

 Vandmiljø i Vejle Amt

JPS

Overvågning af
FÅRUP SØ 2001

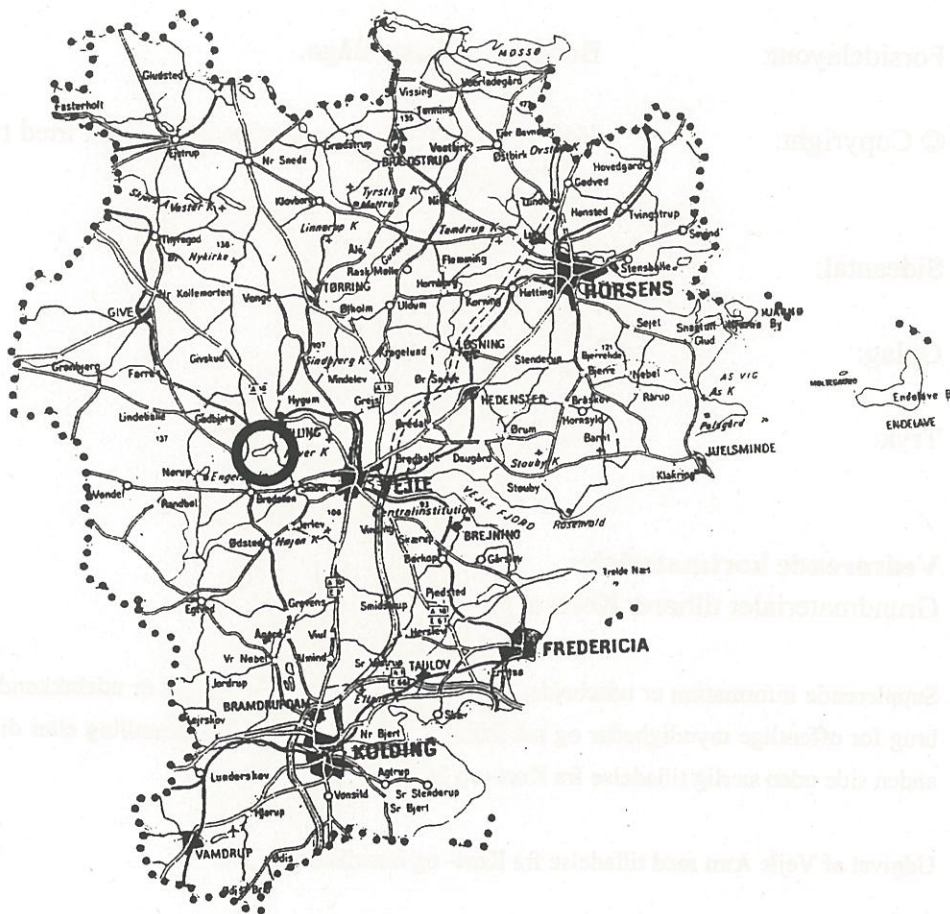
Næringssalte • Belastning • Biologi

VEJLE AMT
Teknik og Miljø





Overvågning af
FÅRUP SØ 2001
Næringsssalte • Belastning • Biologi



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

Udgivelsesår: 2002.

Titel: Overvågning af Fårup Sø, 2001.

Undertitel: Næringssalte, belastning, biologi.

Forfatter: Lisbeth Elbæk Pedersen.

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

Forsidelayout: Bureau 2, Bjarne Bågå.

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

Sideantal: 107.

Oplag: 85.

Tryk: Post og Print, Vejle Amt.

Vedrørende kortmateriale:

Grundmaterialet tilhører Kort- og Matrikelstyrelsen.

Supplerende information er udarbejdet og påført af Vejle Amt. Kortene er udelukkende til tjenstlig 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: 87-7750-694-4

Indholdsfortegnelse	Side
1. Indledning	5
2. Sø- og oplandsbeskrivelse	7
2.1 Søbeskrivelse.....	7
2.2 Oplandsbeskrivelse.....	9
3. Klimatiske forhold	11
3.1 Temperatur og solindstråling.....	11
3.2 Nedbør og fordampning.....	12
4. Vand- og næringsstofftilførsel	15
4.1 Vandtilførsel.....	15
4.2 Kilder til næringsstofftilførslen.....	16
4.3 Udvikling i næringstilførslen.....	20
4.4 Belastningen fra de enkelte tilløb til søen.....	21
5. Vand- og stofbalance	25
5.1 Vandstand og vandbalance.....	25
5.2 Kvælstof-, fosfor- og jernbalance.....	27
6. Udviklingen i miljøtilstanden	33
6.1 Ilt og temperatur.....	34
6.2 Kvælstof, fosfor og øvrige parametre.....	34
6.3 Sigtdybde og klorofyl.....	40
6.4 Plante- og dyreplankton.....	42
6.5 Fisk.....	51
6.6 Undervandsplanter.....	55
6.7 Bundfauna.....	60
6.8 Fugle.....	62
6.9 Det fysiske, kemiske og biologiske samspil.....	64
7. Sediment	69
8. Miljøtilstand og fremtidig udvikling	71
8.1 Målsætning og miljøtilstand.....	71
8.2 Fremtidige tiltag.....	73
9. Sammenfatning og konklusion	75
10. Referenceliste	79
11. Bilag	81

1. Indledning 18

2. Formål og omfang 19

3. Metode 20

4. Resultater 21

5. Diskussion 22

6. Konklusion 23

7. Litteraturliste 24

8. Bilag 25

9. Resume 26

10. Forord 27

11. Om rapporten 28

12. Kontaktoplysninger 29

13. Yderligere oplysninger 30

14. Noter 31

15. Tabelindhold 32

16. Figurindhold 33

17. Forklaring af forkortelser 34

18. Indholdsfortegnelse 35

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 1989-2001.

Rapporten omhandler fysiske, kemiske og biologiske undersøgelser i søen, hvor hovedvægten ligger på at belyse ændringer i miljøtilstanden i 2001 i forhold til tidligere år. Rapporteringen er tilrettelagt efter retningslinjerne i Paradigma 2001 (Miljøstyrelsen, 2001). 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 2001 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.

Indledning

Denne rapport er udarbejdet som en del af et større projekt om miljøovervågning i Fårup Sø. Målet er at undersøge søens vandkvalitet og de faktorer, der påvirker den. Rapporten er opdelt i flere afsnit, der beskriver de forskellige aspekter af søens miljø.

I afsnittene vil vi se på søens vandkvalitet, de forskellige typer af organismer, der lever i søen, og de faktorer, der påvirker søens miljø. Vi vil også se på de forskellige typer af forurening, der kan påvirke søen, og hvordan vi kan undgå dette.

Vi håber, at denne rapport vil give dig en bedre forståelse af søens miljø og de faktorer, der påvirker det. Hvis du har nogle spørgsmål eller kommentarer, er du velkommen til at kontakte os.

Vi vil gerne takke alle de personer, der har hjulpet os med at gennemføre dette projekt. Vi vil også takke dig for at læse denne rapport.

2. Sø- og oplandsbeskrivelse

2.1 Søbeskrivelse

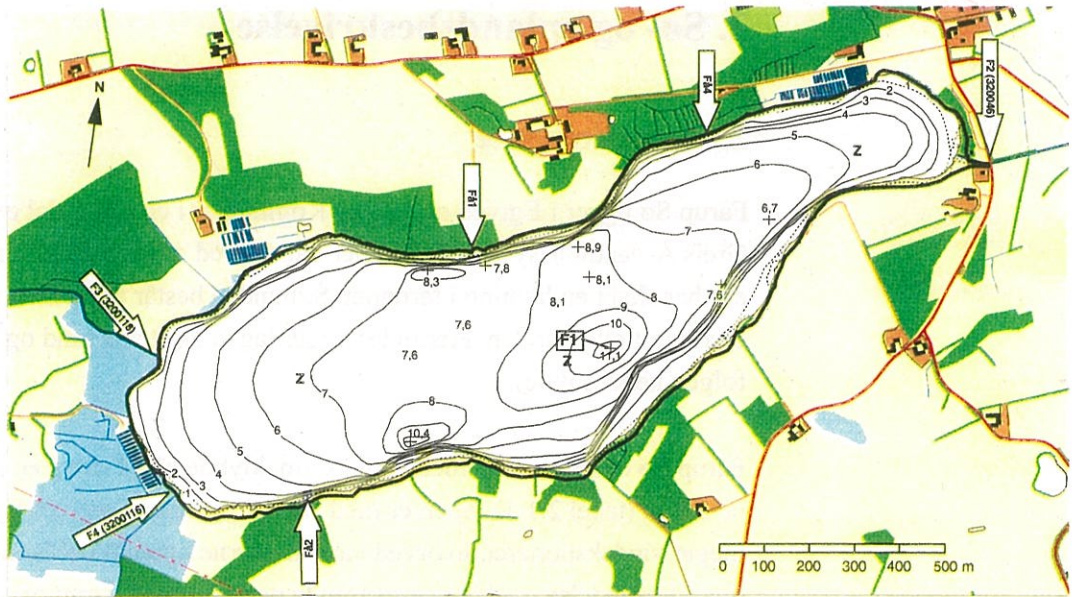
Fårup Sø ligger i Egtved og Jelling Kommuner i en tunneldal øverst i Grejs Å-vandløbssystemet. Søen er dannet ved erosion af bundmateriale, der har skabt en lavning i terrænet. Søbunden består af ferskvandsdynd, der er aflejret efter istiden. Herunder ligger lag af skiftevis sand og ler (rækkefølgen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

Fårup Sø er relativ 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.

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	12,78 km ²

Tabel 2.1.1: Morfometriske data og oplandsareal, Fårup Sø, 2001.

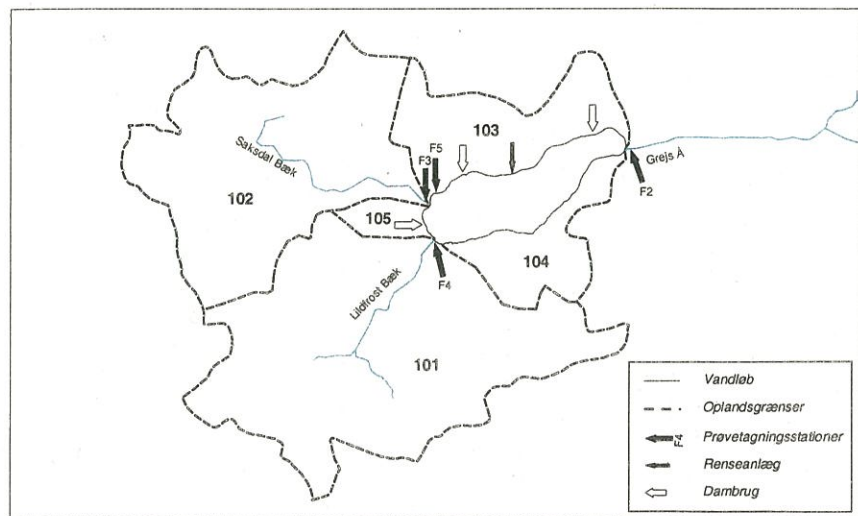




Figur 2.1.1: Fårup Sø med dybdekurver og overvågningsstationer med stationsnumre. F1 angiver stationen, hvor der indsamles vand- og planktonprøver. Z angiver de to øvrige zooplanktonstationer.

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

Søens samlede topografiske opland er beregnet til 1269 ha og består hovedsageligt af landbrugsarealer. Jordbunden i oplandet består overvejende af lerblandet sandjord (se afsnit 2.2).



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

Figur 2.1.2 viser oplandet til Fårup Sø med tilløb, afløb og punktkilder indtegnet. Hovedparten af vandforsyningen til søen kommer fra væld og grundvand. Fårup Sø får derudover tilført vand fra to betydende vandløb, Saksdal Bæk mod vest 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 ved 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 1995, og vandstanden varierer nu mere naturligt, afhængig af afstrømningen.

2.2 Oplandsbeskrivelse

Fårup Sø er eutrofieret af tidligere og nuværende næringstilførsler af især fosfor fra dambrug, spredt bebyggelse og fra dyrkede marker i oplandet.

I dette afsnit gives en beskrivelse af arealanvendelse, jordbundstyper og husdyr- og spildevandsforhold i oplandet til Fårup Sø.

Jordbrugsforhold og arealanvendelse

Hovedparten, 67% af jordbunden i oplandet til søen, består af lerblandet sand, og 13% består af sandblandet ler, tabel 2.2.1.

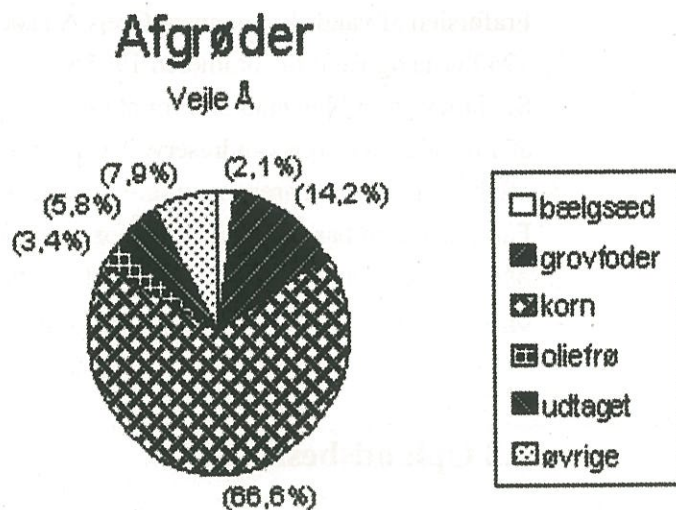
Jordbundstype	Areal	
	ha	%
Grovsandet jord	0,012	1
lerblandet sand	0,92	67
sandblandet ler	0,184	13
humus	0,09	7
uklassificeret	0,159	12
Sum	1,365	100

Arealudnyttelse -	Areal	
	ha	%
natur	124	9,8
dyrket, udtaget*	71,2	5,6
dyrket, i omdrift*	889,1	70,1
skov	100,85	7,9
mvj*	81,27	6,4
byzone, landsby	6,7	0,5
uspecificeret, bygn m.m.	2,58	0,2
opland, sum	1269	100,0

Tabel 2.2.1: Jordbundstyper og arealudnyttelse i oplandet til Fårup Sø.

