er forbedret

I 2002 er sigtdybden i sommerperioden også høj med 2,63 m. Den gode sigtdybde skyldes en meget ringe algemængde, som tilsvarende er den mindste, der er registreret i overvågningsperioden. Søens indhold af fosfor og kvælstof er faldet i overvågningsperioden som følge af de mindre algemængder. Algerne var fosforbegrænsede i juli, men reguleret af dyreplanktonets græsning og især af de voksne vandremuslingers filtrering.

Den væsentligste årsag til de tiltagende små planktonmængder skyldes, de store mængder vandremuslinger, som kan filtrere søvandet så meget, at det påvirker algemængden og dermed også sigtdybden.

Vandplanterne

Til trods for de forbedrede lysforhold klarer undervandsplanterne sig fortsat tiltagende dårligt. Planterne er både mængde- og udbredelsesmæssigt i

tilbagegang. Flere faktorer synes at spille en rolle for undervandsplanternes forringede levevilkår, bl.a. skygning fra epifytiske alger og prædation fra vandfugle, især blishøns. Søens øvrige dyreliv viser også tegn på forandringer.

Søens miljøtilstand

Til trods for at sigtdybden er kraftig forbedret, har søens plante- og dyreliv det ikke godt. Vandremuslingen har godt nok en positiv effekt på søens sigtdybde, men den har en række uheldige virkninger, som kan have fatal betydning for søens fremtidige tilstand. De store mængder fosfor, der tilføres søen, danner grundlag for en stor algeproduktion og dermed også et grundlag for en stor bestand af vandremuslinger.

Regionplanens mål

Selv om kravet til sommersigtdybden er nået i 2002, er Vandområdeplanens forslag til krav til et alsidigt plante- og dyreliv er ikke opfyldt.

Forudsætningen for, at Fårup Sø kan få en tilfredsstillende miljøtilstand med et alsidigt plante- og dyreliv, er fortsat, at fosfortilførslen til søen skal nedbringes. Dette kan kun ske ved at nedbringe tilførslen af næringsstoffer, især fosfor, fra marker, dambrug og spredt bebyggelse.

Der er i dag iværksat initiativer til af nedbringe fosforbelastningen fra spredt bebyggelse og dambrugene ved søen. Det er også nødvendigt at finde løsninger, der kan nedbringe fosforbidraget fra markerne.

		Middelværdier	
2001	Enhed	Sommer	År
Vandtilførsel	1000m ³	5,71	15,075
Opholdstid	år ⁻¹	0,37	0,98
Fosfortilførsel	Tons	0,481	1,21
Kvælstoftilførsel	Tons	11,864	39,857
Sigt	M	2,63	2,38
PH		8,16	8,09
Klorofyl	Mg/l	0,019	0,001
Total fosfor	Mg/l	0,062	0,077
Filt. Uorg. Fosfor	Mg/l	0,028	0,048
Total kvælstof	Mg/l	0,979	1,32
Ammonium	Mg/l	0,05	0,09
Nitrit-nitrat-N	Mg/l	0,509	0,92
Silicium	Mg/l	7,16	15,1
Total-jern	Mg/l	0,082	0,09
Alkal.	Meq/l	1,951	2,00
Susp. Stof	Mg/l	3,96	2,97
Gløde-tab	Mg/l	2,8	1,0
COD	Mg/l	3,3	0,41
Algeplankton	mg VV/l	4,33	
Dyreplankton	mg TV/l	0,502	
Fiskeyngel tæthed	antal/m ³		
Littoralen		6,95	
Pelagiet		2,34	

Tabel 9.1: Nøgletal for Fårup Sø, 2002.

10. Referenceliste

Danmarks Miljøundersøgelser (1990):
Prøvetagning og analysemetoder i søer.

Danmarks Miljøundersøgelser (2002):
Notat om naturoplande, 2001.

Grøn, P.N (2001):
Vandremuslingen og bundfaunaen i Fårup Sø, 2000. Bio/consult, 2001.

Hansen et al. (1992):
Zooplankton i søer - metoder og artsliste, Danmarks Miljøundersøgelser.

Jensen, J.P. et al. (1999):
Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1998.
Faglig rapport nr. 291, Danmarks Miljøundersøgelser.

Kristensen, P. et al. (1990):
Eutrofieringsmodeller for søer. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. C9
1990.

Kronvang og Bruhn (1990): Overvågningsprogram:
Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb.

Lauridsen, T.L. et al. (1997):
Genetablering af undervandsvegetationen i Engelsholm Sø.
Vand og Jord, 4 : 97-102.

Lauridsen, T.L. et al. (1998):
NOVA 2003 - Fiskeyngelundersøgelser i søer. Teknisk anvisning fra DMU.
Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser.

Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, (2002):
Paradigma for dataoverførsel og rapportering i 2002 af Vandmiljøplanens
overvågningsprogram.

Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, (2001):
Paradigma 2002 for normalrapportering af det nationale program for
overvågning af vandmiljøet 1998-2003.

Müller, J.P et al (2003):
Fiskeyngel i Fårup Sø, september, juli 2001. Fiskeøkologisk Laboratorium,
december, Juli 2002.

Mortensen, E. et al. (1990) :

Fiskeundersøgelser i søer. Teknisk anvisning nr. 3, Danmarks Miljøundersøgelser.

Olrik, K. (1991):

Planteplanktonmetoder, Miljøprojekt nr. 187, Miljøstyrelsen.

Olrik, K. (1993):

Planteplanktonøkologi. Miljøprojekt nr. 243, Danmarks Miljøundersøgelser.

Sprung, M, et al (1993):

The other Life: An account of present knowledge of the larval phase of *Dreissena polymorpha*., kapitel 2 i Nalepa, T.F. et al (1993): Zebra Mussels. *Biologi, impacts and control*.

Pedersen, L.E. (2000):

Overvågning af Fårup Sø 1999, Vejle Amt.

Vejle Amt, (2002):

Forslag til Vandområdeplan 2002 for Vejle Amt.

11. Bilag

Meteorologi

Nedbør og fordampning

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

Lufttemperatur

Lufttemperaturen er beregnet af månedsmiddel ved stationen Båstrup (DMI st.nr. 23155). Normalværdier er beregnet på baggrund af normalværdier for perioden 1961-90.

Soltimer

Oplysninger om antal soltime er indhentet fra stationen Brakker (DMI st.nr. 23310). Normalværdier er beregnet på baggrund af normalværdier for perioden 1961-90.

Oplandsanalyser

Beregning af udledning af spildevand fra spredt bebyggelse bygger på oplysninger fra Egtved og Jelling Kommuner om antal ukloakerede ejendomme, ejendommens rensetyper, samt normtal fra Miljøstyrelsen. Ifølge normen er indholdet af fosfor og kvælstof i 1 personækvivalent (PE) 1,0 kg P/år og 4,4 kg N/år. Det er forudsat, at hver ejendom som gennemsnit udleder for 2,5 personækvivalenter.

Metodik anvendt til opgørelse af stoftransport i tilløb samt massebalance for Fårup Sø

Stoftransport

Vejle Amt har i perioden 1989-2001 gennemført fysiske-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 et PC-program ved navn STOQ. Til selve beregningen er anvendt C-interpolationsmetoden som anvist og detaljeret beskrevet af Kronvang og Bruhn (1990).

Naturbidrag

Ved naturbidrag forstås den tilstrømning af næringsstoffer fra oplandet til søen, som vil forekomme, hvis søen lå som naturområde, det vil sige uden menneskelig aktivitet. Til beregningen er benyttet middel af vandføringsvægtede årsmiddelkoncentrationer for 7 danske vandløb, der afvander fortrinsvis skov/naturområder, og som i 2000 er 1,63 mg N/l og 0,049 mg P/l (Danmarks Miljøundersøgelser, 2003).

Naturbidraget beregnes ved at multiplicere årsmiddelkoncentrationen med overfladeafstrømningen til søen.

Vand- og massebalance

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

Sømodulet opstiller vandbalancen ud fra følgende størrelser:

$Q_{\text{nedbør}}$	(månedsværdier, mm)
$Q_{\text{fordampning}}$	(månedsværdier, mm)
$Q_{\text{direkte tilførsel}}$	(månedsværdier, l/s)
$Q_{\text{sum af målte tilløb}}$	(månedsværdier, l/s)
$Q_{\text{afløb}}$	(månedsværdier, l/s)
$Q_{\text{umålt tilløb}}$	(månedsværdier, l/s)
$Q_{\text{magasinering}}$	(vandstandsvariationer, m)
$Q_{\text{grundvand ind-/udsvining}}$	(månedsværdier, m ³)
$A_{\text{søareal}}$	

Vandbalancen er således opgjort månedsvis som:

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

hvor

$Q_{\text{umålt tilløb}}$ = (umålt opland) beregnet ved en simpel arealkorrektion af det målte tilløb F3 og følgende ligning

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

$Q_{\text{magasinering}}$ = 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, at den beregnede opholdstid ikke umiddelbart er sammenlignelige de to metoder imellem.

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)
Søvrigte kilder	(månedsværdier, kg)
Sumålt opland	(månedsværdier, kg)
Sgrundvand	(månedsværdier, kg)
Smagasinerings	(ændret stofindhold i søen) (søkonc., volumen, $\mu\text{g/l-m}^3$)
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:

$$(1) \text{ Sintern belastning} = - \text{Satmosfærisk deposition} \cdot A_{\text{søareal}} - \text{Ssum af målte tilførsler} + \text{Safløb} - \text{Spunktkilder} - \text{Søvrige kilder} - \text{Sumålt opland} - \text{Sgrundvand} + \text{Smagasinerings}$$

hvor

Sumålt opland er beregnet ved en simpel arealkorrektion af målte tilløb, for Fårup Sø, F3 og følgende ligning:

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

$$S_{\text{grundvand}} = G_{+ \text{ konc. tilf. grundv.}} \cdot Q_{\text{grundvand indsvining}} > 0 \text{ (måneder medtilstrømning)}$$

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

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

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. Det har vist sig i visse tilfælde at medføre meget store magasinændringer og dermed også ændringer af retentionen.