Langt hovedparten af oplandet er landbrugsområder, i alt ca. 75% af oplandets samlede areal. Tætheden af husdyr i oplandet er omkring 1,3 DE/ ha.

Korn er den mest dyrkede afgrøde. Det fremgår af figur 2.2.1, som viser afgrødefordelingen i Vejle Å's opland. Den næsthøypigste afgrøde er grovfoder.



Figur 2.2.1: Fordelingen af afgrøder i Vejle Å's opland.

Der er i 2001 registreret 100 ukloakerede ejendomme. Det svarer til en tæthed på 0,19 PE/ha.

Derudover tilledes der spildevand fra 2 dambrug og et regnvandsbetinget udløb fra Lildfrost By. Fårupgård Skolehjem udledte spildevand indtil efteråret 1997, hvorefter skolehjemmet sammen med ca. 9 andre ejendomme langs Gammelgårdvej blev kloakeret.

3. Klimatiske forhold

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

	Temperatur grader C	Indstråling timer	Nedbør mm	Fordampning mm
2001	7,4	1683	823	561
1989(94)-2000	8	1668	809	537

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

3.1 Temperatur og solindstråling

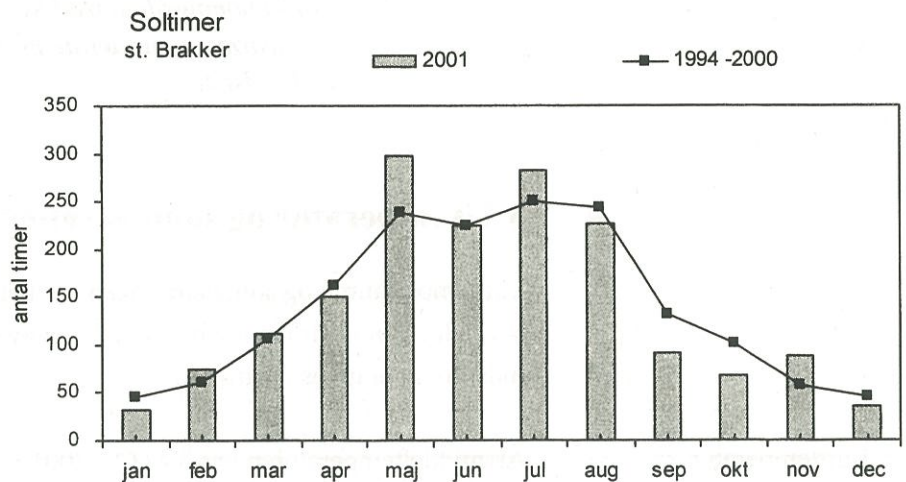
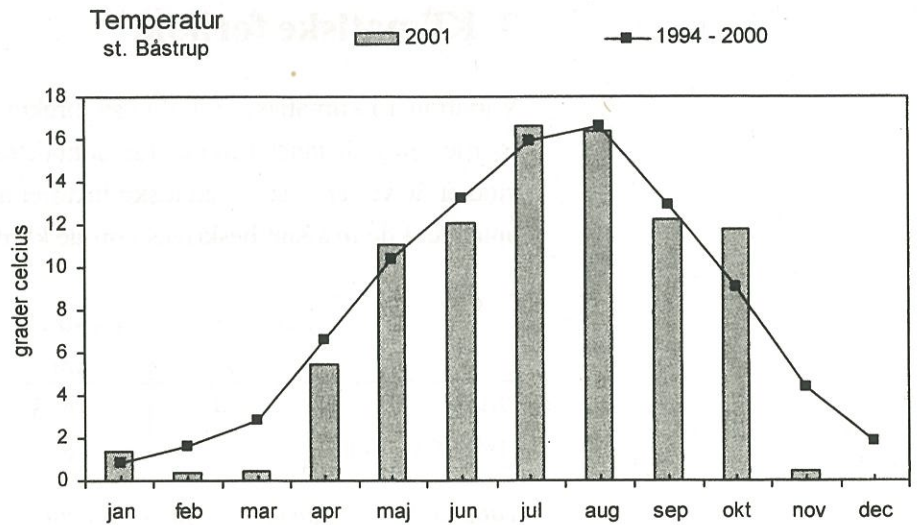
Lufttemperaturen og solindstrålingen har betydning for opvarmning af søvandet. Solindstrålingen har desuden betydning for plantevæksten. Indstråling angives i soltimer.

Lufttemperatur

Årsmiddeltemperaturen var 7,4° C i 2001 mod 8° C for perioden 1994-2000. Bortset fra den rekordvarme oktober lå temperaturen under eller tæt på middel for månederne i de foregående år. Især perioden februar til og med marts samt november og december havde lave temperaturer og få dage uden frost. Også i sommermånederne juni og september var middeltemperaturerne lavere end tidligere (figur 3.1.1).

Indstråling

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



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

3.2 Nedbør og fordampning

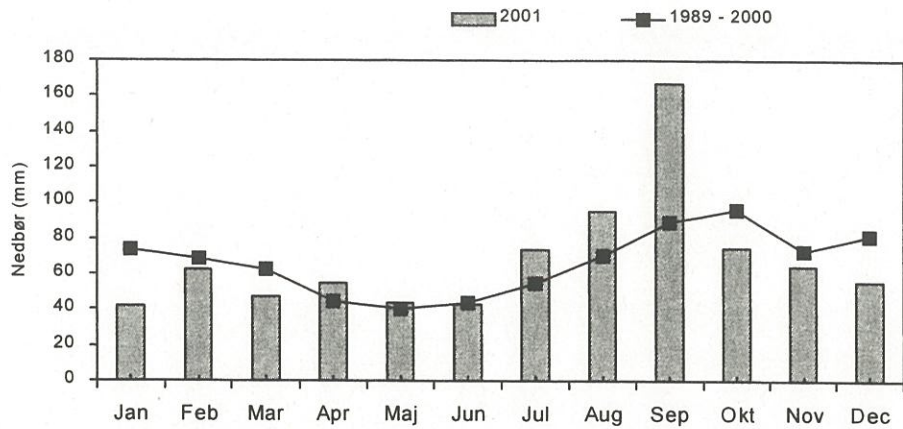
Nedbør

Årsnedbøren på målestation Bredsten var 823 mm i 2001, hvilket er lidt over gennemsnittet for 1989-2000, hvor der faldt 808 mm. Der faldt ekstremt meget nedbør i september, i alt 167 mm, hvilket er knap det dobbelte af gennemsnittet for perioden 1989-2000. I juli og august var nedbørsmængden også større end den foregående periode, om end i mindre omfang.

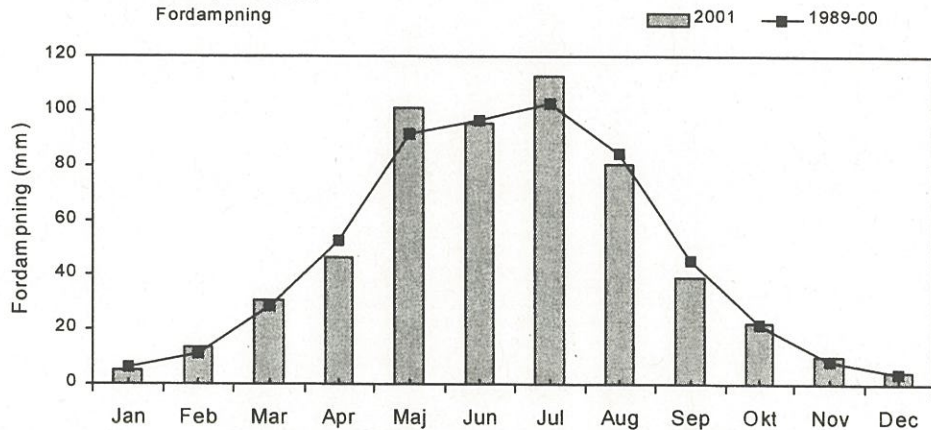
Fordampning

Fordampningsdata fra 2001 er vanskelige at sammenligne med den tidligere periode, idet der fra 1999 er benyttet data fra st. Båstrup, mens der tidligere blev benyttet data fra st. Bredsten. Fordampningen i 2001 var med 561 mm relativt høj, hvilket primært skyldes den store indstråling i maj og juli måned (figur 3.2.1).

st. 23250, Bredsten



st. 23250, Bredsten
Fordampning



Figur 3.2.1: *Nedbør og fordampning på målestation Bredsten, beliggende i omegnen af Fårup Sø. Værdier for 2001 og gennemsnit af perioden 1989 - 2000. Fordampningsdata fra hhv. 1999 - 2001 stammer dog fra st. Båstrup.*

Samlet vurdering af 2001

År 2001 startede med kold vinter og forår indtil maj, hvor solen skinnede meget. Sommertemperaturen var middel, mens oktober var rekordvarm og november-december var meget kolde. 2001 var nedbørmæssigt sammenlignelig med perioden 1989 - 2000, men sidste halvdel af sommeren og især september var temmelig våd.

4. Vand- og næringsstofftilførsel

4.1 Vandtilførsel

Vandtilførsel (mill m ³)	År	Sommer
Lildfrost Bæk	1,89	0,52
Saksdal Bæk	0,90	0,26
Umålt opland	0,65	0,19
Overfladeafstr.	3,44	0,96
Nedbør	0,82	0,42
Grundvand umålt	9,37	3,88
Total	13,63	5,27

Tabel 4.1.1: Vandtilførslen til Fårup Sø, 2001.

Den totale vandtilførsel i 2001 er med i alt 13,64 mill. m³ blandt de største vandtilførsler i hele overvågningsperioden og også mere end gennemsnittet for perioden 1989-2000, som var på 12,97 mill. m³. Størsteparten af den samlede vandtilførsel kommer fra grundvand, i alt 69% i 2001, mens overfladeafstrømningen udgør 25%. Den samlede vandtilførsel varierer kun lidt fra år til år på grund af det relative konstante og høje grundvandsbidrag.

Nedbør

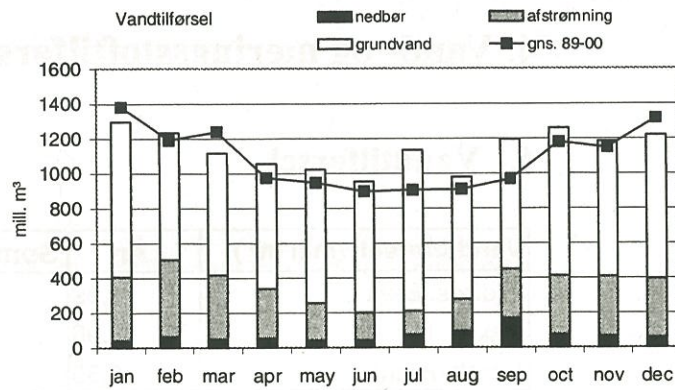
Den totale månedsvise vandtilførsel fordelt på nedbør, afstrømning og grundvand for 2001 er afbildet i figur 4.1.1. Nedbøren på søen i vintermånederne januar-marts, og oktober-december er lavere end gennemsnittet for overvågningsperioden, mens der i juli-august og i særdeleshed i september falder mere i forhold til de tidligere år. Den samlede nedbørmængde er i 2001 på 822.400 m³, svarende til 6% af den samlede tilførsel.

Overfladeafstrømning

Variationen i overfladeafstrømningen følger stort set variationerne i nedbøren. De største afstrømninger er således også i efterårs- og vintermånederne. Sammenhængen er dog mindre udtalt i sommerperioden, hvor en stor del af vandet enten fordamper eller optages i planterne. De store vandmængder i september giver derfor kun et lille ekstra udslag i september-afstrømningen, da nedbøren optages i planterne men også ses som afstrømning i oktober måned.

Grundvandstilførslen

Den månedsvise grundvandstilførsel varierer mere i 2001 end for de øvrige år. Grundvandstilførslen er i alle måneder større end gennemsnittet for perioden 1989-2000, men særlig i januar, juli og oktober er grundvandsbidraget ekstraordinært høj. Den årlige grundvandstilførsel til søen varierer normalt kun lidt fra år til år, men grundvandstilførslen i 2001 er med 9.372 mill m³ blandt de største, der er beregnet.



Figur 4.1.1: Den månedlige vandtilførsel fordelt på nedbør, overfladeafstrømning (10^3 m^3) og grundvand i 2001 sammenlignet med gennemsnittet af den samlede månedsvise vandtilførsel i perioden 1989-2000.

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 2001 fremgår af tabel 4.2.1.

Den samlede fosfortilførsel til Fårup Sø er i 2001 på 1,030 ton og er lidt større end gennemsnittet for perioden 1989-2000, som var på 0,939 ton. Grundvandsbidraget udgør hovedparten af fosfortilførslen med 50%. Tilførslen af kvælstof på 33,903 tons i 2001 er væsentlig mindre end gennemsnittet for perioden 1989-2000, som var på 39,13 tons. Jerntilførslen er med 16,67 tons i 2001 større end gennemsnittet for perioden 1989-2000.

2001	Fosfor	Kvælstof	Jern
År	(ton/år)		
Overfladisk afstrømning	0,245	11,800	3,308
Punktkilder	0,251	2,25	
Atm. deposition	0,010	1,50	
Grundvand	0,497	18,30	13,36
Samlet tilførsel	1,03	33,903	16,67

Tabel 4.2.1: Fosfor-, kvælstof- og jerntilførslen til Fårup Sø, 2001.

Beregninger

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

Punktkilder omfatter i 2001 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.

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. Til beregning af stoftilførslen anvendes målinger i 5 overfladenære kilder ved søen. Grundvandskoncentrationen er beregnet til 0,053 mg fosfor/l og 2,1 mg kvælstof /l.

Kildeopsplitning

Bidraget til kvælstof- og fosfortilførsel fra de enkelte kilder er angivet i tabel 4.2.2. Den relative fordeling af kilderne er illustreret i figur 4.2.1.

2001 Ton	Fosfor		Kvælstof
		korr.30 %	
Baggrundsbidrag	0,614	0,614	16,771
Spredt bebyggelse	0,077	0,077	0,342
Dyrkning	0,003	0,076	6,965
Dambrug	0,251	0,251	2,247
Atm. Dep	0,010	0,010	1,499
Kulturbet.grundvan	0,047	0,047	6,026
Samlet tilførsel	1,030	1,076	33,903

Tabel 4.2.2: Kilder til fosfor- og kvælstoftilførslen til Fårup Sø, 2001.

Baggrundsbidraget er opgjort som summen af baggrundsbidraget fra grundvandet og baggrundsbidraget fra den overfladiske afstrømning. Selv i naturtilstand uden menneskelig påvirkning vil der ske en udvaskning af næringsstoffer fra jorden til overfladevand og grundvand. Baggrundsbidraget er beregnet ved at gange de vandføringsvægtede koefficienter på 0,048 mg fosfor/l og 1,31 mg kvælstof/l (Danmarks Miljøundersøgelser, 2002) med vandtilførslen af henholdsvis den overfladiske afstrømning og grundvandet.

En meget stor del af grundvandet er meget ungt og medbringer derfor næringsstoffer fra overfladiske kilder. Man kan derfor forvente, at en del af grundvandsbidraget er kulturbetinget og stammer fra dyrkning og spredt bebyggelse. Det kulturbetingede grundvandsbidrag er beregnet som forskellen mellem det samlede grundvandsbidrag og baggrundsbidrag fra grundvand. Det vurderes imidlertid, at det ikke er muligt at adskille hvor meget af det kulturbetingede grundvandsbidrag, der kommer fra spredt bebyggelse eller dyrkning.

Bidraget fra spredt bebyggelse beregnes på baggrund af oplysninger fra oplandskommunerne om afledningsforholdene på de i alt 100 registrerede ukloakerede ejendomme.

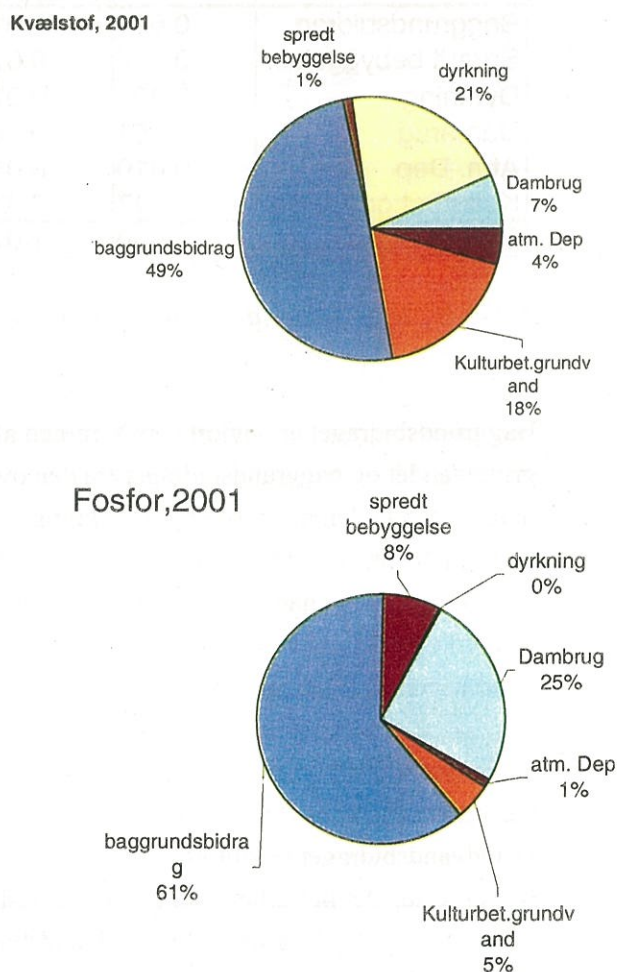
Dyrkningsbidraget beregnes som forskellen mellem den samlede overfladiske afstrømning og summen af baggrundsbidraget fra den overfladiske afstrømning og spredt bebyggelse.

Kvælstof

Baggrundsbidraget og bidraget fra dyrkning udgør de væsentligste kvælstofkilder med h.h.v. 49 og 21% af den samlede tilførsel, mens bidragene fra dambrug og spredt bebyggelse kun udgør en mindre del.

Fosfor

Baggrundsbidraget og bidraget fra dambrug er de væsentligste fosforkilder med hhv. 61 og 25% af den samlede fosfortilførsel, dernæst spredt bebyggelse med ca. 8%.



Figur 4.2.1: Kilder til fosfor- og kvælstoftilførslen til Fårup Sø for 2001.

Vurdering af enkelte kilder

Den atmosfæriske deposition betyder kun lidt for Fårup Sø, svarende til de henholdsvis 1 og 4% for fosfor og kvælstof af de samlede tilførsler.

Udledningen fra dambrugene af fosfor og kvælstof svarer i 2001 til 25 og 7% af den samlede udledning.

Kvælstofbidraget fra dyrkede marker udgør den næststørste kvælstofkilde med i alt 21% af den samlede kvælstoftilførsel, mens bidraget fra spredt bebyggelse kun udgør en mindre del.

Baggrundsbidraget er beregnet til at udgøre 61 og 49% af den samlede fosfor- og kvælstoftilførsel. Baggrundsbidraget er formentlig overvurderet ved anvendelse af naturkoefficienterne, hvilket betyder en underestimering af bidraget fra dyrkning.

Udledning af fosfor fra spredt bebyggelse er beregnet til 74 kg, hvilket betyder, at det beregnede bidrag fra dyrkning kun er på ca. 3 kg. Flere undersøgelser viser imidlertid, at den samlede fosfortilførsel fra mindre vandløb er underestimeret, samtidig med at det er usikkert hvor meget af afstrømningen fra det åbne land, der stammer fra spredt bebyggelse, og hvor meget, der stammer fra dyrkede marker. Det skyldes hovedsageligt tre forhold.

Det ene er, at der på nuværende tidspunkt er betydelig usikkerhed om hvor meget spildevand 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).

Det andet er, at den anvendte koncentration til beregning af baggrundsbidraget formentlig er for højt, hvilket betyder en underestimering af den samlede fosfortilførsel fra det åbne land.

Det tredje er, at fosforafstrømningen i mindre vandløb underestimeres ved overvågningsprogrammets normale prøvetagningsmetode, hvor prøverne udtages punktvis. Dette har ikke alene betydning for beregningen af fosfortilførslen og retensionen i søer, men også for vurderingen af de enkelte kilders relative betydning. 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 være mellem 30 og 60%. Ved at korrigere afstrømning til Fårup Sø med 30% opnås et dyrkningsbidrag på ca. 76 kg, jævnfør tabel 4.2.2.

4.3 Udvikling i næringstilførslen

I dette afsnit gives en beskrivelse af udviklingen af næringsbelastningen fra de væsentligste næringsstofkilder til Fårup Sø.

Punktkilder

Spildevandsudledningen fra punktkilder er i 2001 på 251 kg fosfor og 2262 kg kvælstof, hvilket er ca. 7% mere end gennemsnittet for perioden 1989-2000. I bilag 4.2.4 og 4.2.5 er angivet belastningen af de enkelte punktkilder til Fårup Sø i perioden 1989-2000. Samlet set er der ikke sket en væsentlig 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. Dog er Fårup Sø Dambrug nedlagt og fungerer nu som put-and-take sø uden udledning til Fårup Sø, men belastningen fra Fårup Mølle Dambrug er noget højere end tidligere år.

Grundvand

Grundvandsbidraget er relativt konstant gennem året og over årene. Bidraget i 2001 ligger dog ca. 16% højere end gennemsnittet for 1989-2000.

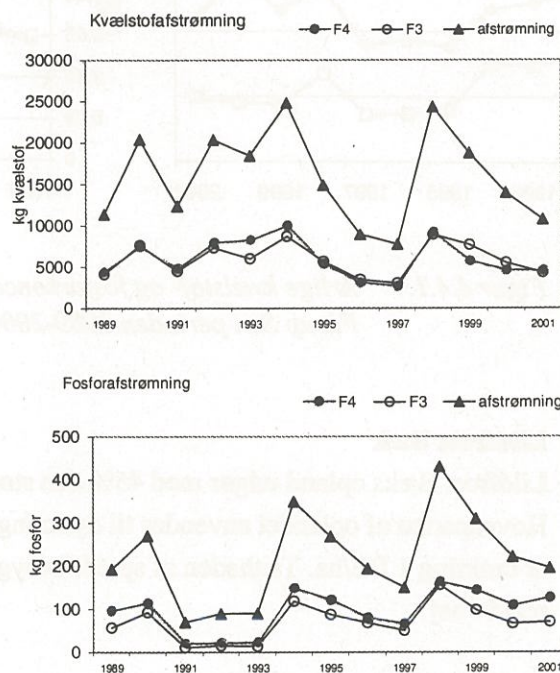
Kvælstof- og fosforafstrømning

Både kvælstof- og fosforafstrømningen afspejler i høj grad ferskvandsafstrømningen. Der er således en god sammenhæng mellem ferskvandsafstrømningen og afstrømningen af både kvælstof og fosfor til søen, således at øget vandafstrømning også medfører øget kvælstof- og fosforafstrømning (Pedersen, L.E., 1999).

Ferskvandsafstrømningen til Fårup Sø var på årsbasis 7% mindre i 2001 i forhold til gennemsnittet for 1989-2000, mens afstrømningen i sommerperioden var 15% større end perioden.

Kvælstofafstrømningen til søen er i 2001 lav med 11.800 kg, hvilket er 34% mindre end gennemsnittet for perioden 1989-2000. Den lavere afstrømning skyldes primært den noget lavere afstrømning i januar til marts samt i november-december. De vandføringsvægtede kvælstofkoncentrationer i begge tilløb til Fårup Sø var lavere i 2001 end i perioden 1989-2000.

Fosforafstrømningen er også i 2001 med 245 kg lav, som følge af den meget lave afstrømning i januar og december, men alligevel 11% større end den gennemsnitlige afstrømning for 1989-2000. Der er ingen signifikant udvikling i fosforafstrømningen i overvågningsperioden. De vandføringsvægtede fosforkoncentrationer for tilløbene var lavere i 2001 end i perioden for 1989-2000.



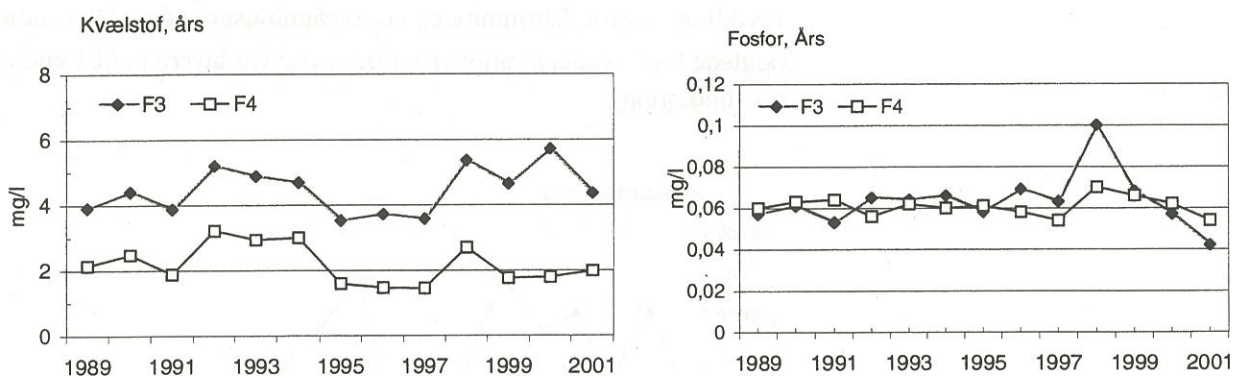
Figur 4.3.1: Samlet afstrømning og afstrømning af kvælstof og fosfor fra tilløbene til Fårup Sø i perioden 1989-2001.

4.4 Belastningen fra de enkelte tilløb til søen

Den procentvise belastning fra de enkelte tilløb til Fårup Sø i 2001 fremgår af tabel 4.4.1, og de vandføringsvægtede middelkoncentrationer på årsbasis fremgår af figur 4.4.1.

Opland	Andel af opland	Andel af vandtransport	Andel af vælstof - transport	Andel af fosfor - transport
	%	%	%	%
Lildfrost Bæk	45	14	13	12
Saksdal Bæk	32	7	13	7
Umålt opland	23	5	9	5

Tabel 4.4.1: Procentvis andel af belastningen fra de enkelte tilløb til Fårup Sø, 2001.



Figur 4.4.1: Årlige kvælstof- og fosforkoncentrationer i tilløbene til Fårup Sø i perioden 1989-2001.

Lildfrost Bæk

Lildfrost Bæks opland udgør med 45% den største andel af oplandet. Hovedparten af oplandet anvendes til dyrkning, og dyretætheden i området er omkring 1 DE/ha. Tætheden af spredt bebyggelse er med 0,18 DE/ha relativ høj.

Lildfrost Bæk er det betydeligste tilløb med hensyn til vandtransport med 14% af den samlede vandtransport til søen. Den største kvælstofafstrømning kom i 2001 fra oplandet til Lildfrost Bæk (F4) med 13,6% af kvælstoftransporten. Tilløbet leverer også størsteparten af fosfortransporten, i alt 12% af den samlede fosfortransport til søen.

Kvælstofkoncentration er på 1,98 mg/l og er i hele perioden 1989-2000 lavere end i Saksdal Bæk. Der er ikke registreret nogen udvikling i kvælstofkoncentrationen. I 2001 er fosforkoncentrationen på 0,054 mg/l og højere end i Saksdal Bæk, men ellers ligger fosforkoncentrationer i de to tilløb nogenlunde på niveau gennem hele perioden. Der er konstateret en mindre stigning i fosforkoncentration på sommerbasis ($P=0,067$).

Saksdal Bæk

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.

Til trods for at oplandsarealet og vandtransporten er mindre i Saksdal Bæk end i Lildfrost Bæk, er kvælstoftransporten på niveau med transporten fra Lildfrost Bæk. Den årlige kvælstofkoncentration var i 2001 på 4,35 mg/l, og koncentrationen er over alle årene betydeligt højere i Saksdal Bæk end i Lildfrost Bæk. Der kan konstateres en mindre stigning i kvælstofindholdet fra Saksdal Bæk i sommerperioden, som er signifikant ($P=0,07$).