(Søvolumenet er beregnet ud fra vandstande og søareal afhængig af dybden).

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.

$G_{+ \text{ konc. tilf. grundv.}}$ og $G_{- \text{ konc. uds. grundv.}}$ er

- for Fårup Sø beregnet som middelsoncentrationen af målte værdier i kilderne Få1, Få2, og Få4 i perioden 1990-2002 samt kilder ved Fårup Sø Dambrug, Fårupgård Dambrug og Ollerupgård Dambrug i perioden 1990-94.

Søundersøgelser

Vejle Amt har i perioden 1989-2002 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 fysiske-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, som er placeret i afsnit 2.

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

Undersøgelser i Fårup Sø																					
	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	2001	2002
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	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	X
Vegetation								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fisk								X					X					X			
Fiskeyngel																		X	X	X	X
Bundfauna																		X			
Muslingelarver																	X	X	X	X	X
sediment	X								X					X					X		

Primærproduktion: 1978

Feltindsamling

Hvert år udføres undersøgelser af søvandets *fysiske-kemiske forhold* og *plante- og dyreplankton*. Søerne besøges 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 udtages planktonprøver i månederne marts, april og november. De resterende 13 prøver udtages som de øvrige prøver i perioden 1. maj til 30. september.

Ved hvert tilsyn måles sigtddybden med secchiskive (Ø 25 cm), og vejrforholdene noteres. Målinger af ilt, temperatur, pH, ledningsevne ned gennem vandsøjlen udføres med en søsonde.

En blandingsprøve til kemiske analyser udtages med en hjerteklapvander (2 l), i dybderne, 0,2 m - sigtddybde og dobbelt sigtddybde.

Blandingsprøven hentes, og hvis den dobbelte sigtddybde er større end vanddybden, udtages prøven 50 cm over søbunden. Ved temperaturlagdeling udtages prøven i hypolimnion. De indsamlede vandprøver opbevares på køl indtil analysering.

Blandingsprøven sendes til MiljøKemi til analysering for flere *parametre*: 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) og Klorofyl-a. Vedrørende laboratorieskift, se under afsnittet Laboratorieanalyser.

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

Der udtages prøver til *dyreplankton* undersøgelse på 3 stationer i søerne, jf. kort. Fra hver station er der udtaget delprøver med hjerteklapvandhenter, som puljes i en balje. Prøverne er udtaget i følgende dybder:

Fårup Sø : 0,5 l, 3 og 5 m

Fra baljeprøven udtages i felten følgende prøver til dyreplanktonbestemmelse:

- 4,5 l som filtreres gennem et 90 μm filter. Filtratet hældes på flaske og tilsættes lugol.
- 0,9 l som hældes på flaske og tilsættes lugol.

Laboratorieanalyser

Kemi

En blandingsprøve 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 laboratorium. 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*., ultralydsbehandles så de enkelte celler kan tælles og opmåles. Galdværdi måles som den længste dimension af kolonien.

Bearbejdningen af prøverne er i øvrigt foretaget som beskrevet i Olrik (1991). Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af Sql.baserede STOQ-plankeplanktondatabase.

Dyreplankton

Dyreplanktonprøverne oparbejdes i eget laboratorium. Den i felten filtrerede prøve anvendes til optælling af cladoceer 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 cladocéarter af tidsbesparende hensyn slået sammen, og de enkelte arter er registreret som "til stede".

I forbindelse med en interkalibrering for zooplanktonbestemmelse er en række forhold omkring artsbestemmelse og biomasseberegning blevet ændret 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 - Fårup Sø

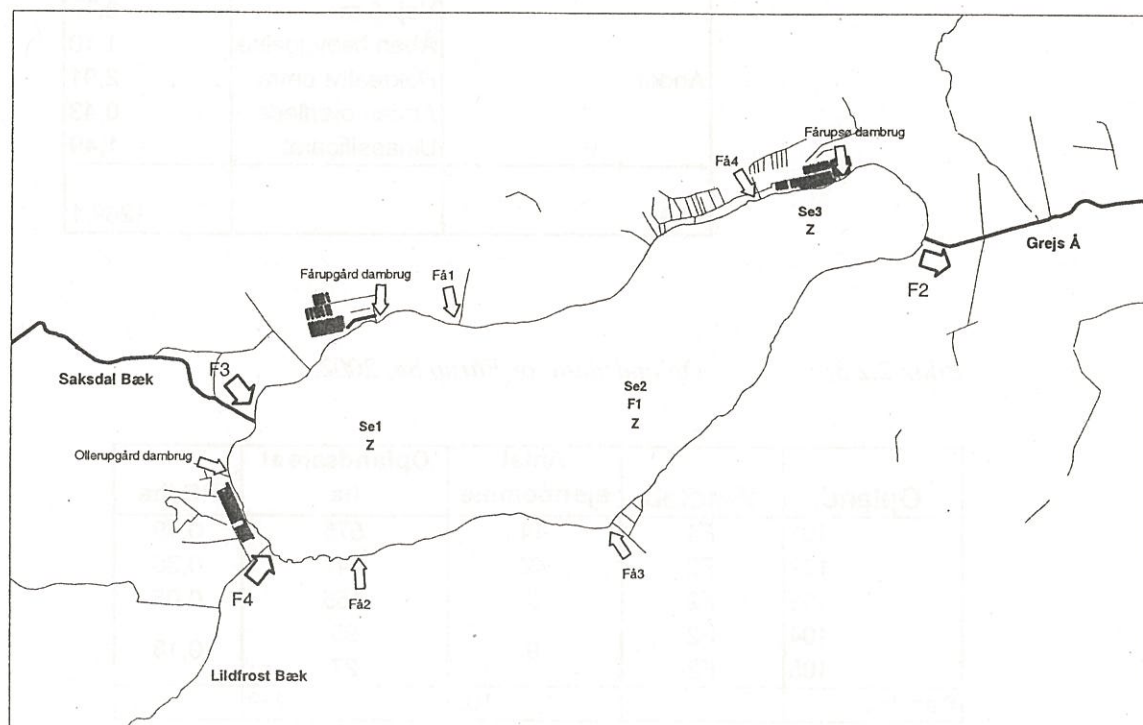
Bilag 2.1.1.: Antal besøg pr. station, 2001.

Antal besøg i 2001		
Station	Vandføring	Kemi
F2	15	8
F3	18	18
F4	18	18
Få1, Få2, Få4		1

Bilag 2.1.2.: Fortegnelse over de besøgte stationsnr. med tilhørende koder ved Fårup Sø, 2002.

Fårup Sø - station		Tilløb		Afløb		Kilder
Intern stationsfortegnelse	Reference nr. HU	Intern stationsfortegnelse	Reference nr. HU	Intern stationsfortegnelse	Reference nr. HU	Intern stationsfortegnelse
F1	320046	F3	320118	F2	320046	Få1
	Skala 2	F4	320116			Få2
						Få4

Bilag 2.1.3.: Kort over Fårup Sø med angivelse af prøvetagningsstationer. F1 er vandkemistation, Z er zooplanktonstation, og S er sedimentstation.



Bilag 2.2.1.

Fordeling af jordtyper i Fårup Sø' opland, 2002.

Jordbundstyper	Areal (ha)
Humus	0,898
Grovsandet jord	0,116
Grov lerbl. Sandjord/fin lerbl.	7,062
Grod sandbl lerjord/sandbl.	3,98
	12,06

Bilag 2.2.2.:

Arealanvendelse i oplandet til Fårup Sø, 2002.

Arealanvendelse	Arealtype	Areal ha
Hede, mose og eng	Hede	1,34
	Eng	27,54
	Græsarealer	13,05
Landbrug	Overdrev	20,80
	Landbrug	978,12
	Løvskov	0,20
	Nåleskov	0,11
	Skov	70,27
	Mose	73,01
	Soe	8,02
Vej og bebyggelse	Kirkegård	0,00
	Industri	0,95
	Sportsanlæg	1,46
	Dambrug	1,94
	Gartneri	10,72
	Lav bebyggelse	29,03
	Vej 3-6 m	17,90
	Vej > 6 m	8,77
	Åben bebyggelse	1,10
Andet	Rekreativt områ	2,91
	Anden overflade	0,43
	Uklassificeret	1,49
SUM		1269,1

Bilag 2.2.3:

Oplandsdata for Fårup Sø, 2002.

Opland	Vandløb	Antal ejendomme	Oplandsareal ha	PE /ha
101	F4	44	575	0,19
102	F3	42	347	0,30
103	F2	3	155	0,05
104	F2	9	95	0,18
105	F2		27	
Samlet		100	1269	0,20

Bilag 3.1:

Nedbørs- og fordampningsdata for st. 23250, Bredsten området, 1989-2002. Fordampningsdata for 1999- 2001 er fra station Båstrup. Der var ingen nedbørdata på st. Bredsten, der er derfor i stedet anvendt data fra st. Båstrup. I 2002 er der anvendt fordampningsdata fra st. Bygholm.

Nedbør (mm)														
st. 23250 Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
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	104,2
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	126,0
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	43,0
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	34,4
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	82,7
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	112,1
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	110,5
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	92,8
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	17,5
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	139,8
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	77,0
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	22,7
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	962,7
Potentiel fordampning (mm)														
st. 23250 Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Båstrup		Bygholm	
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Jan	6,4	5,2	7,8	7,0	7	6,3	7	4	7	7	2,5	5,1	5,3	5,5
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	14,3
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	35,0
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	51,8
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	88,4
Jun	116,6	81,0	77,2	132,8	108,0	98,9	93,0	93	106,0	95,0	73,2	84,4	95,2	107,4
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	85,9
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	59,3
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	60,1
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	19,9
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	6,1
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	2,4
I alt	597,3	576,5	557,6	599,8	535	575,5	598	542	605	522	458,5	458,4	561	536,1

Bilag 4.1.1:

Vandbalance i Fårup Sø, 2002.