Fosforindholdet er gennem perioden 1989-2000 på niveau med koncentrationen i Lildfrost Bæk, og der er ikke konstateret nogen udvikling over perioden.

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. Stigningen i sommer-kvælstofindholdet i Saksdal Bæk tyder på øget udvaskning fra markerne.

Det antages, at forbedringer af rensningen af husspildevandet på de enkelte ejendomme på nuværende tidspunkt er begrænsede. Det er dog bemærkelsesværdigt, at der er en mindre stigning i sommer-fosforindholdet på Lildfrost Bæk (sommer). En mulig forklaring kan være, at jorden er mættet med fosfor, hvorved fosfor 'lettere' udvaskes ved selv mindre regnhændelser eller ændrede dyrkningsforhold. Udvaskning 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 grundvand, dambrug, dyrkede marker og spredt bebyggelse er de væsentligste kvælstof- og fosforkilder til Fårup Sø.
- Der kan ikke konstateres en udvikling i de enkelte kilders udledning af kvælstof og fosfor til Fårup Sø.
- En mindre øgning af kvælstofindholdet i Saksdal Bæk (sommer) og i fosforindholdet i Lildfrost Bæk om sommeren tyder på øget udvaskning i oplandet fra bl.a. landbrugsdriften.

Statistisk bilag

Statistisk bilag til rapporten om miljøet i Fårup Sø, 2001. Bilaget indeholder data om vandets kemiske og fysiske tilstand, samt data om de biologiske forhold i søen. Dataene er indsamlet i løbet af sommeren 2001 og er baseret på målinger og prøvetagninger i søen.

I forbindelse med undersøgelsen af miljøet i Fårup Sø, er der foretaget en række målinger og prøvetagninger. Disse er beskrevet i det følgende. Målingerne er foretaget i løbet af sommeren 2001 og er baseret på data indsamlet i søen. De biologiske forhold i søen er også beskrevet i det følgende.

De fysiske forhold i søen er beskrevet i det følgende. De kemiske forhold i søen er også beskrevet i det følgende. De biologiske forhold i søen er beskrevet i det følgende.

De fysiske forhold i søen er beskrevet i det følgende. De kemiske forhold i søen er beskrevet i det følgende. De biologiske forhold i søen er beskrevet i det følgende.

De fysiske forhold i søen er beskrevet i det følgende. De kemiske forhold i søen er beskrevet i det følgende. De biologiske forhold i søen er beskrevet i det følgende.

5. Vand- og stofbalance

5.1 Vandstand og vandbalance

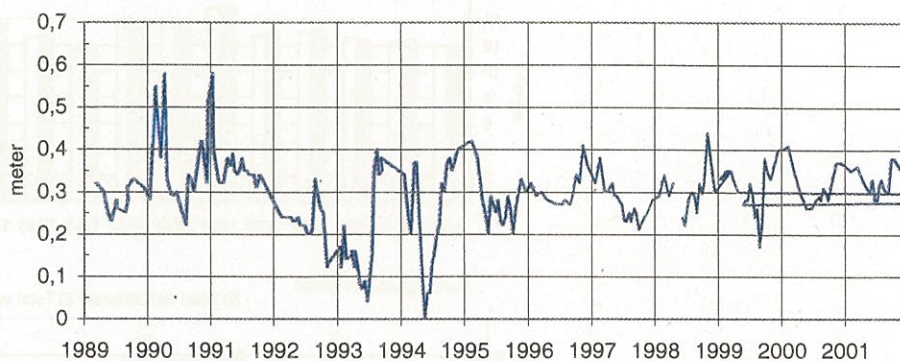
Vandstand

Højeste og laveste vandstand (lokalvandstand) i søen i 2001 er henholdsvis 0,38 m og 0,28 m. De største vandstandsændringer ses i sommerperioden dels som et fald i den tørre sommerperiode juni-august for derefter at stige jævnt resten af året på grund af de efterfølgende større mængder nedbør, figur 5.1.1. Middelvandstanden over året er 0,33 m.

Vandstanden har siden 1940'erne og indtil 1995 været reguleret af et stemmeværk ved søens afløb. Vandstanden i søen har derfor tidligere udvist store variationer over året som følge af reguleringen. Retten til at regulere afløbet ophørte fra sommeren 1995. Stemmeværket er nu indrettet med en fast overløbskant, hvilket betyder, at vandspejlet nu varierer mere naturligt afhængig af afløbsmængden.

Middelvandstanden over året stiger fra 0,14 m til 0,3 m som middel i perioderne 1989-95 til 1996-2001, mens forskellen mellem minimum- og maksimumvandstanden i disse perioder er faldet 0,31 m til 0,17 m.

Vandstand i Fårup Sø



Figur 5.1.1: Vandstanden i Fårup Sø, 1989-2001.

Vandbalance

Årsbalancen for 2001 er angivet i tabel 5.1.1 og for perioden 1989-2001 i bilag 4.1.3. Udviklingen i årsbalancen i 1989-2001 er desuden vist i figur 5.1.2.

Den samlede vandtilførsel til søen i 2000 er på 13,64 mill. m³, hvilket er på niveau med sidste år, men lidt større end gennemsnittet for 1989-2000. På grund af den store nedbørsmængde i september og afstrømning i oktober til december er der samlet set en positiv opmagasinering i 2001.

Vandbalance (mill. m ³)		
2001	Års	Sommer
Total vandtilførsel	13,64	5,28
Vandfraførsel	13,08	4,79
Fordampning	0,56	0,43
Total Vandfraførsel	13,69	5,21
Magasinerings	-0,045	0,006
Vandets opholdstid		
År	0,41	0,45
Dage	151	164

Table 5.1.1: *Vandbalance i Fårup Sø, 2001.*

On account of the large and constant contribution from groundwater the variation of the total water input over the year is controlled. The large outflow in September still passes through the total summer water input. The variation over the years is accordingly small.

The water residence time is in 2001 on an annual basis 0,41 years, corresponding to 151 days, which is one of the fastest throughflows, that is registered in the monitoring period. Otherwise the year-to-year variation in the lake's residence time is accordingly small.

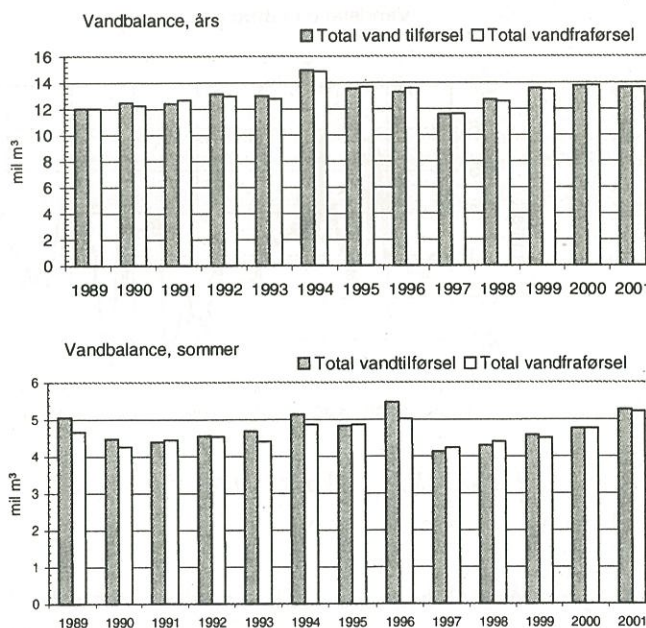


Figure 5.1.2: *Water input and output on annual and summer basis in Fårup Sø in the period 1989-2001.*

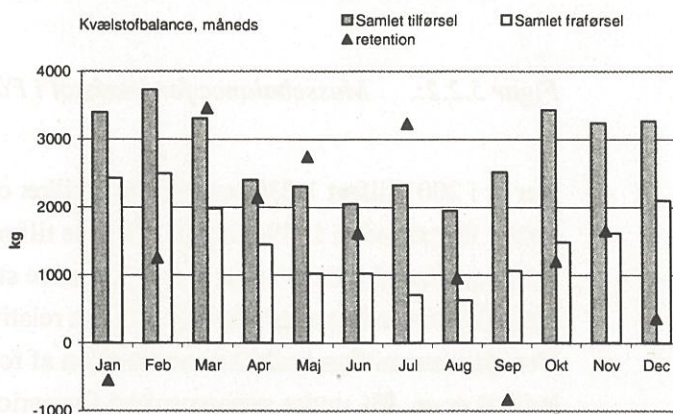
5.2 Kvælstof-, fosfor- og jernbalance

Kvælstof

Der bliver i 2001 tilført i alt 33,902 tons kvælstof, hvilket er mindre end de tre foregående år, og 13% mindre end gennemsnittet for perioden 1989-2000. Den største tilførsel sker i årets første måneder (januar-marts) og sidste måneder (november-december). Indløbskoncentrationen, som middel over året og sommer, er på henholdsvis 2,49 mg/l og 2,61 mg/l. Der er et signifikant fald i både sommer- og årsindløbskoncentrationen ($P=0,014$ og $0,0025$).

2001	Sommer	Året
Samlet tilførsel, ton/år	11,140	33,902
Samlet fraførsel, ton/år	4,445	17,993
Magasinering	-1,318	-1,019
Retention	17,227	7,708
Indløbskonc., mg/l	2,610	2,490
Udløbskonc. mg/l	1,380	1,320

Tabel 5.2.1: Årsbalance for kvælstof i Fårup Sø, 2001.

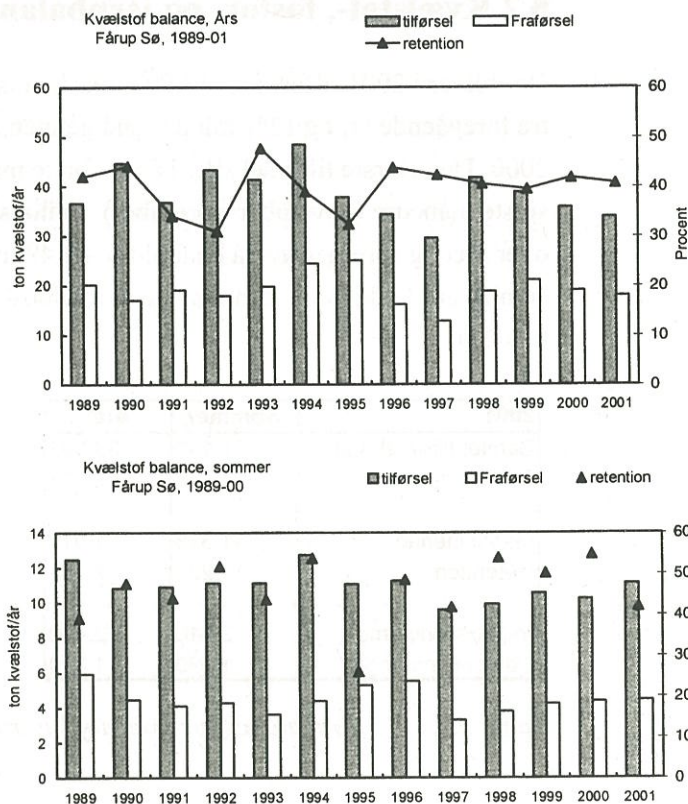


Figur 5.2.1: Månedsbalance for kvælstof i Fårup Sø, 2001.

Udviklingen i den samlede tilførsel afhænger dels af variationen i grundvandsbidraget og afstrømningen. 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 grundvandsmagasiner, og bidraget til søen fra grundvandet faldt.

Grundvandsbidraget stiger derefter fra 1998 til 2001. 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 2001 tilbageholdt 17,97 tons, svarende til en relativ fjernelse på 41%. Den relative fjernelse om sommeren er i 2001 på 42%.



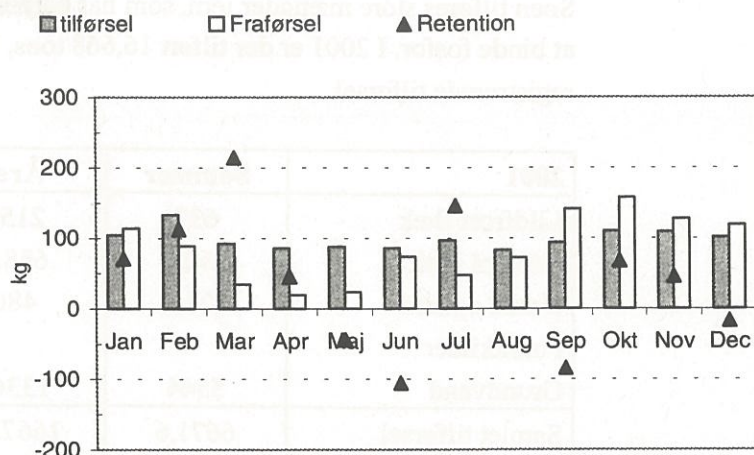
Figur 5.2.2: Massebalance for kvælstof i Fårup Sø, 1989-2001.

Fosfor

Der er i 2001 tilført 1,030 tons fosfor, hvilket er på niveau med gennemsnittet for perioden 1989-2000. De største tilførsler af fosfor forekommer først og sidst på året. På grund af det relative store og konstante grundvands-tilskud varierer den samlede tilførsel kun relativt lidt over årene, figur 5.2.4. Den gennemsnitlige indløbskoncentration af fosfor er i 2001 på 0,76 mg/l, hvilket er ca. 9% under gennemsnittet for perioden 1989-2000. Der er ingen signifikant ændring i fosfortilførslen eller i indløbskoncentrationen.

2001	Sommer	Året
Samlet tilførsel,	0,372	1,031
Total fraførsel	0,357	1,018
Indløbskonc, mg/l	0,070	0,076
Udløbskonc, mg/l	0,069	0,075
Magasinering	0,647	0,107
retention	-0,632	-0,093

Tablet 5.2.2: Års- og sommerbalancen for fosfor (ton) i Fårup Sø, 2001.

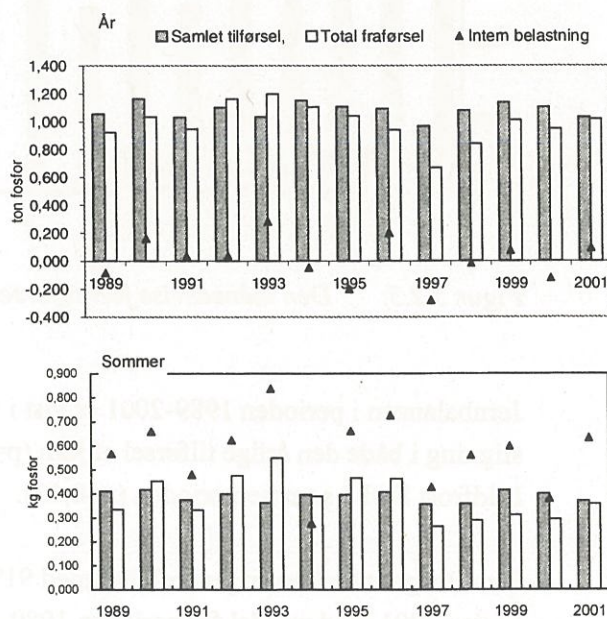


Figur 5.2.3: Månedsbalancen for fosfor i Fårup Sø, 2001.

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. Samlet set over året løber der dog mindre fosfor ud af søen (1017 kg), end der tilføres. Søen tilbageholder i alt 13 kg fosfor i 2001. Fra august til september frigives en del fosfor fra sedimentet.

Der kan ikke konstateres nogen sammenhæng mellem opholdstid i søen og tilbageholdelsen af kvælstof/fosfor, hvilket skyldes, at søen ikke er i ligevægt med den nuværende tilførsel bl.a. på grund af frigivelse fra sedimentet.

Udløbskoncentrationen er i 2001 på 0,075 mg/l, hvilket er på niveau med gennemsnittet for 1989-2000 og lavere end indløbskoncentrationen.



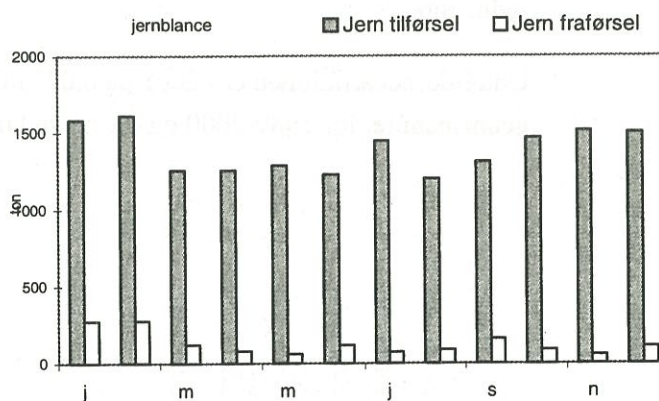
Figur 5.2.4: Massebalance for fosfor i Fårup Sø, 1989-2001.

Søen tilføres store mængder jern, som har betydning for sedimentets evne til at binde fosfor. I 2001 er der tilført 16,668 tons, hvilket er den største registrerede tilførsel.

2001	Sommer	Året
Lildfrost Bæk	637	2159
Saksdal Bæk	168,8	668,5
Umålt opland	121,2	480
Punktkilder		
Grundvand	5544	13364
Samlet tilførsel	6671,6	16672,6
Samlet fraførsel	501,5	1509
Tilbageholdelse i %	5788	15076,8
	82,3	87,2
Indløbskonc. mg/l	1,22	1,2
Udløbskonc. mg/l	0,12	0,1

Tabel 5.2.5: Års- og sommerbalance af jern i Fårup Sø, 2001.

Månedsbalancen for jern i 2001 er vist i bilag 4.2.9 og illustreret i figur 5.2.5. Den månedlige jerntilførsel udviser, ligesom i 1999, en større variation end set de tidligere år. Der er således en større jerntilførsel i januar og december som følge af den større ferskvandsafstrømning i disse måneder.

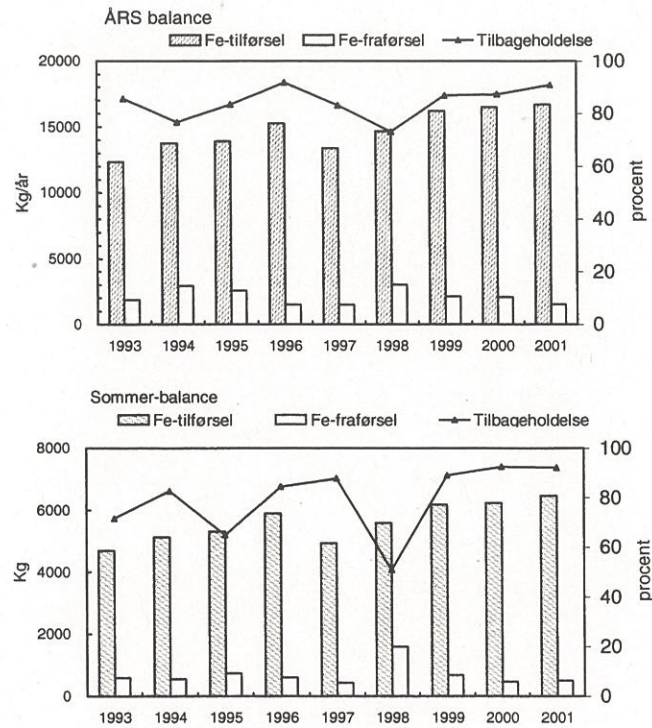


Figur 5.2.5: Den månedsvise jerntilførsel i Fårup Sø, 2001.

Jernbalancen i perioden 1989-2001 er vist i figur 5.2.6. Der er en signifikant stigning i både den årlige tilførsel af jern ($p=0,0017$) og tilførslen fra Lildfrost Bæk i sommerperioden ($p=0,13$).

Jerntilbageholdelsen er generelt høj med 91% og 92% på års- og sommerbasis i 2001 mod middel for perioden 1989-2000 på henholdsvis 84% og 78%.

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 f.eks. i 1998 og til dels i 1995.



Figur 5.2.6: Jernbalancen i Fårup Sø i perioden 1989-2001.

Information for the public is provided in the form of a public information brochure, which is available in Danish, English and German. The brochure is available at the following addresses:



6. Udviklingen i miljøtilstanden

I dette afsnit foretages en status for miljøtilstanden i 2001 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 1989-2001. Testen foretages ved en lineær regression, og ændringer vurderes som signifikante ved $P < 0,05$.

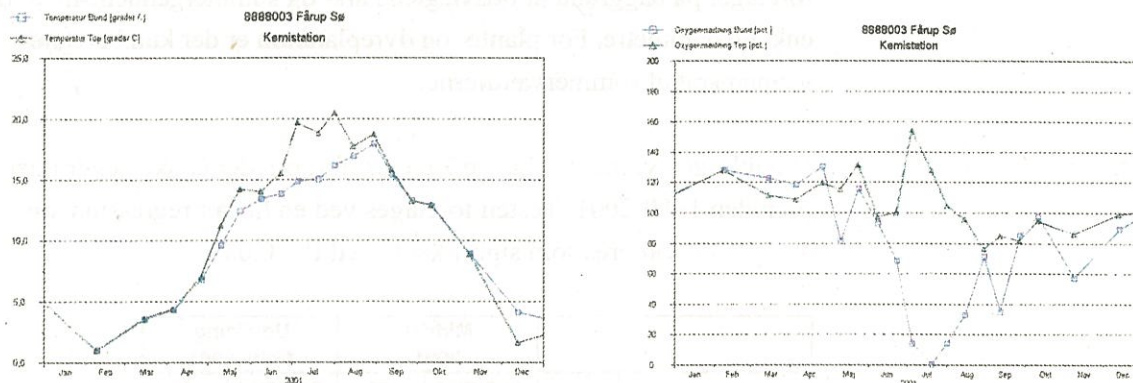
		Middel 2001		Udvikling 1989-2001	
		sommer	år	sommer	år
Søvand					
Sigtd.	m	2,93	3,15	+++	+++
pH		8,21	8,15	--	--
Klorofyl	mg/l	0,015	0,012	-	-
Total fosfor	mg/l	0,077	0,077	-	-
Filt. uorg. fosfor	mg/l	0,032	0,045		
Total kvælstof	mg/l	0,99	1,32		
Uorg. kvælstof	mg/l	0,58	1,02		
Ammonium	mg/l	0,10	0,07		
Nitrit- nitrat-N	mg/l	0,48	0,95		
Sili cium	mg/l	8,9	12,5	+	+
Total- jern	mg/l	0,11	0,10		
Alkal.	meq/l	2,02	2,28		
Susp. stof	mg/l	4,15	3,43		-
Gløde- tab	mg/l	2,51	2,05	-	-
COD	mg/l		2,19		-

Plantep plankton					
Kiselalger	µg ww/l	1,090		--	
Blågrøn- alger	µg ww/l	0,390			
Grønalger	µg ww/l	0,040			
Rekylalger	µg ww/l	0,18			
Furealger	µg ww/l	0,00			
Stilkalger	µg ww/l	0,00			
Ubestemte	µg ww/l	0,00			
Total- biomasse	µg ww/l	1,7		--	
Dyreplankton					
Hjuldyr		21,00		--	
Cladoceer		29,00			
Calanoide copepoder		40,00		-	
Cyclopoide copepoder		45,00			
Total- biomasse		135,00		--	

Tabel 6.1: Tidsvægtede års- og sommergennemsnit af fysiske, kemiske parametre og plante- og dyreplankton i Fårup Sø, 2001 (-/+)/(--/++)/(--/++) angiver signifikant fald/stigning ved ($P < 0,05$)/($P < 0,001$)/($P < 0,001$).

6.1 Ilt og temperatur

Temperaturen i overfladevandet stiger fra 3,5° C i marts til 20,5° C den 31. august.



Figur 6.1.1: Temperatur og ilt i top- og bundvand i Fårup Sø, 2001.

En forholdsvis varm maj måned efterfulgt af en kølig juni og endelig en varm juli måned fik betydning for forholdene i Fårup Sø. Der blev målt et lille fald i temperaturen ned gennem vandsøjlen, som dog blev brudt i juni måned. Den varme juli betød, at temperaturen steg markant, og i hele juli måned blev der målt temperaturlagdeling. Ved målingen den 14. august var lagdelingen totalt brudt.

Iltforholdene i overflade- og bundvand er gode fra årets start og frem til juli. Dog ses et mindre fald i iltindholdet i starten af maj, hvor der ved bunden blev målt 9-11 mg/l mod ca. 13 mg/l i overfladevandet. Temperaturlagdeling af vandmasserne i juli betyder, at vandets indhold af ilt falder til under 2 mg/l fra 8 m's dybde den 19. juli. Efter omrøring af vandmasserne i august bliver der igen tilført ilt til bundvandet.

Perioden med lagdeling af vandmasserne i Fårup Sø er således forholdsvis lang i 2001. Længerevarende temperaturlagdelinger i søen hører til sjældenhederne, idet søen på grund af den øst-vestvendte udstrækning er meget vindeksponeret.

6.2 Kvælstof, fosfor og øvrige parametre

Kvælstof

Kvælstofindhold i 2001

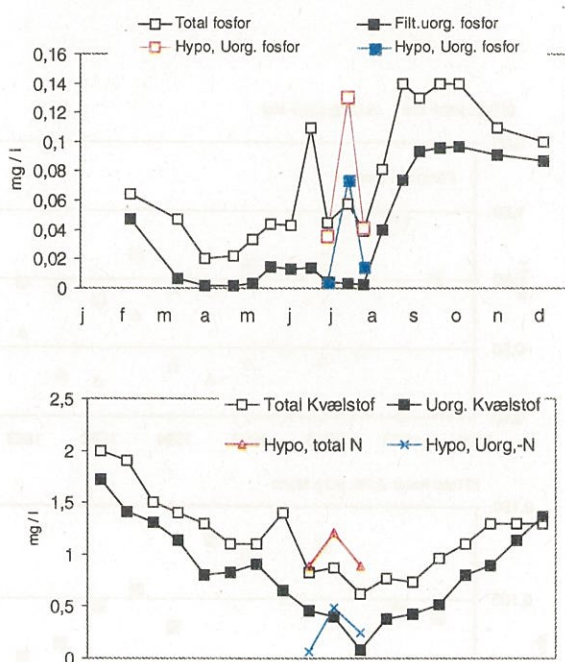
Årsmiddelkoncentrationen af totalkvælstof er på 1,32 mg/l og sommermiddel er på 0,987 mg/l. Års- og sommermiddel af uorganisk kvælstof er på niveau med 1998, men betydeligt højere end i 1996 og 1997.

De højeste koncentrationer af kvælstof optræder i vintermånederne, figur 6.2.1. Om sommeren optages en stor del af nitraten i planteplanktonet eller fjernes ved denitrifikation. Den totale mængde kvælstof i vandoverfladen falder således gennem sommeren. Under temperaturlagdelingen i juli afgives ammonium og nitrat til hypolimnion fra søbunden, som efterfølgende opblandes i hele vandsøjlen. Den samlede kvælstofmængde stiger herefter resten af året som følge af konstant tilførsel fra grundvand og afstrømning. Mængden af uorganisk kvælstof har ikke på noget tidspunkt i 2001 været begrænsende for algevæksten.

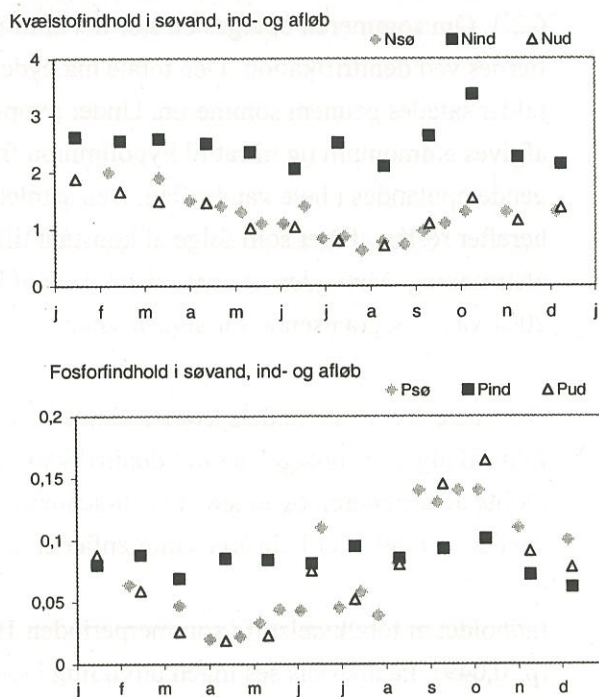
Over hele året er søvandets kvælstofindhold lavere end indløbsvandet som følge af algernes optagelse samt denitrifikation, figur 6.2.2. Forskellen øges i løbet af sommeren og er størst i juli-september. Kvælstofindholdet i søvandet og afløbet er hele året sammenfaldende.