VANDBALANCE

Sø 8888003 Fårup Sø

2002

Alle værdier i 1000 m³

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 320116	356	479	296,6	130,4	119,4	113,3	157,4	93,6	75,9	154,7	244,7	163,6	559,7	2384,6
Tilløb 320118	162,2	220,3	134,4	56,7	51,4	48,7	69,2	39,4	31,2	67,9	110,3	72,1	239,9	1063,8
Umålt opland	116,5	158,2	96,5	40,7	36,9	35	49,7	28,3	22,4	48,8	79,2	51,8	172,3	763,9
Nedbør	104,4	126,6	43,1	34,3	82,6	111,9	110,8	92,5	17,4	139,5	77,1	22,7	415,3	963,1
Grundvand	732,4	826,5	928,6	799,4	843,9	886,4	1020,8	791,2	781,7	773,8	736,6	778,1	4324	9899,4
Samlet tilløb	1471,6	1810,6	1499,1	1061,5	1134,2	1195,4	1407,9	1045	928,7	1184,7	1247,9	1088,3	5711,1	15075
Afløb 320232	1429,6	1816	1523,9	1023,6	1051,5	1043,5	1348,7	1012,3	878,4	1128,8	1202	1080,7	5334,5	14539
Fordampning	5,5	14,4	35	51,7	88,3	107,2	86,1	59,1	59,9	19,9	6,1	2,4	400,6	535,7
Samlet afløb	1435,1	1830,3	1558,9	1075,4	1139,8	1150,8	1434,8	1071,4	938,3	1148,7	1208,1	1083,1	5735,1	15075
Magasinerings	36,5	-19,8	-59,8	-13,8	-5,6	44,6	-26,9	-26,5	-9,6	36	39,7	5,2	-24	0

Bilag 4.1.2:

Vandtilførsel til Fårup Sø, 1989-2002.

Ar														
Vandtilførsel (mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Lildfrost Bæk	1,27	1,86	1,55	1,63	1,77	2,30	1,85	1,29	1,17	2,41	2,27	1,79	1,89	2,38
Saksdal Bæk	0,89	1,33	0,92	1,12	1,03	1,57	1,25	0,81	0,75	1,44	1,44	1,13	0,90	1,06
Umålt opland	0,64	0,95	0,66	0,80	0,74	1,13	0,89	0,58	0,54	1,04	1,04	0,81	0,65	0,76
Overfladeafstr.	2,80	4,14	3,13	3,54	3,54	5,00	3,99	2,68	2,46	4,89	4,75	3,74	3,44	4,21
Nedbør	0,74	1,07	0,79	0,95	0,96	1,16	0,77	0,56	0,64	1,02	0,82	0,83	0,82	0,96
Grundvand umålt	8,47	7,41	8,46	8,67	8,46	8,77	8,84	10,02	8,46	6,77	7,99	9,16	9,37	9,90
Total vandtilførsel	12,01	12,63	12,38	13,15	12,96	14,94	13,60	13,26	11,55	12,69	12,69	13,73	13,64	15,07
Sommer														
Vandtilførsel (mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Lildfrost Bæk	0,280	0,468	0,358	0,361	0,377	0,457	0,364	0,337	0,345	0,443	0,445	0,387	0,519	0,560
Saksdal Bæk	0,234	0,283	0,219	0,259	0,242	0,332	0,272	0,210	0,220	0,242	0,284	0,243	0,262	0,240
Umålt opland	0,514	0,751	0,158	0,186	0,174	0,239	0,195	0,547	0,158	0,174	0,205	0,174	0,188	0,172
Overfladeafstr.	1,028	1,502	0,735	0,806	0,792	1,028	0,831	1,094	0,724	0,860	0,934	0,804	0,968	0,972
Nedbør	0,221	0,082	0,248	0,317	0,419	0,455	0,326	0,243	0,276	0,359	0,227	0,318	0,421	0,415
Grundvand umålt	3,812	2,893	3,412	3,433	3,474	3,662	3,674	4,138	3,128	3,077	3,423	3,642	3,888	4,324
Total vandtilførsel	5,062	4,477	4,395	4,556	4,685	5,144	4,831	5,474	4,128	4,296	4,584	4,764	5,278	5,711

Bilag 4.1.3:

Vandbalance i Fårup Sø, 1989-2002.

ARS	Vandbalance													
(mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total vandtilførsel	12,01	12,47	12,38	13,14	12,96	14,94	13,53	13,26	11,55	12,69	13,56	13,73	13,64	15,07
Vandfræfærsel	11,31	11,55	11,99	12,24	12,11	14,17	13,05	12,91	10,99	12,06	13,02	13,32	13,08	14,54
Fordampning	0,71	0,688	0,67	0,72	0,64	0,69	0,59	0,65	0,60	0,52	0,46	0,46	0,56	0,54
Total vandfræfærsel	12,02	12,24	12,66	12,95	12,75	14,85	13,65	13,56	11,59	12,58	13,48	13,77	13,64	15,07
Magasinerings	-0,010	0,289	-0,28	0,19	0,21	0,09	-0,04	0,04	-0,04	0,11	0,08	-0,04	-4,50	0,00
Sommer														
(mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total vandtilførsel	5,06	4,48	4,40	4,56	4,68	5,14	4,83	5,47	4,13	4,30	4,58	4,76	5,28	5,71
Vandfræfærsel	4,13	3,76	3,95	3,97	3,93	4,35	4,41	4,62	3,78	3,87	4,14	4,44	4,79	5,33
Fordampning	0,54	0,50	0,50	0,56	0,47	0,52	0,45	0,40	0,46	0,52	0,36	0,35	0,43	0,40
Total vandfræfærsel	4,67	4,26	4,45	4,54	4,40	4,87	4,86	5,02	4,23	4,39	4,50	4,76	5,21	5,74
Magasinerings	0,046	0,027	-0,058	0,020	0,282	0,27	-0,03	0,06	-0,11	0,03	0,01	0,00	0,00	-0,02
Vandets opholdstid														
(mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
På årsbasis (år)	0,4696	0,4669	0,4513	0,4306	0,4369	0,3776	0,4094	0,3503	0,4814	0,3142	0,4164	0,4071	0,4134	0,3745
På årsbasis (dage)	171	170	165	157	159	138	149	128	176	115	152	149	151	137
1/5 - 30/9 (år)	1,214	1,336	1,289	1,249	1,275	1,145	1,141	0,9962	1,311	1,1	1,236	1,17	1,076	0,9805
1/5 - 30/9 (dage)	443	488	470	456	465	418	416	364	479	402	451	427	393	358
Afstrømningshøjde	12,09	12,31	12,73	13,03	12,82	14,94	13,73	13,64	11,66	12,65	13,56	13,85	13,72	15,16

Bilag 4.2.1:

Fosforbalance for Fårup Sø, 2002.

STOFBALANCE

Fårup Sø 2002		Alle værdier i kg													
Phosphor, total-p		Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Til. 320116		18,9	23,6	14,1	7	5,6	5,8	15,3	7,3	4,6	8,2	13,7	13	38,7	137,2
Til. 320118		10,7	14,4	6,4	2	1,8	2,7	7,5	2,3	1,3	4,2	7,3	4,1	15,5	64,8
Umålt opland		7,7	10,4	4,6	1,4	1,3	1,9	5,4	1,6	0,9	3	5,3	3	11,1	46,5
Dir. tilførsel		19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	96,3	231
Grundvand		53,5	60,3	67,8	58,4	61,6	64,7	74,5	57,8	57,1	56,5	53,8	56,8	315,7	722,7
Atm. deposit		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	4,2	10
Ialt		111	128,8	113,1	88,8	90,4	95,1	122,8	89	84	92	100,1	97	481,3	1212,2
Afl. 320232		145,2	105,5	64,2	23,1	30	58,8	70,7	56,6	98,4	145,5	133	107,7	314,5	1038,8
Magasinering		-114,1	-88	-95,3	-141,1	104,3	189,1	-159,1	246,9	265,8	-75,3	-75,6	-97,6	647,1	-39,9
Retention		79,9	111,3	144,2	206,8	-43,9	-152,8	211,2	-214,5	-280,3	21,8	42,8	86,8	-480,3	213,3
Ialt		-34,2	23,3	48,8	65,8	60,5	36,3	52,1	32,4	-14,5	-53,4	-32,9	-10,8	166,8	173,4
Retention	Sommer		-78,7												
	År		12												

Bilag 4.2.2:

Fosfortilførsel for Fårup Sø, 1989-2002

Fosfortilførsel (ton/år)														
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Lildfrost Bæk (320116)	0,095	0,111	0,018	0,019	0,021	0,146	0,119	0,078	0,064	0,162	0,141	0,107	0,125	0,137
Saksdal Bæk (320118)	0,057	0,092	0,010	0,015	0,014	0,118	0,087	0,067	0,050	0,156	0,097	0,066	0,070	0,065
Umålt tilløb	0,041	0,066	0,041	0,054	0,056	0,085	0,062	0,048	0,036	0,112	0,070	0,048	0,051	0,047
Samlet afstrømning	0,192	0,269	0,069	0,089	0,090	0,349	0,268	0,194	0,149	0,430	0,309	0,221	0,245	0,249
Punktkilder	0,223	0,334	0,158	0,186	0,110	0,127	0,163	0,134	0,193	0,186	0,242	0,203	0,251	0,231
Atm. deposition	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,010	0,010	0,010	0,001	0,010
Grundvand	0,619	0,541	0,618	0,632	0,618	0,641	0,628	0,728	0,601	0,454	0,575	0,669	0,684	0,723
Samlet tilførsel	1,054	1,164	0,855	0,927	0,838	1,137	1,079	1,076	0,963	1,079	1,136	1,103	1,191	1,212
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Lildfrost Bæk (320116)	0,031	0,030	0,007	0,012	0,025	0,026	0,022	0,021	0,020	0,034	0,030	0,024	0,030	0,039
Saksdal Bæk (320118)	0,007	0,017	0,004	0,013	0,015	0,020	0,014	0,012	0,014	0,021	0,020	0,012	0,014	0,016
Umålt tilløb	0,008	0,012	0,007	0,011	0,010	0,014	0,010	0,009	0,010	0,015	0,014	0,009	0,010	0,011
Samlet afstrømning	0,045	0,059	0,018	0,036	0,050	0,061	0,047	0,042	0,044	0,070	0,064	0,045	0,054	0,065
Punktkilder	0,074	0,126	0,066	0,078	0,046	0,053	0,068	0,056	0,081	0,078	0,101	0,085	0,115	0,096
Atm. deposition	0,008	0,012	0,007	0,011	0,010	0,014	0,010	0,009	0,010	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Grundvand	0,278	0,211	0,249	0,251	0,254	0,267	0,261	0,294	0,222	0,206	0,247	0,266	0,284	0,316
Samlet tilførsel	0,450	0,467	0,358	0,410	0,359	0,395	0,385	0,400	0,357	0,358	0,415	0,400	0,446	0,482

Bilag 4.2.3:

Fosforbalance for Fårup Sø, 1989-2002.