Udvikling i søvandets indhold af kvælstof

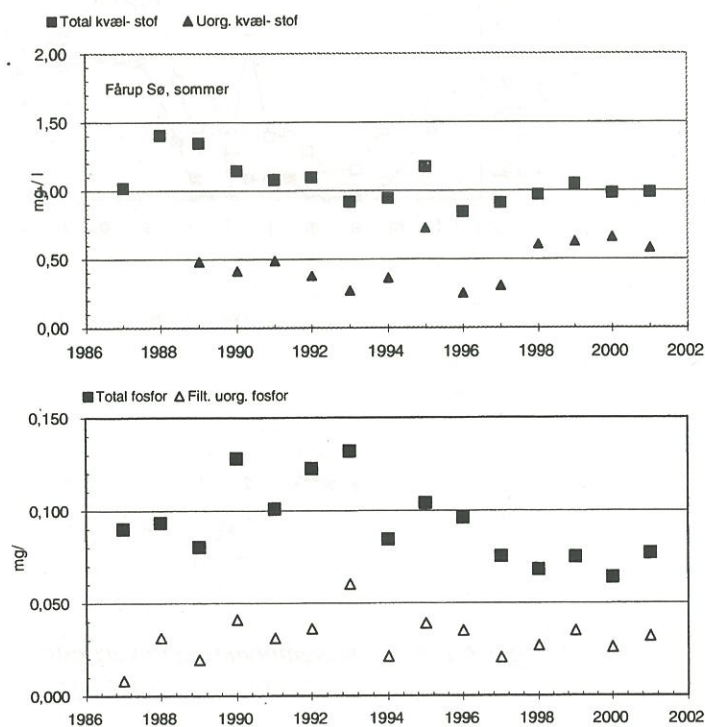
Indholdet af totalkvælstof i sommerperioden 1989-2000 falder signifikant ($p=0,049$). På årsbasis ses ingen udvikling i søvandets kvælstofindhold. Det observerede fald i sommerindholdet af kvælstof må tilskrives interne processer i søen, som bl.a. færre alger.



Figur 6.2.1: Sæsonudvikling i overfladevandets indhold af fosfor og kvælstof i Fårup Sø, 2001.



Figur 6.2.2: Sæsonudvikling i søvandets, indløb- og udløbsvandets indhold af kvælstof og fosfor i Fårup Sø i 2001.



Figur 6.2.3: Indholdet af kvælstof og fosfor i sommerperioden i søvandet i Fårup Sø i perioden 1989-2001.

Fosfor

En sommermiddel af totalfosfor på 0,077 mg/l i 2001 er på samme lave niveau som fosforindholdet de seneste år (1997-2000), og middelinholdet af uorganisk fosfor på 0,032 mg/l er også lavt. Indholdet af totalfosfor er ved årets begyndelse i 2001 lav 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.

Mængden af uorganisk fosfor falder i takt med algernes optagelse, og indholdet af uorganisk fosfor er i april så lavt (0,002 mg/l), at det er begrænsende for algernes vækst. Mængden af uorganisk fosfor stiger til 0,058 mg/l i slutningen af maj som følge af opblanding af vandmasserne. Det passer fint med, at der primo maj registreres en begyndende mineralisering (faldende iltindhold ved bunden). Den frigjorte fosfor er således ført op i epilimnion i forbindelse med opblandingen. Det ekstra tilskud kommer fra mineraliseret organisk stof i forbindelse med omrøring af vandmasserne. Herefter følger en periode, hvor den nytillførte fosfor optages af algerne i juni. Springlagsdannelsen i juli resulterer i en frigivelse af en større mængde fosfor til bundvandet.

Koncentrationen af især uorganisk fosfor stiger meget i løbet af august og september, som følge af frigivelse fra sedimentet. Det meste fosfor forbliver på uorganisk form og bliver således ikke indbygget i algebiomassen, formentlig fordi dyreplanktonet er i stand til holde algerne nede.

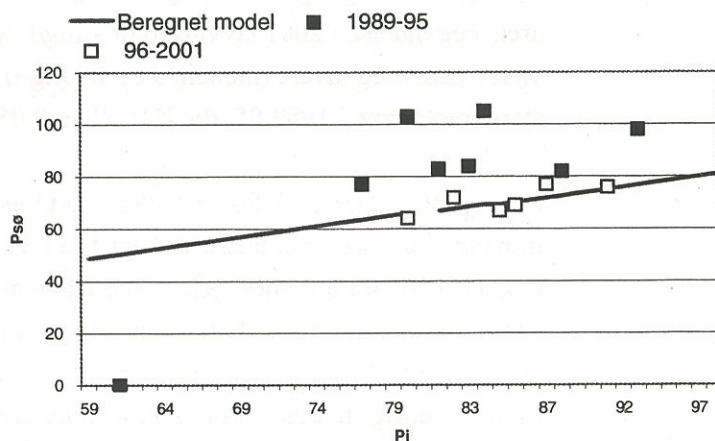
Fra årets start og hen til august, dog juni undtaget, er indløbskoncentrationen højere end søkoncentrationen, figur 6.2.4. I juni samt fra august/september til oktober er søkoncentrationen den højeste som følge af intern frigivelse fra søbunden. Udløbskoncentration er i hele perioden lidt mindre end søkoncentrationen.

Udviklingen

Til trods for store udsving er fosforindholdet som sommer- og årsmiddel faldet signifikant i perioden 1989-2001 ($p = 0,011 / 0,018$).

Der er 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 vandremusling i Fårup Sø har påvirket algemængden og dermed også fosforniveauet i søen. Den økologiske balance i søen er ikke stabil.

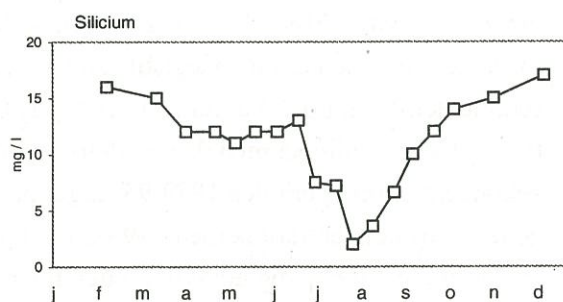


Figur 6.2.4: Relation mellem den årlige fosfor-indløbskoncentration og den gennemsnitlige årlige søvandskoncentration. Der er skelnet mellem værdier i perioden 1989-95 og 1996-2001. Den anvendte model 12 (Kristensen et al, 1990) $Psø = Pi (1 - (0,11 + 0,18 * TW)) / (1 + 0,18 * TW)$, hvor tw er vandets opholdstid, Pi = den årlige fosfortilførsel/årlig tilført vandmængde og $Psø$ = gennemsnitlige årlige totalconcentration i søvandet.

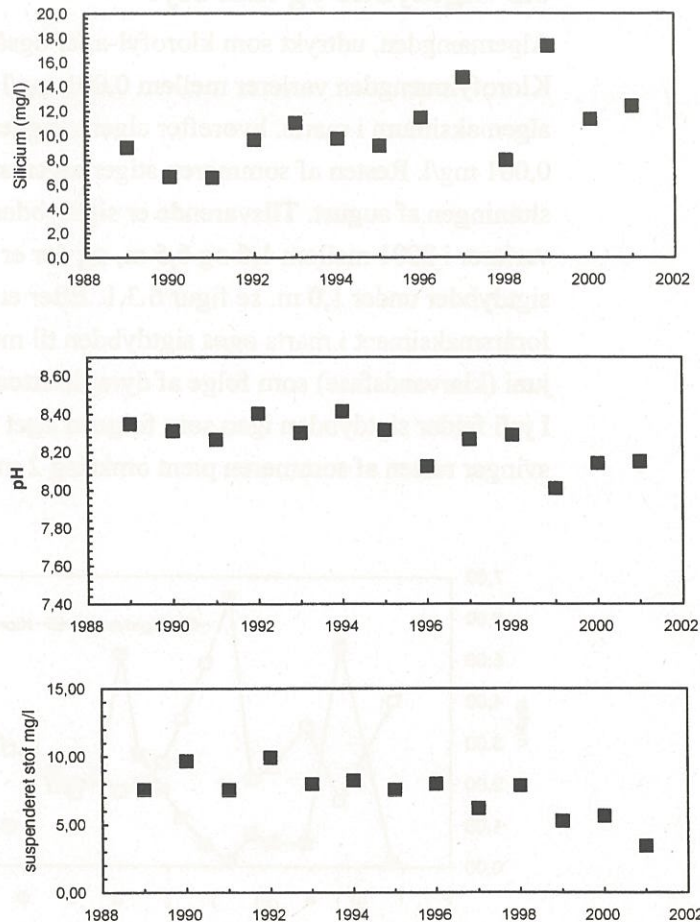
Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

Mængden af silicium i søvandet er høj fra starten af året, 16 mg/l, og falder i takt med algernes optagelse indtil maj, hvor der igen tilføres silicium fra mineralisering af kiselalger. Siliciumkoncentrationen falder til et minimum sidst i juli og stiger 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 sidst i juli og i august så lav, at det kan have været begrænsende for væksten af kiselalger.



Figur 6.2.5: Sæsonvariation i siliciumindholdet i Fårup Sø i 2001.



Figur 6.2.6: Årsmiddelt af silicium, pH og suspenderet stof i Fårup Sø, 1989-2001.

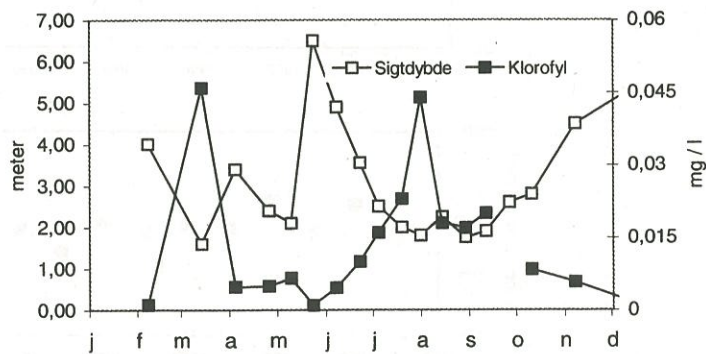
Års- og sommergennemsnittet af silicium i 2001 er på 12 og 8,87 mg/l, hvilket er lidt større end i 2000. Middelkoncentrationer af silicium har især de seneste 4 år svinget meget, som følge af ændringer i algesammensætningen. Siliciumindholdet stiger signifikant både på års- og sommerbasis ($p=0,03/0,036$), 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 forekommer i længere sammenhængende perioder. I 2001 varierer pH mellem 7,7 og 8,85. Års- og middelårs pH er henholdsvis 8,15 og 8,21. Der er et signifikant fald i pH, både som års- og sommermiddel, ($P=0,002/0,0075$). Derudover ses også et fald i det årlige gennemsnit af suspenderet stof ($P=0,005$).

Konklusion

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

6.3 Sigtdybde og klorofyl

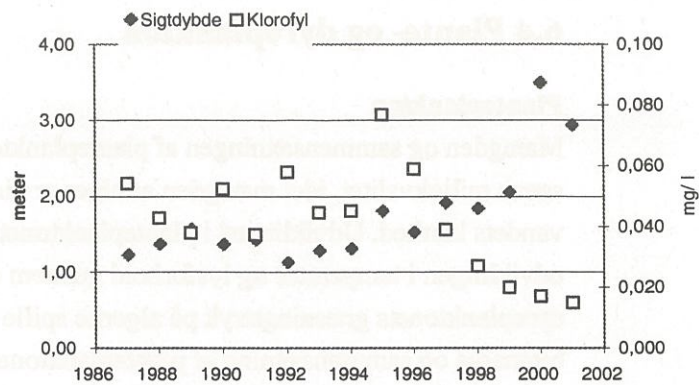
Algemængden, udtrykt som klorofyl-a, er også i 2001 lav gennem hele året. Klorofylmængden varierer mellem 0,001 mg/l og 0,046 mg/l. Der er et algemaksimum i marts, hvorefter algemængden falder til et minimum på 0,001 mg/l. Resten af sommeren stiger algemængden til et maksimum i slutningen af august. Tilsvarende er sigtdybden generelt høj. Sigtdybden varierer i 2001 mellem 1,6 og 6,5 m, og der er ligesom i 2000 ikke målt sigtdybder under 1,0 m, se figur 6.3.1. Efter et dyk i sigtdybden under forårsmaksimaet i marts øges sigtdybden til mellem 4,9 og 6,5 m i maj og juni (klarvandsfase) som følge af dyreplanktonets græsning på algerne. I juli falder sigtdybden igen som følge af øget algevækst, men sigtdybden svinger resten af sommeren pænt omkring 2 m.



Figur 6.3.1: Sæsonudvikling af sigtdybde (m) og klorofyl (mg/l), 2001.

En års- og sommermiddel af klorofyl-a på hhv. 0,012 og 0,015 mg/l er det laveste, der er registreret i overvågningsperioden. Tilsvarende er sigtdybden med års- og sommermiddel på hhv. 3,15 og 2,93 m blandt de højest registrerede. Sommersigtdybden har i 1997-2001 ligget mellem 1,91 og 3,5 m, hvilket er markant højere end i perioden 1989-94, hvor sommersigtdybden lå mellem 1,12 og 1,56 m.

Der er et signifikant fald i den gennemsnitlige mængde klorofyl (alger) i overvågningsperioden, for års- og sommermiddel er P-værdien 0,0002 og 0,01. Der er en tilsvarende signifikant stigning i års- og sommersigtdybden i perioden 1989-2001 ($P=0,0003/0,0009$) som følge af meget lave algebio-masser de seneste år.



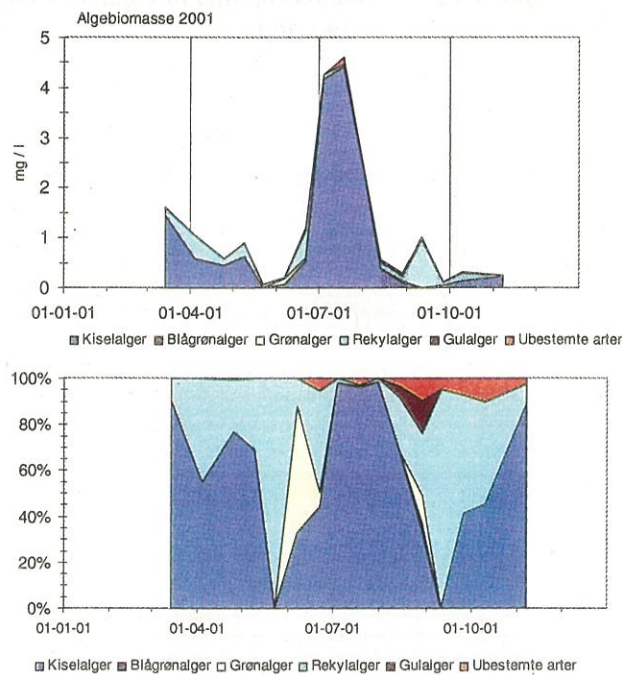
Figur 6.3.2: Sommermiddelværdier af sigtddybde (m) og klorofyl (mg/l) i perioden 1989-2001.



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.

Sæsonudvikling, 2001

Sæsonvariationen af planteplanktonbiomassen fordelt på de enkelte grupper samt deres procentvise andel af den totale biomasse i 2001 ses af figur 6.4.1. Den største algebiomasse er på 4,6 mg/l, og biomassen varierer resten af året mellem 0,07 - 4,26 mg/l. Den gennemsnitlige sommerbiomasse (maj - september) er i 2001 på 1,42 mg/l, hvilket er den absolut laveste i overvågningsperioden.

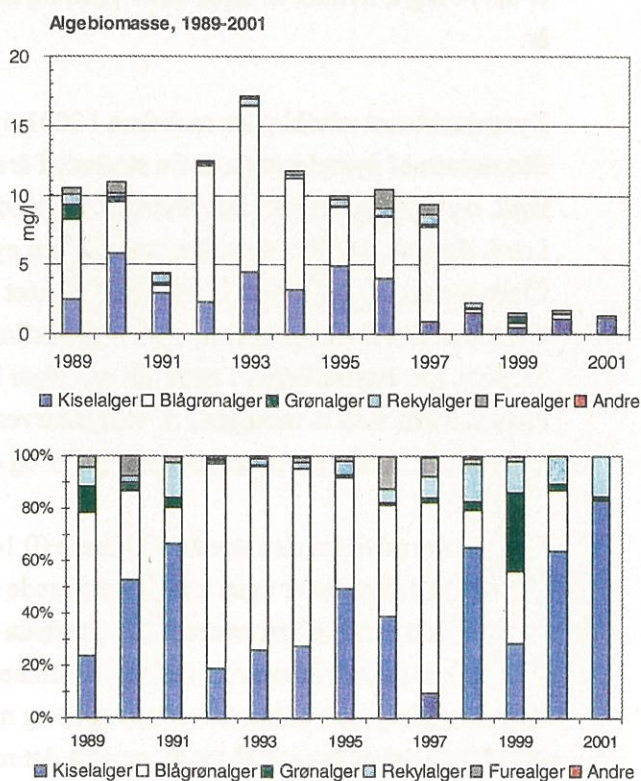
Planteplanktonets biomasse er i 2001, ligesom i 1999 og 2000, gennem hele sæsonen generelt lavere end de øvrige år. Planteplanktonet udvikler tre maksimum i løbet af perioden, april, juli og august. Der udvikledes et mindre forårsmaksimum i marts (1,6 mg/l) med totaldominans af små centriske kiselalger.

Fra midt i maj til midt i juni er algebiomassen meget lille mellem 0,08 og 0,6 mg/l og med skiftende dominans af centriske kiselalger og grønalgekolonier. Der udvikles et maksimum i juli, som overvejende består af kiselalgen *Melosira granulata var. angustissima*. Et mindre maksimum udvikles i september (1,1 mg/l), som består af rekylalger, primært *cryptomonas sp.* og i mindre grad *Rhodomonas sp.* Resten af året er biomassen lav (0,12 - 0,32 mg/l) og består af især *centriske kiselalger* og *Cryptomonas* arter. Blågrønalger forekommer sporadisk i perioden juli til september, men i ubetydelige mængder.

Udviklingen i algesamfundet i perioden 1989-2001

Plantep planktonets biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit for sommerperioden maj-september fra 1989-2001 ses i figur 6.4.2.

I 1998 - 2001 har algebiomassen i Fårup Sø været ekstrem lille og dermed også meget lavere end de øvrige år. Den gennemsnitlige sommeralgebiomasse på 1,41 mg/l i 2001 er det laveste, der er registreret i hele perioden. Kun i 1998 - 2000 var biomassen tilnærmelsesvis lav, 1,51 - 2,29 mg/l, mens gennemsnittet for de øvrige år har varieret mellem 9,4 og 17,3 mg/l. Den maksimale biomasse under maksimum er også den laveste i 2001 med 4,5 mg/l. Til sammenligning har de højeste biomasser de øvrige år varieret mellem omkring 20 mg/l i 1990, 1995 og 1996 og 40-50 mg/l i 1989, 1992-94 og 1997.



Figur 6.4.2: Den gennemsnitlige sommerbiomasse som absolutte og relative værdier, fordelt på algegrupper i Fårup Sø i perioden 1989 - 2001.

Den lave algebiomasse i perioden 1998 - 2001 kan primært tilskrives en lavere udvikling i blågrønalger og dernæst kiselalgerne. Blågrønalgerne har de fleste år domineret sommerplanktonet og har i nogle år udgjort 60-77% af den samlede biomasse. I 2001 udgør blågrønalger 0,1% af den samlede sommerbiomasse, hvilket også er lavere end i 1998 - 2000, hvor blågrønalgernes andel udgjorde mellem 13 og 27%. Kiselalgerne dominerer sommerplanktonet med 81%, mens grønalger kun udgør en mindre del, 2,5%.

Udvikling i algebiomasse Den samlede algebiomasse er faldet markant i perioden 1989 - 2001, og faldet er signifikant ($P = 0,0082$). Faldet er dog ikke sket jævnt men skyldes mest, at algemængden har været dramatisk lavere de seneste tre år. Kun i 1991 var der en nogenlunde tilsvarende lav algebiomasse. Faldet i algebiomasse er udtryk for et signifikant fald i mængden af kiselalger ($P = 0,0087$) og blågrønalger ($P = 0,017$).

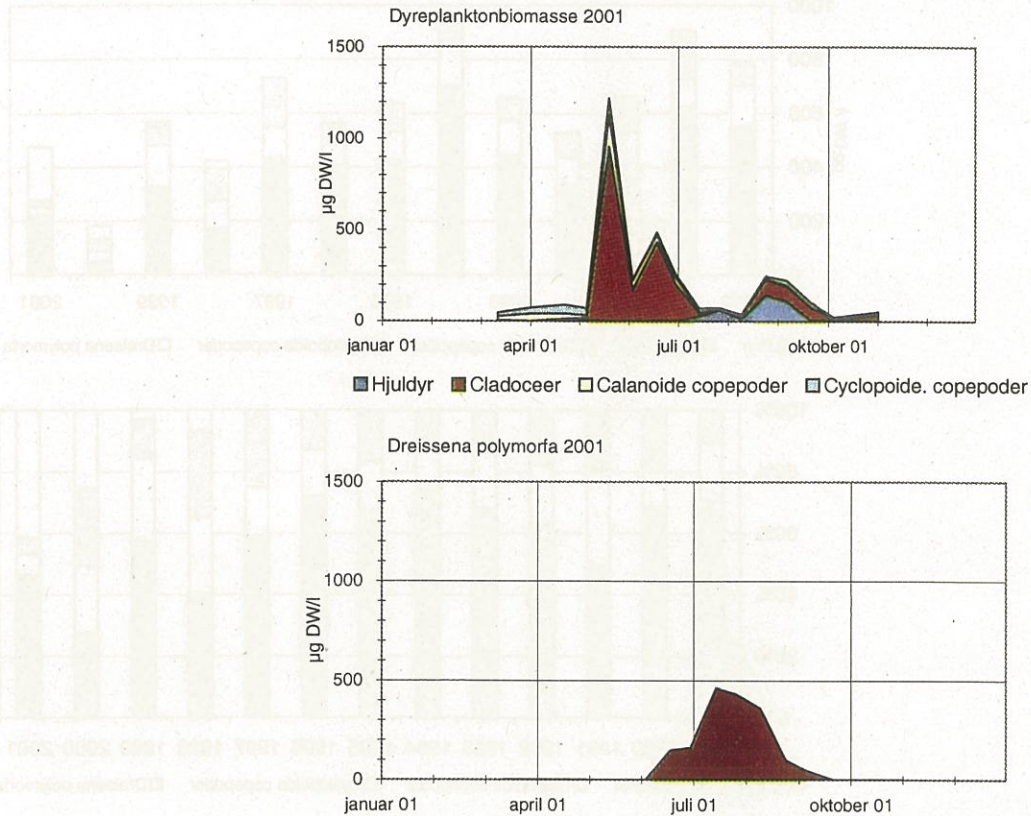
Dyreplankton

Sæsonudvikling 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 i opgørelsen af årets dyreplankton. Den totale dyreplanktonbiomasse i 2001 varierer mellem laveste på 0,021 mg Dw i oktober og den højeste på 1,2 mg Dw i maj. Den gennemsnitlige sommerbiomasse i (maj - september) er 0,474 mg/l, hvilket er mere end i 1998 og 2000, men mindre end de øvrige år.

Dyreplanktonet udvikler tre maksima i 2001, i maj, juni og september. Biomassen af dyreplankton er fra starten af året (marts) meget lav, 0,044 mg/l, og består af copepoder. Dyreplanktonbiomassen øges til et maksimum i maj, der mest består af cladoceer (78%) og cycl.copepoder (22%). Cladoceerne udgør hovedparten af maksimaet i juni og aftager herefter til et minimum i juli. Veligerlarver af vandremuslingen registreres første gang den 22. juni. Larverne tiltager i mængde og udgør hovedparten af maksimaet i august. I takt med at mængden af veligerlarver aftager i slutningen af august og september, tiltager mængden af hjuldyr og cladoceer.

Hjuldyrene udvikler den største biomasse (0,143 mg/l) sidst i august/september, men hjuldyrene er også relativt betydende i oktober med 43% af den samlede biomasse. Cladoceerne med *Daphnia* sp. som dominerende art udvikler de største biomasser under maksimaet i juni, men udgør med enkelte undtagelser af marts - primo april og midt juli og august en betydende del af dyreplanktonet gennem det meste af året. Cal.copepoder udvikler de største biomasser i maj, med *Eudiapomus* sp. som mest betydende art, men forekommer kun i ubetydelige mængder fra august og året ud.

Cycl. copepoder, (cyclops sp.) er mest betydende først på året med største forekomst under maj-maksimaet og i mindre grad også i august/september. Veligerlarverne af vandremuslingen optræder i prøverne fra 22. juni til 11. september med et tydeligt maksimum den 19. juli.



Figur 6.4.3: Biomassen af dyreplankton og *Dreissena polymorpha* i Fårup Sø, 2001.

Udviklingen i dyreplanktonsamfundet i perioden 1989-2001

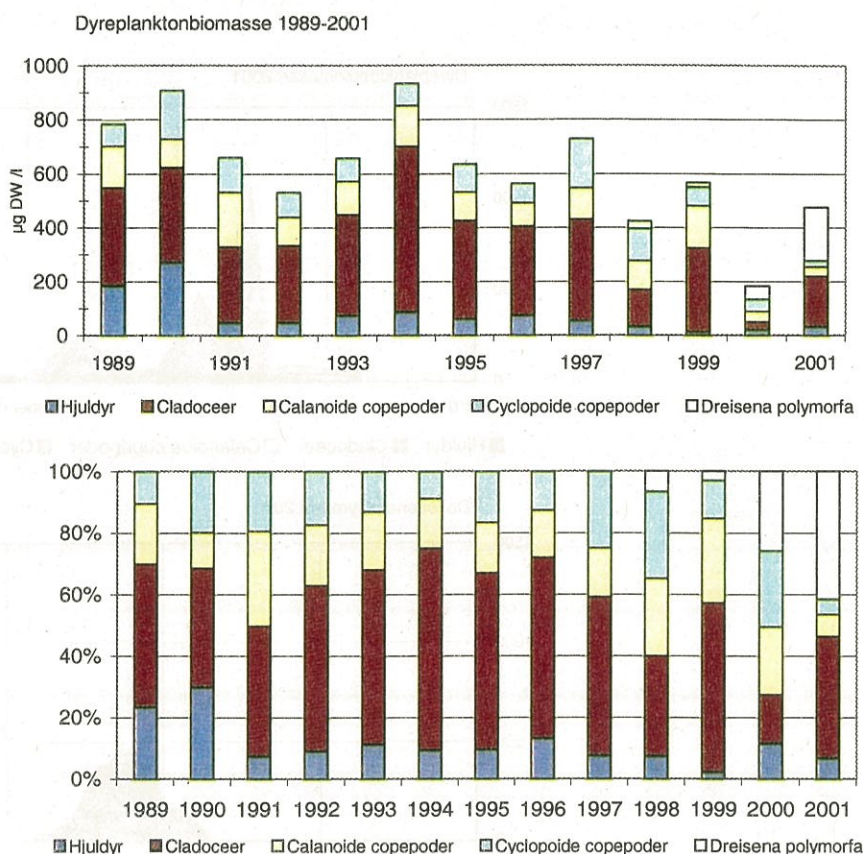
Planktonprøver tilbage til 1998 er gennemgået og oparbejdet med hensyn til veligerlarver fra vandremusling.