Fosforbalance (ton)														
ÅR	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Samlet tilførsel,	1,054	1,1638	1,0299	1,1007	1,0332	1,1521	1,105	1,0937	0,967	1,079	1,136	1,103	1,191	1,212
Total fraførsel	0,922	1,033	0,9464	1,1625	1,1968	1,104	1,04	0,9398	0,667	0,839	1,011	0,947	1,018	1,039
Indløbskonc., mg/l	0,088	0,092	0,083	0,084	0,080	0,077	0,081	0,082	0,084	0,085	0,084	0,080	0,087	0,080
Udløbskonc., mg/l	0,077	0,084	0,075	0,090	0,094	0,074	0,076	0,069	0,058	0,067	0,075	0,069	0,075	0,069
Magasinering	0,100	0,111	0,114	-0,024	0,120	0,000	-0,136	0,356	0,020	0,223	0,200	0,035	0,107	-0,040
Intern belastning	-0,032	-0,020	0,030	0,038	0,283	-0,048	-0,202	0,202	-0,279	-0,017	0,075	-0,122	-0,066	-0,213
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Samlet tilførsel, ton	0,411	0,4174	0,3754	0,4004	0,3636	0,3956	0,396	0,4071	0,357	0,358	0,415	0,400	0,446	0,481
Total fraførsel	0,334	0,4529	0,3323	0,4764	0,5488	0,3893	0,466	0,4619	0,264	0,289	0,311	0,294	0,357	0,315
Indløbskonc., mg/l	0,081	0,093	0,085	0,088	0,078	0,077	0,082	0,074	0,086	0,083	0,091	0,084	0,085	0,084
Udløbskonc., mg/l	0,066	0,101	0,076	0,105	0,117	0,076	0,096	0,084	0,064	0,067	0,069	0,062	0,069	0,055
Magasinering	0,596	0,543	0,523	0,547	0,652	0,282	0,592	0,671	0,520	0,629	0,702	0,486	0,647	0,647
Intern belastning	0,519	0,578	0,480	0,623	0,837	0,276	0,661	0,726	0,427	0,560	0,598	0,380	0,558	0,480

Bilag 4.2.4:

Fosfortilførsel fordelt på kilder for Fårup Sø, 1989-2002.

Kildeopsplitning af fosfortilførsel (ton/år)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Naturbidrag	0,543	0,716	0,612	0,661	0,605	0,779	0,679	0,633	0,461	0,555	0,716	0,546	0,628	0,712
øvrigt spildevand	0,051	0,037	0,041	0,051	0,033	0,021	0,031	0,021	0,023	0,005	0,004	0,004	0,005	0,005
Dambrug	0,295	0,205	0,205	0,15	0,15	0,127	0,163	0,134	0,193	0,185	0,242	0,203	0,251	0,231
Spredt bebyggelse	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,084	0,076	0,077	0,061
Atm.dep	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
dykningsbidrag	-0,11	-0,043	-0,105	-0,047	-0,062	0,098	0,094	0,176	0,174	0,232	0,080	0,264	0,059	0,193
Samlet tilførsel	0,89	1,027	0,865	0,927	0,838	1,137	1,079	1,076	0,963	1,079	1,136	1,103	1,03	1,212

Kildeopsplitning af fosfortilførsel (Procentvis fordeling)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Naturbidrag	61,0	69,7	70,8	71,3	72,2	68,5	62,9	58,8	47,9	51,4	63,0	49,5	61,0	58,7
øvrigt spildevand	5,7	3,6	4,8	5,5	3,9	1,8	2,9	2,0	2,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4
Dambrug	33,1	20,0	23,7	16,2	17,9	11,2	15,1	12,5	20,0	17,1	21,3	18,4	24,4	19,1
Spredt bebyggelse	10,3	9,0	10,6	9,9	11,0	8,1	8,5	8,6	9,6	8,5	7,4	6,9	7,5	5,0
Atm.dep	2,2	1,9	2,3	2,2	2,4	1,8	1,9	1,9	2,1	0,9	0,9	0,9	1,0	0,8
dykningsbidrag	-12,4	-4,2	-12,2	-5,0	-7,4	8,7	8,7	16,4	18,1	21,5	7,0	23,9	5,7	15,9
Samlet tilførsel	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Bilag 4.2.5:

Kvælstofbalance for Fårup Sø, 2002.

Fårup Sø	2002 Nitrogen, total			Alle værdier i kg										
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer År	
Tilløb 320116	1508	2194,3	957,3	178,8	47,7	54,6	220,3	67,3	31	330	807,8	328,2	420,9	6725,3
Tilløb 320118	1114,4	1538,1	715,9	198	144,6	129,5	211,9	109	93,8	272,5	632,6	354,1	688,8	5514,3
Umålt opland	800,2	1104,3	514	142,2	103,8	93	152,1	78,2	67,3	195,7	454,2	254,3	494,5	3959,3
Punktkilde D605059	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	871,7	2092
Punktkilde D617010														
Grundvand	1484,6	1675,4	1882,2	1620,4	1710,5	1796,8	2069,2	1603,9	1584,5	1568,5	1493,1	1577,1	8764,8	20066
Atm. deposit	125,3	125,6	125,2	124,8	124,8	124,8	125,3	124,6	124,5	124,7	125,2	125,2	624,1	1500,2
Ialt	5206,7	6812,1	4368,9	2438,4	2305,8	2373	2953,2	2157,3	2075,5	2665,8	3687,2	2813,3	11864,8	39857,2
Samlet fraførsel	2506,5	3654,3	3155,2	1813,8	1448,1	1229,9	1151,7	643,9	600,5	1056,5	1451,9	1488,5	5074,1	20201
Magasinerings	2701,2	622,3	691,2	-3545,2	-994,7	-570,7	-3104,5	-680,5	515,6	2607,5	1242	510,4	-4834,7	-5,5
Retention	-0,9	2535,4	522,6	4169,8	1852,4	1713,9	4906	2193,9	959,3	-998,3	993,3	814,4	11625,4	19661,7
Ialt	2700,2	3157,7	1213,7	624,6	857,7	1143,1	1801,5	1513,4	1475	1609,2	2235,2	1324,8	6790,7	19656,2
afstrømning	3422,6	4836,7	2187,2	519	296,1	277,1	584,3	254,5	192,1	798,2	1894,6	936,6	1604,2	16198,9

Bilag 4.2.6:

Kvælstoftilførsel for Fårup Sø, 1989-2002.

Kvælstoftilførsel (ton/år)														
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Lidfrost Bæk (F4)	4,283	7,382	4,711	7,801	8,146	9,894	5,267	2,973	2,583	9,081	5,596	4,515	4,480	6,725
Saksdal Bæk (F3)	4,098	7,566	4,467	7,291	5,986	8,667	5,590	3,447	2,970	8,868	7,628	5,498	4,261	5,514
Umålt Opland	2,942	5,432	3,207	5,235	4,298	6,223	4,013	2,475	2,132	6,367	5,476	3,948	3,059	3,959
Overfladisk afstrømning	11,323	20,380	12,386	20,327	18,430	24,785	14,870	8,895	7,685	24,316	18,699	13,961	11,800	16,199
Punktkilder	2,730	2,441	2,441	1,928	1,996	2,153	1,960	1,607	2,380	1,979	2,311	2,100	2,247	2,092
Atm. deposition	1,495	1,502	1,502	1,488	1,488	1,492	1,488	1,488	1,493	1,496	1,497	1,497	1,499	1,500
Grundvand	21,063	18,372	20,476	19,624	19,489	20,041	19,506	22,365	18,001	13,998	16,353	18,311	18,356	20,066
Samlet tilførsel	36,611	44,685	36,804	43,367	41,403	48,470	37,825	34,355	29,559	41,788	38,860	35,869	33,902	39,857
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2001
Lidfrost Bæk (F4)	0,180	0,677	0,135	0,284	0,319	1,001	0,180	0,128	0,175	0,421	0,261	0,142	0,560	0,421
Saksdal Bæk (F3)	0,677	0,868	0,602	0,835	0,805	1,151	0,740	0,630	0,660	0,984	1,006	0,770	0,827	0,689
Umålt Opland	0,486	0,624	0,432	0,599	0,578	0,826	0,531	0,453	0,474	0,706	0,728	0,553	0,594	0,495
Punktkilder	1,137	1,015	1,017	0,803	0,831	0,897	0,824	0,668	0,992	0,825	0,956	0,875	0,936	0,872
Atm. deposition	0,622	0,623	0,623	0,621	0,618	0,621	0,621	0,621	0,621	0,621	0,622	0,622	0,624	0,624
Grundvand	9,375	7,037	8,102	7,984	7,986	8,244	8,182	8,769	6,671	6,370	7,000	7,277	7,599	8,765
Samlet tilførsel	12,477	10,843	10,911	11,126	11,140	12,736	11,078	11,269	9,591	9,927	10,572	10,239	11,140	11,865

Bilag 4.2.7:

Kvælstofbalance for Fårup Sø, 1989-2002.

År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Samlet tilførsel, ton/år	36,61	44,68	36,80	43,37	41,40	48,47	37,82	34,36	29,56	41,79	38,86	35,87	33,90	39,86
Samlet fraførsel, ton/år	20,16	17,03	19,09	17,91	19,81	24,41	25,10	16,19	12,85	18,78	21,10	19,02	17,99	20,20
Magasinerings	-6,05	1,84	0,26	7,69	-6,84	0,14	-3,39	1,19	0,71	2,77	-2,52	-2,47	-1,14	-0,01
Retention	20,04	20,90	14,83	15,81	27,68	22,38	15,53	18,17	16,12	20,88	20,45	19,79	17,97	19,66
Retention i %	42	44	34	31	48	39	32	44	42	41	40	42	41	41
Indløbskonc., mg/l	3,05	3,54	2,97	3,30	3,20	3,24	2,78	2,59	2,56	3,29	2,87	2,61	2,49	2,64
Udløbskonc., mg/l	1,68	1,39	1,51	1,38	1,55	1,64	1,84	1,19	1,11	1,49	1,57	1,38	1,32	1,34
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Samlet tilførsel, ton/år	12,48	10,84	10,91	11,13	11,14	12,74	11,08	11,27	9,59	9,93	10,57	10,24	11,14	11,86
Samlet fraførsel, ton/år	5,94	4,47	4,10	4,29	3,62	4,39	5,28	5,53	3,29	3,78	4,23	4,39	4,45	5,07
Magasinerings	-2,94	-3,52	-3,08	-4,68	-0,73	-4,18	0,95	-1,87	0,00	-4,30	-3,43	-4,45	-1,02	-4,83
Retention	8,37	8,75	8,85	10,71	7,94	11,89	4,59	8,91	6,35	10,73	9,83	10,49	8,03	11,63
Retention i %	39	48	44	52	44	54	26	49	42	54	50	55	42	57
Indløbskonc., mg/l	2,47	2,42	2,48	2,44	2,38	2,48	2,29	2,06	2,32	2,31	2,31	2,15	2,11	2,08
Udløbskonc., mg/l	1,17	1,00	0,93	0,94	0,77	0,85	1,09	1,01	0,80	0,88	0,94	0,92	0,85	0,88

Bilag 4.2.8:

Kvælstoftilførsel fra de enkelte til Fårup Sø, 1989-2002.

Kildeopsplitning af kvælstoftilførsel (ton/år)														
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Naturbidrag	18,04	18,49	16,23	20,75	19,19	23,42	20,53	19,05	14,19	19,60	18,99	17,41	16,79	23,00
øvrige spildevand	0,108	0,348	0,351	0,271	0,153	0,141	0,267	0,095	0,072	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004
Dambrug	3,00	1,35	1,56	1,35	2,38	1,42	1,83	1,51	2,20	1,98	2,30	2,10	2,10	2,09
Spredt bebyggelse	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,39	0,34	0,34	0,27
Atm.dep.	1,50	1,50	1,50	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
dyrkningsbidrag	13,56	22,59	16,75	19,09	17,78	21,59	13,30	11,80	11,20	18,30	15,69	14,51	13,17	12,99
Samlet tilførsel	36,61	44,69	36,80	43,37	41,40	48,47	37,83	34,36	29,56	41,79	38,86	35,87	33,90	39,86
Procentvis fordeling	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Naturbidrag	49,3	41,4	44,1	47,9	46,4	48,3	54,3	55,5	48,0	46,9	48,9	48,5	49,5	57,7
øvrige spildevand	0,3	0,8	1,0	0,6	0,4	0,3	0,7	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dambrug	8,2	3,0	4,2	3,1	5,8	2,9	4,8	4,4	7,4	4,7	5,9	5,9	6,2	5,2
Spredt bebyggelse	1,1	0,9	1,1	0,9	1,0	0,8	1,1	1,2	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7
Atm.dep.	4,1	3,4	4,1	3,4	3,6	3,1	3,9	4,3	5,1	3,6	3,9	4,2	4,4	3,8
dyrkningsbidrag	37,1	50,5	45,5	44,0	42,9	44,5	35,2	34,3	37,9	43,8	40,4	40,5	38,9	32,6
Samlet tilførsel	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Jern

Alle værdier i kg

	2002	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	Septem	Oktobe	Novem	Decem	Sommer	År
Til. 320116		362,8	220,4	208,7	148,9	127,2	143,4	218,6	131,1	122,4	197,9	190	194,7	742,6	2266
Til. 320118		101,2	86,8	61,5	31,6	28,9	42	59,5	26,2	24,2	51,7	70,2	39	180,8	622,7
Umålt opland		72,7	62,3	44,1	22,7	20,8	30,2	42,7	18,8	17,3	37,1	50,4	28	129,8	447,1
Dir. tilførsel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grundvand		1039,3	1172,9	1317,7	1134,3	1197,4	1257,8	1448,5	1122,8	1109,2	1098	1045,2	1104,1	6135,8	14047
Atm. deposit		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ialt		1575,9	1542,3	1631,9	1337,5	1374,3	1473,4	1769,3	1298,8	1273,1	1384,8	1355,9	1365,7	7188,9	17383
Afl. 320232		152,3	125,5	148,4	60,4	58,9	80,9	129,2	69	55,8	73,8	129	59,8	393,6	1142,8
Magasinering		-26,2	-203,6	208,9	-308,6	-56,3	223,7	-105,1	173,5	-9,4	-81,5	0,7	-72,5	226,5	-256,4
Retention		1449,9	1620,4	1274,6	1585,6	1371,8	1168,9	1745,2	1056,4	1226,6	1392,5	1226,2	1378,5	6568,8	16497
Ialt		1423,6	1416,8	1483,5	1277	1315,4	1392,6	1640,2	1229,8	1217,3	1311	1226,9	1306	6795,3	16240
Retention	Sommer		86,8												
	År		91,2												

Bilag 4.2.10: Jerntilførsel for Fårup Sø, 1989-2002.

Jernbalance (kg/år)										
År	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Lildfrost Bæk	1557	1914	1722	1480	1493	2644	2748	1871	2159	2266
Saksdal Bæk	832	1147	889	810	661	1333	1231	789	669	623
Umålt opland	597	824	638	581	475	957	890	567	480	447
Afstrømning	2986	3884	3249	2871	2628	4934	4870	3226	3308	3336
Punktkilder	-880	-712								
Grundvand	10210	10589	10676	12375	10742	9730	11338	13243	13365	14047
Samlet tilførsel	12316	13762	13925	15246	13370	14664	16208	16469	16673	17383
Samlet fraførsel	1840	2920	2568	1504	1506	3013	2123	2097	1509	1143
Tilbageholdelse i	10556,5	10547,8	11623,9	13993,4	11106,8	10730	14085	14372	15164	16240
I %	86	77	83	92	83	73	87	87	91	93
Indløbskoncentration	0,95	0,92	1,02	1,15	1,16	1,16	1,20	1,20	1,22	1,15
udløbskonc	0,15	0,24	0,20	0,12	0,12	0,20	0,16	0,15	0,12	0,08

Jernbalance (kg)										
Sommer	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Lildfrost Bæk	498	521	477	510	552	744	804	614	637	743
Saksdal Bæk	221	276	234	226	238	243	305	213	169	181
Umålt opland	159	198	168	162	171	175	220	153	121	130
Afstrømning	877	995	880	898	962	1162	1329	980	927	1053
Punktkilder	-377	-297								
Grundvand	4193	4420	4434	4994	3973	4434	4857	5263	5544	6136
Samlet tilførsel	4693	5118	5314	5892	4935	5596	6186	6243	6472	7189
Samlet fraførsel	592	563	737	612	428	1602	672	468	502	394
Tilbageholdelse i	3363	4236	3453	4974	4334	2845	5514	5775	5970	6795
I %	72	83	65	84	88	51	89	93	92	95
Indløbskoncentration	1,00	0,99	1,10	1,08	1,20	1,30	1,35	1,31	1,23	1,26
udløbskoncentration	0,12	0,13	0,17	0,13	0,09	0,31	0,14	0,09	0,10	0,07

	Sigtd.	pH	Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat kvælstof	Silicium	Tot. jern	Alkal.	Susp. stof	Glødetab	COD
	m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l
23-01-02	4	8,02	0,012	0,1	0,059	1,6	1,519	0,019	1,5	18	0,17	2,16	2,8	2	1,2
06-02-02	3,5	8,03	0,0049	0,066	0,045	2,1	1,827	0,027	1,8	16	0,087	2,04	1,2	1,4	1
13-03-02	4,5	7,8	0,0066	0,051	0,029	2,3	2,205	0,005	2,2	15	0,091	1,94	1,3	3,8	1,1
04-04-02	1,95	9,07	0,001	0,045	0,0056	2,2	1,507	0,007	1,5	14	0,13	2,03	5,4	3,2	3,5
24-04-02	2,75	8,29	0,032	0,018	0,0055	1,6	1,316	0,016	1,3	15	0,044	2	3	2	1,8
15-05-02	3,9	7,95	0,0098	0,034	0,011	1,4	1,248	0,048	1,2	13	0,12	2	3,1	2,2	2,2
28-05-02	5,9	8,36	0,0019	0,038	0,02	1,4	1,175	0,075	1,1	14	0,053	2,1	1,3	1,4	1,1
11-06-02	4,8	8,04	0,0031	0,045	0,024	1,3	0,994	0,074	0,92	15	0,05	2,1	1,2	1	1,1
25-06-02	1,7	8,06	0,0049	0,073	0,04	1,4	0,844	0,074	0,77	16	0,11	2,2	4,3	2,7	4,1
11-07-02	1,5	8,9	0,02	0,072	0,011	0,96	0,394	0,004	0,39	14	0,068	2,1	6,6	4	5,9
22-07-02	1,75	8,17	0,056	0,036	0,0042	0,68	0,152	0,032	0,12	10	0,072	1,7	5,5	3,7	4,7
08-08-02	1,6	8,31	0,038	0,052	0,004	0,73	0,074	0,005	0,069	12	0,075	1,8	4,8	3,2	3,9
22-08-02	1,45	8,34	0,017	0,046	0,0094	0,4	0,009	0,005	0,0039	9	0,084	1,8	4,5	4,4	4
04-09-02	1,9	7,76	0,018	0,08	0,039	0,58	0,073	0,028	0,045	12	0,096	1,8	4,3	3,2	3,3
17-09-02	1,6	7,85	0,022	0,12	0,076	0,76	0,29	0,1	0,19	14	0,069	1,9	4,8	3	3,3
02-10-02	2,8	7,7	0,02	0,14	0,11	0,67	0,46	0,2	0,26	17	0,11	1,9	2,9	1,6	2,4
16-10-02	3,55	7,76	0,007	0,13	0,11	0,94	0,6	0,26	0,34	17	0,085	2	2,4	1	0,9
13-11-02	3,5	7,92	0,0027	0,12	0,098	1,3	0,94	0,23	0,71	18	0,1	2	1,7	1,4	0,65
Median	2,775	8,035	0,0109	0,059	0,0265	1,3	0,892	0,03	0,74	0,03	0,086	2	3,05	2,45	2,3
min	1,45	7,7	0,001	0,018	0,004	0,4	0,009	0,004	0,0039	0,004	0,044	1,7	1,2	1	0,65
max	5,9	9,07	0,056	0,14	0,11	2,3	2,205	0,26	2,2	0,26	0,17	2,2	6,6	4,4	5,9

HYPO	Sigtd.	Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat kvælstof	Silicium	Tot. jern	Alkal.	Susp. stof	Glødetab	COD
	m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l
28-05-02			0,054	0,039	1,3	1,14	0,14	1		0,1				
11-06-02			0,048	0,033	1,2	1,02	0,12	0,9		0,068				
11-07-02			0,089	0,043	0,98	0,549	0,059	0,49		0,079				
08-08-02						0,271	0,021	0,25						
22-08-02			0,11	0,071	0,62	0,32	0,18	0,14		0,17				
04-09-02			0,18	0,13	0,84	0,477	0,42	0,057		0,17				
17-09-02			0,16	0,11	0,87	0,44	0,27	0,17		0,22				

Tidsvægtede års- gennemsnit	Sigtet.	pH	Klorofyl	Total fosfor	Filt uorg. fosfor	Total kvæl- stof	Uorg. kvæl- stof	Amm. kvæl- stof	Nitrit, nitrat- kvæl- stof	Sili- cium	Total- jern	Alkal.	Susp. stof	Gløde- tab	COD
	m	0,00	mg/l	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	1,94	8,35	0,032	0,082	0,031	1,64	0,95	0,13	0,81	9,0		2,06	7,57	5,97	
1990	1,80	8,31	0,039	0,098	0,036	1,41	0,86	0,10	0,76	6,6		1,99	9,69	5,74	
1991	1,76	8,27	0,031	0,089	0,032	1,50	1,00	0,19	0,81	6,6		2,02	7,56	5,09	
1992	1,56	8,40	0,048	0,105	0,039	1,48	0,88	0,12	0,76	9,6		1,92	9,94	6,20	7,99
1993	1,76	8,30	0,032	0,103	0,049	1,56	0,98	0,09	0,90	11,0	0,15	2,05	7,99	5,60	8,17
1994	1,82	8,42	0,033	0,077	0,026	1,50	1,03	0,07	0,96	9,8	0,14	1,89	8,26	5,77	7,34
1995	2,01	8,32	0,051	0,083	0,032	1,62	1,20	0,17	1,03	9,2	0,16	2,01	7,58	5,31	6,84
1996	2,20	8,13	0,032	0,072	0,033	1,10	0,71	0,10	0,61	11,5	0,12	2,05	8,01	6,14	7,91
1997	2,44	8,27	0,027	0,067	0,027	1,14	0,75	0,18	0,57	14,7	0,13	2,00	6,21	5,48	5,74
1998	2,03	8,29	0,028	0,067	0,029	1,48	1,10	0,12	0,98	8,0	0,19	2,10	7,88	5,23	5,23
1999	2,50	8,01	0,013	0,076	0,045	1,53	1,21	0,08	1,13	17,3	0,16	2,09	5,27	5,00	5,00
2000	3,20	8,14	0,014	0,072	0,042	1,40	1,14	0,08	1,06	11,3	0,12	1,94	5,64	5,00	5,00
2001	3,32	8,15	0,012	0,077	0,045	1,32	1,020	0,07	0,95	12,4	0,10	2,28	3,43	2,00	2,18
2002	2,38	8,09	0,001	0,077	0,048	1,32	1,001	0,09	0,92	15,1	0,09	2,00	2,97	1,00	0,41

r ²	0,65	0,54	0,494	0,388	0,024	0,17	0,10	0,17	0,12	0,5	0,35	0,10	0,65	0,52	0,57
P-værdi	0,00048	0,0024	0,0051	0,017	0,59	0,141	0,27	0,138	0,22	0,0047	0,067	0,27	0,000	0,03	0,007

Tidsvægtede sommer- gennemsnit	Sigtet.	pH	Klorofyl	Total fosfor	Filt uorg. fosfor	Total kvæl- stof	Uorg. kvæl- stof	Amm. kvæl- stof	Nitrit, nitrat- kvæl- stof	Sili- cium	Total- jern	Alkal.	Susp. stof	Gløde- tab	COD
	m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l
1978	1,73	8,00		0,115	0,035	1,55	0,80	0,16	0,63	14,9		2,01	15,04	8,69	0,0
1979															
1980															
1981															
1982	1,54	8,52		0,094	0,022	1,39	0,67	0,25	0,42	9,8		2,01	11,59	0,00	0,0
1983															
1984	1,41	8,48										1,79			
1985															
1986	1,43	8,28										2,00			
1987	1,22	8,35	0,054	0,090	0,008	1,02						1,96			
1988	1,36	8,41	0,043	0,094	0,031	1,40						1,94			
1989	1,56	8,50	0,038	0,080	0,019	1,35	0,480	0,062	0,42	3,73		1,92	7,33	6,50	
1990	1,36	8,46	0,052	0,128	0,041	1,15	0,413	0,103	0,31	4,92		1,92	11,67	6,22	
1991	1,42	8,43	0,037	0,101	0,031	1,08	0,487	0,183	0,30	3,79	0,34	1,92	8,36	5,10	
1992	1,12	8,51	0,058	0,123	0,036	1,10	0,377	0,106	0,27	7,09		1,76	10,46	6,51	9,4
1993	1,28	8,44	0,045	0,132	0,060	0,92	0,269	0,074	0,20	6,60	0,15	1,97	9,87	6,25	8,9
1994	1,30	8,72	0,045	0,084	0,021	0,95	0,362	0,078	0,28	5,63	0,12	1,77	10,61	6,43	9,5
1995	1,80	8,46	0,077	0,104	0,039	1,18	0,725	0,197	0,53	5,72	0,16	2,02	8,26	5,57	8,3
1996	1,52	8,44	0,059	0,096	0,035	0,85	0,249	0,076	0,17	6,25	0,15	1,86	10,69	7,40	8,5
1997	1,91	8,38	0,039	0,075	0,021	0,91	0,304	0,105	0,20	12,60	0,10	1,86	7,15	6,15	6,5
1998	1,83	8,33	0,027	0,068	0,027	0,970	0,607	0,11	0,497	3,62	0,162	2,12	7,4	5,3	5,2
1999	2,05	8,31	0,020	0,075	0,035	1,050	0,627	0,094	0,533	15,80	0,172	2,14	5,6	5,0	5,0
2000	3,49	8,16	0,017	0,064	0,026	0,989	0,659	0,078	0,581	7,16	0,105	2,018	5,72	5,0	5,2
2001	2,93	8,21	0,015	0,077	0,032	0,987	0,580	0,102	0,478	8,87	0,110	2,164	4,15	2,5	2,5
2002	2,63	8,16	0,019	0,062	0,028	0,979	0,559	0,05	0,509	7,16	0,082	1,951	3,96	2,8	3,3

r ²	0,68	0,57	0,530	0,014	0,014	0,29	0,15	0,06	0,19	0,2	0,22	0,89	0,61	0,47	
P-værdi	0,0002	0,002	0,0034	0,003	0,683	0,045	0,174	0,419	0,11	0,07	0,17	0,045	0,001	0,01	

Bilag 6.1.3:

Ilt- og temperaturprofiler i Fårup Sø, 2002.

Dato	Dybde	Temp	Ilt		pH	Dato	Dybde	Temp	Ilt		pH	Dato	Dybde	Temp	Ilt		pH
	cm	grader	mg/l	%			cm	grader	mg/l	%			cm	grader	mg/l	%	
23-01-02	24	2,9	13,9	102,9	7,86	25-06-02	30	18,5	8,2	87,5	8,02	04-09-02	21	20,2	9,4	104,1	8,14
	101	2,9	13,8	102,8	7,96		101	18,5	8,2	87,5	8,01		100	20,2	9,3	103,5	8,09
	300	2,9	14	103,8	7,99		198	18,5	8,1	86,5	8,02		203	20,2	9,3	102,7	8,04
	504	2,9	14,2	105,5	8,02		306	18,5	8,1	86,4	8,01		299	20,1	9,1	100,7	7,92
	697	2,9	14,4	106,5	8,03		399	18,5	8,1	86,2	8,02		402	19,9	8,5	93,7	7,56
	900	2,9	14,4	107,1	7,98		497	18,5	8	85,4	8,01		501	19,8	7,6	83,9	7,38
	1002	2,9	14,6	108,2	7,94		604	18,5	8	85,5	7,99		601	19,5	6,9	74,8	7,23
06-02-02	24	5,6	13,1	104,6	8,01	11-07-02	702	18,5	8	85,7	7,95	17-09-02	700	18,5	4,4	46,9	7,15
	209	5,5	13,3	105,6	8,02		805	18,5	7,9	84,5	7,95		721	17,5	2,9	30	7,17
	400	5,5	13,5	107,3	7,98		874	18,5	7,8	83,9	7,84		749	17,2	2,6	27,1	7,15
	608	5,5	13,6	108,3	7,89		900	18,5	7,8	83,8	7,92		777	17	2,1	21,9	7,12
	795	5,5	13,7	109,2	7,81		17	19,4	12,6	137,1	8,87		848	16,8	1,4	14,7	7,09
	994	5,5	13,8	109,6	7,76		101	19,4	12,5	135,8	8,87		904	16,6	1,2	12,4	7,08
04-04-02	21	7,1	20,1	166,3	8,57	22-07-02	199	19,3	12,1	132	8,84	02-10-02	957	16,5	0,8	8,3	7,08
	103	7,1	20,9	173	8,62		299	19,1	11,4	123,7	8,7		23	18,5	10,2	108,7	7,93
	198	7,1	18,8	155,4	8,65		323	19	11,5	124,7	8,68		57	18,5	10,1	108	7,93
	400	7	13,9	115,1	8,67		351	18,9	10,7	115,8	8,53		100	18,5	10	106,9	7,9
	600	7	14,5	119,7	8,72		375	17,4	7,9	82,2	7,77		200	18,5	10	107,1	7,88
	801	7	13	107	8,76		400	17,3	7,9	82	7,74		300	18,5	10	107,3	7,84
	901	7	12,4	102,4	8,77		500	17,1	7,5	78,4	7,68		399	18,5	9,9	106	7,74
	992	7	12,7	104,5	8,78		600	17	6,7	69,2	7,56		400	18,4	9,8	105	7,74
24-04-02	201	9,6	13,6	119,1	7,93	08-08-02	499	18,4	9,7	103,2	7,67	16-10-02	499	18,4	9,6	102,3	7,66
	402	9,5	14,2	124,6	8,01		600	16,7	4,8	49,2	7,37		704	18,4	9,4	100,1	7,63
	604	9,5	14,5	126,8	8,07		800	16,6	3,7	38	7,31		804	18,4	9,3	99,6	7,57
	801	9,5	14,7	128,9	8,07		901		3,7	38,4	7,28		902	18,1	8,6	91,7	7,35
	902	9,5	14,8	129,5	8,14		950		2,7	27,9	7,22		952	16,9	7,2	74,6	7,5
	953	9,4	14,6	128,1	8,17	22-08-02	31	18,8	9,1	97,5	8,56		1000	16,6	5,4	55,7	7,52
15-05-02	970	9,5	14,5	126,7	7,37		118	18,9	9,2	99,4	8,55		1025	16,6	4,6	47,4	7,52
	39	13,4	9,8	94,5	8,29		216	18,9	9,3	99,8	8,55	13-11-02	19	9,5	8,4	74	8,02
	99	13,4	9,8	94,3	8,26		315	18,9	9,4	101,4	8,52		98	9,5	8,8	77,2	8,02
	198	13,4	9,8	94,2	8,22		415	18,9	9,5	102,1	8,49		199	9,5	9,2	80,9	7,99
	311	13,4	9,8	93,6	8,21		508	18,8	9,4	101,2	8,44		402	9,5	10	87,7	7,98
	396	13,4	9,8	94,4	8,14		637	18,8	9,2	98,5	8,31		600	9,5	10	88	7,97
	500	13,4	9,9	94,7	8,06		717	18,8	9,1	97,9	8,25		800	9,5	10,1	88,8	7,95
	608	13,4	9,8	94	8,01		801	18,7	8,9	95,7	8,16		900	9,5	10,2	89,2	7,94
	703	13,3	9,8	94	7,91		848	17,8	6,7	70,2	7,46		958	9,5	9,9	87,3	7,9
	797	13,3	9,9	94,5	7,84	22-08-02	13	21	9,7	109,4	8,5	13-11-02	31	5,5	12,6	100,1	8,18
	900	13,3	9,8	93,5	7,85		98	21,2	9,6	108,5	8,5		101	5,5	13	103,1	8,2
	1008	13,3	9,6	91,7	7,84		201	20,9	9,4	105,5	8,3		201	5,4	13,6	107,7	8,19
28-05-02	20	17,2	10,1	105,5	8,11		295	20,8	8,7	97,7	8		302	5,4	14,1	111,4	8,15
	100	17,1	10,1	104,5	8,15		406	19,7	6	65,4	7,34		401	5,4	14,2	112,8	8,12
	200	16,5	10,1	103,7	8,08		500	18,7	4,5	48,4	7,17		701	5,4	14,7	116,6	8,08
	298	16,4	10,3	105,3	8,07		603	17,3	3,3	34	7,06		799	5,4	14,9	118,2	8,04
	401	16,2	10	101,6	8		697	17,2	1,3	13,1	6,98		902	5,4	14,9	118,1	8,01
	500	16	10,1	102,3	8,03		803	17	0,2	1,8	7		950	5,4	14,9	118,1	7,98
	600	15,9	10	101,8	8,02		900	16,9	0	0,4	7	22-08-02	20	22,8	8,6	100,5	
	701	15,2	8	79,4	7,65		998	16,8	0	0	7,31		101	22,7	8,8	101,9	
	800	14,1	4,6	44,7	7,36		101	22,7	8,8	101,9			200	22,2	8,7	100,4	
	901	13,3	2,7	26,2	7,29		300	22	8,3	94,9	8,29		300	22	8,3	94,9	
	924	13,3	2,6	24,9	7,29		400	21,7	7,5	85,7	8		400	21,7	7,5	85,7	
	950	13,2	2,4	22,9	7,28		451	21,2	6,7	76,1	7,77		451	21,2	6,7	76,1	
11-06-02	21	18,7	7,8	84	8,19		500	20,9	5,9	66,2	7,59		500	20,9	5,9	66,2	
	102	18,7	7,8	83,6	8,21		552	19,3	3,1	33,8	7,33		552	19,3	3,1	33,8	
	202	18,8	7,9	84,6	8,22		603	18,1	0,7	7,5	7,12		603	18,1	0,7	7,5	
	400	18,8	7,8	84,2	8,19		702	17,1	0,6	6,5	7,15		702	17,1	0,6	6,5	
	598	18,7	7,4	79,7	8,07		802	16,9	0,6	6	7,15		802	16,9	0,6	6	
	801	18,4	6,6	70,5	7,91		903	16,7	0,4	4,3	7,11		903	16,7	0,4	4,3	
	899	18	5	53,3	7,65		928	16,7	0,4	4,1	7,1		928	16,7	0,4	4,1	
	927	17,8	4	41,9	7,43		952	16,7	0,4	4	7,21		952	16,7	0,4	4	
	952	16,6	1	10,7	7,32												
	975	16,1	0,4	4,4	7,59												

Bilag 6.4.1:

Biomasse af fytoplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Fårup Sø, 2002.

	Kiselalger	Blågrøn-alger	Grøn-alger	Rekyl-alger	gulalger	Stilkalger	ubestemte	Total-biomasse
2002	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l			mg/l
13-03	1,449			1,675				3,124
04-04	0,748			1,406			0,194	2,348
24-04	0,504		0,103	0,133			0,404	1,144
15-05	0,016			0,032				0,048
28-05			0,14		0,049			0,189
11-06				0,164				0,164
25-06			0,057	0,238				0,295
11-07	21,15	2,356		0,117				23,623
22-07	7,389	1,436		0,135				8,96
08-08	4,039	2,62		0,064		0,015	0,001	6,739
22-08		0,444	0,514	0,956				1,914
04-09	0,661	0,633	0,156	1,629				3,079
17-09	1,5	0,476	0,202	0,089				2,267
02-10	0,011	0,003	0,002	0,017				0,033
16-10	0,004			0,042				0,046
13-11	0,229			0,01				0,239
Medium								1,529
Minimum								0,033
Maksimum								23,623

Bilag 6.4.2:

Algebiomasse (sommergenomsnit) som absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Fårup Sø i perioden 1989-2002.

Tidsvægtede sommergns.	Kiselalger	Blågrøn-alger	Grøn-alger	Rekylalger	Furealger	Stilkalger	Gulalger	Ubestemte	Total-biomasse
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1989	2,34	5,77	1,10	0,71	0,46				10,38
1990	5,72	3,68	0,53	0,24	0,83				11,01
1991	2,92	0,62	0,50	0,58	0,09			0,18	4,90
1992	2,18	9,45	0,34	0,10	0,09				12,15
1993	4,02	11,97	0,29	0,33	0,10	0,03	0,35		17,09
1994	3,19	7,95	0,32	0,17	0,16	0,05		0,01	11,85
1995	3,38	4,19	0,20	0,46	0,21				8,44
1996	3,99	4,43	0,11	0,58	1,27			0,01	10,38
1997	0,90	6,83	0,24	0,75	0,66	0,05	0,01	0,00	9,44
1998	1,49	0,20	0,09	0,32	0,04	0,02		0,00	2,17
1999	0,40	0,39	0,45	0,18	0,03	0,00			1,45
2000	1,08	0,39	0,04	0,17	0,00				1,68
2001	1,138	0,001	0,022	0,206			0,007	0,027	1,40
2002	3,162	0,741	0,098	0,307		0,001	0,004	0,012	4,33
Relativ fordeling	Kisel- alger	Blågrøn- alger	Grøn- alger	Rekyl- alger	Fure- alger	Stilk- alger	Gulalger	Ube- stemte	Total- biomasse
%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1989	22,5	55,6	10,6	6,9	4,4				100
1990	52,0	33,4	4,9	2,2	7,5				100
1991	59,7	12,6	10,3	11,9	1,9			3,6	100
1992	17,9	77,8	2,8	0,8	0,7				100
1993	23,5	70,0	1,7	1,9	0,6	0,2			100
1994	26,9	67,1	2,7	1,4	1,4	0,5		0,1	100
1995	40,1	49,6	2,4	5,5	2,4				100
1996	38,4	42,7	1,0	5,6	12,2			0,1	100
1997	9,6	72,3	2,5	7,9	7,0	0,5		0,0	100
1998	68,4	9,4	4,2	14,9	2,1	0,8		0,2	100
1999	27,6	27,0	30,8	12,4	2,1	0,1			100
2000	64,5	23,3	2,3	9,9	0,0				100
2001	81,2	0,1	1,6	14,7				1,9	100
2002	73,1	17,1	2,3	7,1		0,0	0,1	0,3	100

Bilag 6.4.3:

Biomasse af zooplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Fårup Sø, 2002.

Fårup Sø	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder	Dreissena polymorpha larver	Total-biomasse
2002	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l
13-03	0,4	1,0	2,8	7,3		11,4
04-04	5,0	6,3	5,9	7,0		24,2
24-04	57,1	23,7	40,5	41,5		162,8
15-05	2,1	427,2	121,4	75,7		626,3
28-05	0,0	725,9	182,0	18,2		926,1
11-06	11,6	893,8	78,5	34,0		1017,8
25-06	25,9	76,0	36,6	18,8	151,3	308,6
11-07	78,8	4,3	4,7	14,3	162,1	264,2
22-07	221,4	8,5	0,6	1,7	463,1	695,3
08-08	145,5	20,0	2,2	7,8	432,1	607,5
22-08	25,7	45,3	5,7	28,6	361,1	466,5
04-09	133,8	20,5	1,8	30,5	100,8	287,5
17-09	52,5	39,1	3,6	13,8	43,9	152,9
02-10	6,2	68,5	36,3	32,2	0,4	143,6
16-10	3,4	71,5	13,9	6,4		95,1
13-11	1,5	20,3	12,2	1,1		35,0
Medium						275,8
Minimum						11,4
Maksimum						1017,81

Bilag 6.4.4:

Dyreplanktonbiomasse (sommeregnensnit) som absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Fårup Sø i perioden 1989-2002.

Tidsvægtede sommegns.	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder	muslinge - larver	Total-biomasse
	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l
1989	149,0	361,0	153,0	81,0		744,0
1990	186,0	337,7	102,8	177,6		804,1
1991	48,7	279,6	203,9	128,4		660,6
1992	46,7	243,2	98,6	81,8		470,3
1993	54,8	374,3	107,2	129,8		666,0
1994	87,7	613,4	150,9	83,1		935,1
1995	61,0	365,7	104,3	105,8		636,7
1996	74,2	330,8	86,7	71,5		563,3
1997	55,1	376,2	116,0	181,8		729,1
1998	31,7	138,3	106,8	120,1	27,7	424,6
1999	10,0	312,3	151,9	69,7	15,7	559,5
2000	21,0	29,0	40,0	45,0	46,9	181,9
2001	32,4	188,0	33,6	23,3	152,5	429,8
2002	66,2	213,6	43,9	25,6	152,23	501,5
Relativ fordeling	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder		Total-biomasse
	%	%	%	%		Total-biomasse
1989	20,0	48,5	20,6	10,9		100
1990	23,1	42,0	12,8	22,1		100
1991	7,4	42,3	30,9	19,4		100
1992	9,9	51,7	21,0	17,4		100
1993	8,2	56,2	16,1	19,5		100
1994	9,4	65,6	16,1	8,9		100
1995	9,6	57,4	16,4	16,6		100
1996	13,2	58,7	15,4	12,7		100
1997	7,6	51,6	15,9	24,9		100
1998	7,5	32,6	25,2	28,3	6,5	100
1999	1,8	55,8	27,1	12,5	2,8	100
2000	11,5	15,9	22,0	24,7	25,8	100
2001	7,5	43,7	7,8	5,4	35,5	100
2002	13,2	42,6	8,7	5,1	30,4	100

Bilag 6.5.1: Fiskeyngeldata i Fårup Sø, 2002.

Sektionsnr		1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Pelagiet	Vandmængde Filtreret, m3	10,08	9,61	9,35	9,21	10,05	10,65	58,95							
	Navn	Antal						Antal pr. m3	Vægt g						Vægt g pr. m3
	Skalle	58	7	51	8	2		2,14	11,325	1,2152	10,73	1,3	0,407		0,42
	Aborre	4		2	1	3	2	0,20	2,24		0,8927	0,469	1,7014	0,97	0,11
	Karpefisk	1						0,02	0,037						
	Total	62	7	53	9	5	2	2,34	13,57	1,22	11,62	1,77	2,11	0,97	0,53
Sektionsnr		1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Littoral		8,94	9,81	9,28	9,75	10,38	8,98	57,14							
	Navn	Antal						Antal pr. m3	Vægt g						Vægt g pr. m3
	Skalle	239	4	29	73	16	10	6,49	41,466	0,933	5,2569	12,438	3,059	1,5539	1,13
	Aborre	12	2	5	2	4	1	0,46	9,908	1,048	3,72	2,107	2,294	0,92	0,35
	Total	251	6	34	75	20	11	6,95	51,37	1,98	8,98	14,55	5,35	2,47	1,48

	Dybdeinterval (m)						I alt
	0,0-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	
Delområde	Areal af delområder (1000 m ²)						
1	1,817	1,816	0,979	0,979	1,353	1,352	8,296
2	0,303	0,304	0,461	0,461	1,132	1,132	3,793
2a	1,215	1,215	1,844	1,845	4,526	4,527	15,172
3	1,498	1,497	1,989	1,988	1,308	1,307	9,587
4	1,446	1,446	2,863	2,863	1,308	1,309	11,235
5	0,425	0,424	0,273	0,272	2,261	2,26	5,915
6	0,501	0,502	0,322	0,322	0,109	0,109	1,865
7	0,838	0,838	0,394	0,394	0,209	0,209	2,882
8	0,662	0,662	0,426	0,427	0,29	0,291	2,758
9	0,371	0,37	0,184	0,183	0,291	0,29	1,689
10	2,374	2,374	3,508	3,508	2,633	2,634	17,031
11	2,818	2,817	2,657	2,657	1,649	1,649	14,247
12	2,873	2,873	2,643	2,643	2,325	2,326	15,683
13	1,14	1,14	1,14	1,14	0,324	0,323	5,207
14	8,15	8,151	12,221	12,221	5,227	5,227	51,197
15	1,54	1,539	1,132	1,132	0,615	0,615	6,573
16	0,528	0,529	0,554	0,555	0,274	0,274	2,714
17	1,17	1,169	0,581	0,58	0,33	0,329	4,159
18	0,667	0,668	0,304	0,304	0,238	0,239	2,420
19	0,718	0,717	0,23	0,23	0,265	0,264	2,424
Areal i alt	31,054	31,051	34,705	34,704	26,667	26,666	184,847
Vandvol (1000m ³)	7,764	23,288	43,381	60,732	60,001	73,332	268,498
Sum: 15 og 16	2,068	2,068	1,686	1,687	0,889	0,889	9,287

Delområde nr.	Normaliseret vanddybde interval (m)						Sum
	0,50	0,50 1,00	1,00 1,50	1,50 2,00	2,00 2,50	2,50 3,00	
	Plantedækket areal i delområders dybdeintervaller, 10 ³ m ²						
1							
2							
2a		0,003	0,009				0,012
3							
4							
5							
6	0,003	0,003					0,005
7	0,008	0,008	0,002				0,019
8	0,073	0,030	0,004				0,107
9		0,001	0,000				0,001
10							
11	0,127	0,472	0,066				0,665
12		0,014					0,014
13	0,051	0,245	0,023				0,319
14	0,061	0,183					0,245
15	0,050	0,027					0,077
16		0,003					0,003
17	0,018	0,012					0,029
18							
19							
Sum	0,391	1,001	0,105				1,496
Samlet bund-areal, 10 ³ m ²	31,054	31,051	34,705	34,704	26,667	26,666	184,847
Gns. dæknings-grad, %	1,26	3,22	0,30				0,81
Samlet plantedækket areal i sø, 10 ³ m ² :				1,496			
Søareal (ekskl. rørskov), 10 ³ m ² :				974			
Samlet dækningsgrad, %:				0,15			

Bilag 6.7.3:

Plantefyldt volumen i delområder og for hele søen i Fårup Sø, 2002.

Delområde nr.	Normaliseret vanddybde interval (m)						Sum
	0,50	0,50 1,00	1,00 1,50	1,50 2,00	2,00 2,50	2,50 3,00	
Plantefyldt volumen i delområders dybdeintervaller, 10³m³							
1							
2							
2a		0,000	0,001				0,002
3							
4							
5							
6	0,001	0,002					0,002
7	0,002	0,005	0,002				0,009
8	0,018	0,019	0,003				0,040
9		0,000	0,000				0,000
10							
11	0,032	0,260	0,050				0,341
12		0,005					0,005
13	0,019	0,184	0,027				0,230
14	0,015	0,115					0,130
15	0,005	0,003					0,008
16		0,001					0,001
17	0,002	0,001					0,003
18							
19							
Sum, 10³m³	0,094	0,593	0,083				0,770
Vandvolumen 10³ m³	7,764	23,288	43,381	60,732	60,001	73,332	268,498
Relativt plante- fyldt volumen, %	1,211	2,547	0,191				0,287
Samlet plantefyldt volumen i sø, 10³ m³:				0,770			
Søvolumen (ekskl. rørskov), 10³ m³:				5546			
Relativt plantefyldt volumen, %:				0,014			

Bilag 6.8.1: Dagstælling af fugle hver måned ved Fårup Sø, 2002.

Måned	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sum
isdække (%)	100											95	
Optalte arter													
toppet lappedykker		23	37	30	32	25	47	51	54	52	23		374
lille lappedykker			1								1	2	4
skarv			1							6	3	3	13
knopsvane		4		1	2	5	5	5	4	2	2	2	32
grågås			4	2									6
gravand		1	2	4	2	2	3						14
gråand		68	40	11	16	19	5	53	24	16	99	475	826
krikand		2										1	3
troidand		102	125	53			28	30	70	72	96	98	674
taffelend							7						7
hvinand		11	17	11							10		49
stor skallesluger		10									2	6	18
lille skallesluger												1	1
blishøne		116	59	64	31	76	88	179	249	226	142	370	1600
fjordteue								6					6
Vandfugle - Sum	0	337	286	176	83	127	183	324	401	374	378	958	3627
Måger - Sum	0	250	230	1120	15	30	450	800	3050	1950	2600	450	10945