Den gennemsnitlige sommerbiomasse er i 2001 på 0,474 mg/l, hvilket er mere end i 1998 og 2000, men mindre end de øvrige år, figur 6.4.4.

Biomassen af dyreplankton er stærkt svingende gennem årene, men der er et signifikant fald i den samlede dyreplanktonbiomasse ($P=0,01$).

Cladoceerne har langt de fleste år været den dominerende dyreplankton-gruppe og har de fleste år udgjort 50-59% af den totale biomasse. Dette er ikke tilfældet i 2000 og 2001, hvor cladoceerne kun udgør 16 og 39% af sommerplanktonet. I 2001 forekommer veligerlarver i lidt større mængder end cladoceerne med hhv. 41 og 39% af den samlede sommerbiomasse. I 2000 udgjorde cladoceerne kun 16% af den samlede sommerbiomasse, mens calanoide-, og cyclopoide copepoder og veligerlarver hver udgjorde omkring 25%.

Det skiftede dominansforhold de seneste år skyldes både noget mindre mængder af både cladoceer og calanoide- og cyclopoide copepoder, men især en voldsom vækst af veligerlarver i forhold til de foregående år.



Figur 6.4.4: Den gennemsnitlige sommerbiomasse som absolutte og relative værdier, fordelt på dyreplanktongrupper i Fårup Sø i perioden 1989-2001.

Selv om mængden af cladoceer har været beskeden i 1998 og 2000 og moderat i 2001 er der ikke et signifikant fald over perioden 1989-2001. Derimod er der et signifikant fald i mængden af cal.copepoder og cycl.copepoder. Mængden af hjuldyr er faldet signifikant ($P=0,001$) fra et niveau på 0,184-0,270 mg/l i 1989 og 1990 til 0,012- 0,032 mg/l i 1998-2001.

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

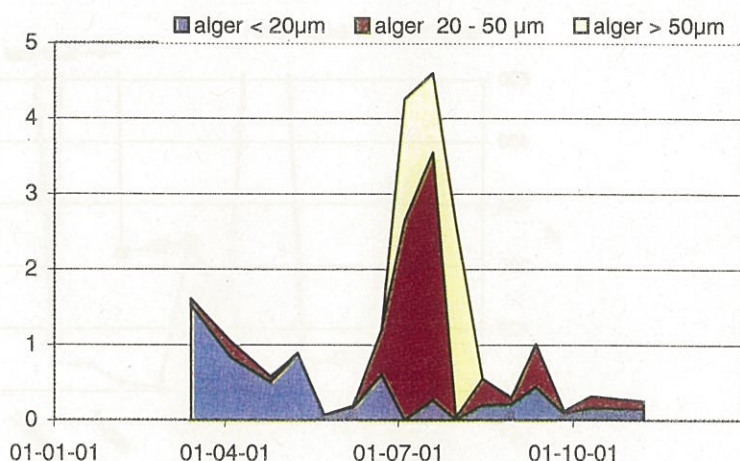
Græsning

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 i juli, består planteplanktonet af mindre arter (< 50 μm). Den 31. juli udgøres planteplanktonet primært af store arter, trådformede kiselalger, som formodentlig i en vis udstrækning kan spises af visse dyreplanktonarter, figur 6.4.5 og 6.4.6.



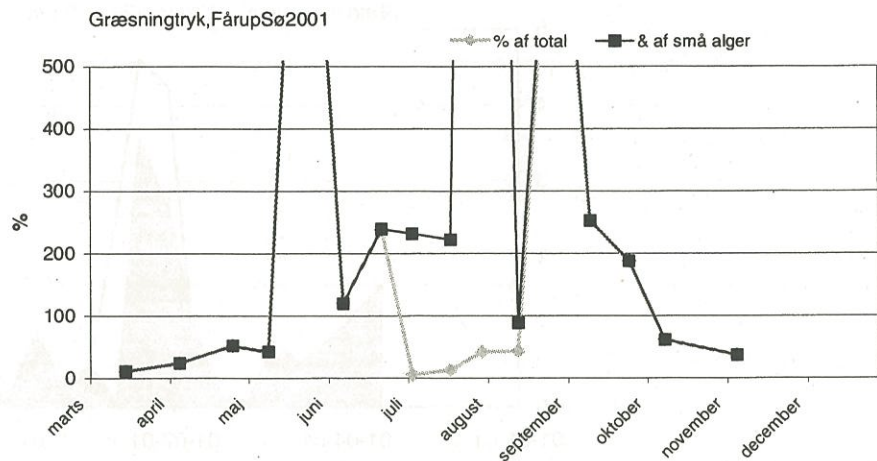
Figur 6.4.5: Algebiomasse fordelt på størrelsesgrupper i Fårup Sø, 2001.

Græsningsstrykket på algerne er højt det meste af året, undtagen under kiselalgemaskimaet i juli, hvor algebiomassen hovedsageligt udgøres af store alger. De store daphnier dominerer frem til juli, men de små mængder af dyreplankton er ikke i stand til at regulere væksten af kiselalger, som har rigelige mængder af næringsstoffer. Dyreplanktonet er således medvirkende til at regulere algerne den øvrige del af året. Dog er dyreplanktonmængden generelt lille, så dyreplanktonet er formentlig begrænset af de små planktonmængder.

Dyreplanktonet har reguleret planteplanktonet periodevis i løbet af 2001, men ikke i marts/april/maj og i juli, hvor der er en opblomstring af trådformede kiselalger, som på grund af størrelsen ikke er tilgængelig føde for dyreplanktonet. Det er dog muligt, at planktonet til en vis grad kan spise visse lange algetyper ved at æde fra den ene ende.

Dyreplanktonet kan have været fødebegrænset, idet algemængden gennem hele sæsonen har været lille. Veligerlarvernes fødeoptagelse indgår ikke i det beregnede græsningstryk. Hvor stor en fødeoptagelse larverne har, er ikke kendt, men de store mængder larver i juli bidrager antageligt til at øge græsningstrykket.

Størrelsesspektret, som Dressinalarverne optager, er noget snæver sammenlignet med andre bivalve larver. Dressinalarver filtrerer kun partikler mellem 1 - 4 μ m i diameter. Føden består mest af bakterier, blågrønner, små grønner og meget fin detritus partikler (Sprung, M, et al, 1993). Veligerlarverne svæver ca. 3 uger, inden de sætter sig på et substrat, og i den sidste del af perioden indtager de ikke føde.



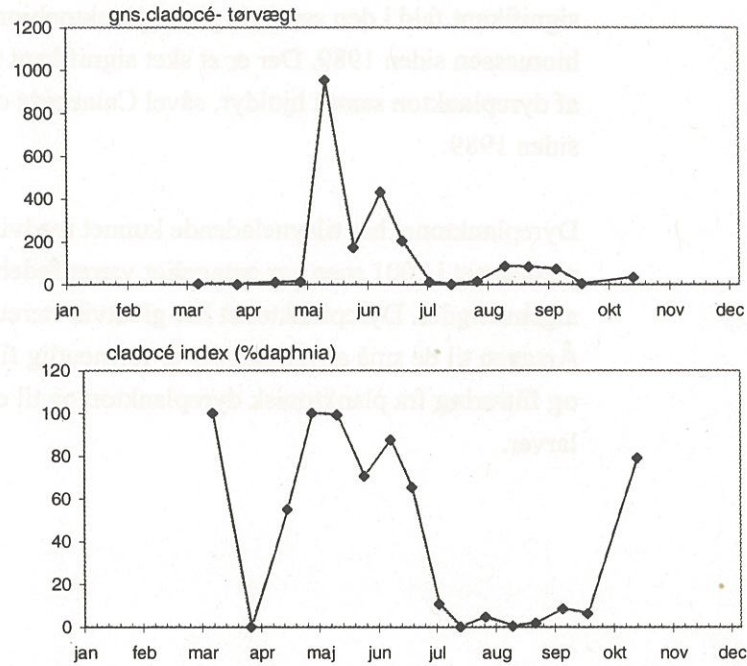
Figur 6.4.6: Dyreplanktonets græsning i Fårup Sø, 2001.

Prædation

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

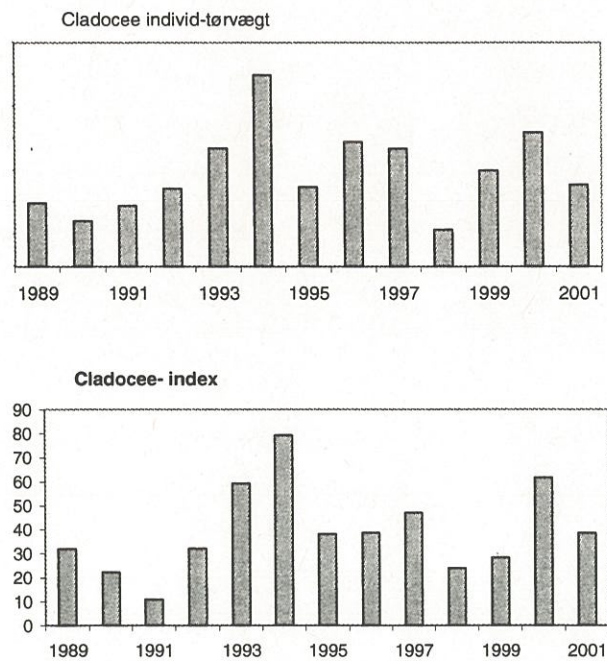
Fra marts til starten af juli består cladoceerne næsten udelukkende af daphnia sp., cladocee-indexet er højt. Herefter falder dominansen af store daphnier til et minimum, som holder indtil den sidste prøvetagning i november, figur 6.4.7. Det skyldes sandsynligvis en kraftig prædation af dyreplanktonet af fiskeyngel. Fiskeynglen er på det tidspunkt nået det stadie, hvor de begynder at leve af dyreplankton.

Mængden af spiselige alger er også beskeden, så fødemangel kan også have påvirket størrelsesfordelingen og biomassen af dyreplanktonet. Det vurderes, at dyreplanktonet i Fårup Sø i 2001 i perioder har været udsat for prædation og til dels fødebegrænsning.



Figur 6.4.7: Cladoceeindex og cladoceevægt i Fårup Sø i 2001.

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



Figur 6.4.8: Cladoceeindex og cladoceevægt i Fårup Sø i perioden 1989-2001.

Konklusion

Både plante- og dyreplanktonet udvikler beskedne biomasser i 2001, og sommerriddel-planteplanktonbiomassen er i 2001 den laveste i perioden 1989-2001. Også dyreplanktonbiomassen er lav, men på grund af en enorm stor og betydende biomasse af veligerlarver er den samlede dyreplanktonbiomasse incl. veligerlarverbiomassen 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.

Dyreplanktonet har tilsyneladende kunnet medvirke til at regulere planteplanktonet i 2001 men har antageligt været fødebegrænset p.g.a. de små algemængder. Dyreplanktonet har givetvis været udsat for prædation i 2001. Årsagen til de små algemængder er formentlig filtrering af voksne muslinger og filtrering fra planktonisk dyreplankton og til en vis grad også veligerlarver.

6.5 Fisk

Fiskeyngel

I forbindelse med Vejle Amts overvågning af miljøtilstanden i Fårup Sø er fiskeynglen undersøgt natten mellem den 12.–13. juli 2001. Undersøgelsen, som ligeledes er foretaget i 1998, 1999 og 2000, 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., 2001).

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

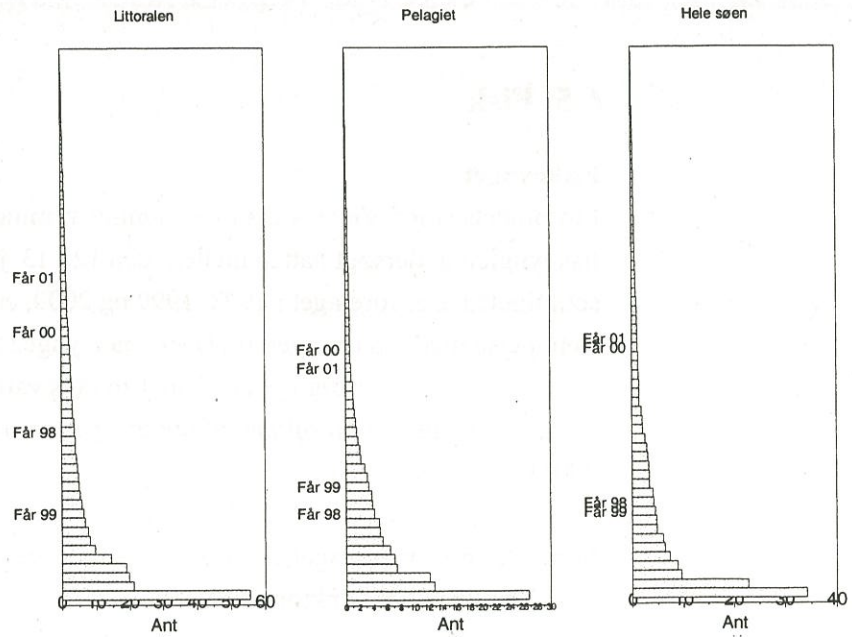
Ynglens tæthed og sammensætning

Der er konstateret yngel fra skalle og aborre i fangsten. Den samlede yngeltæthed er 1,49 pr. m² i littoralen og 1,06 pr. m³ i pelagiet, og middeltætheden i søen var omtrent som i 2000, og dermed væsentligt mindre end i 1998-99. Vægtmæssigt var tætheden 0,25 g vådvægt pr. m³ i littoralen, mens skaller og aborrefisk fandtes i omtrent samme tæthed i pelagiet.

	Antal/ m ³		Vådvægt/m ³	
	Littoralen	Pelagiet	Littoralen	Pelagiet
Karpefisk	1,432	0,52	0,215	0,100
Aborrefisk	0,054	0,537	0,031	0,231
Total	1,486	1,057	0,246	0,331

Tabel 6.5.1: Den beregnede tæthed og biomassetæthed af fiskeyngel hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Fårup Sø, juli 2001.

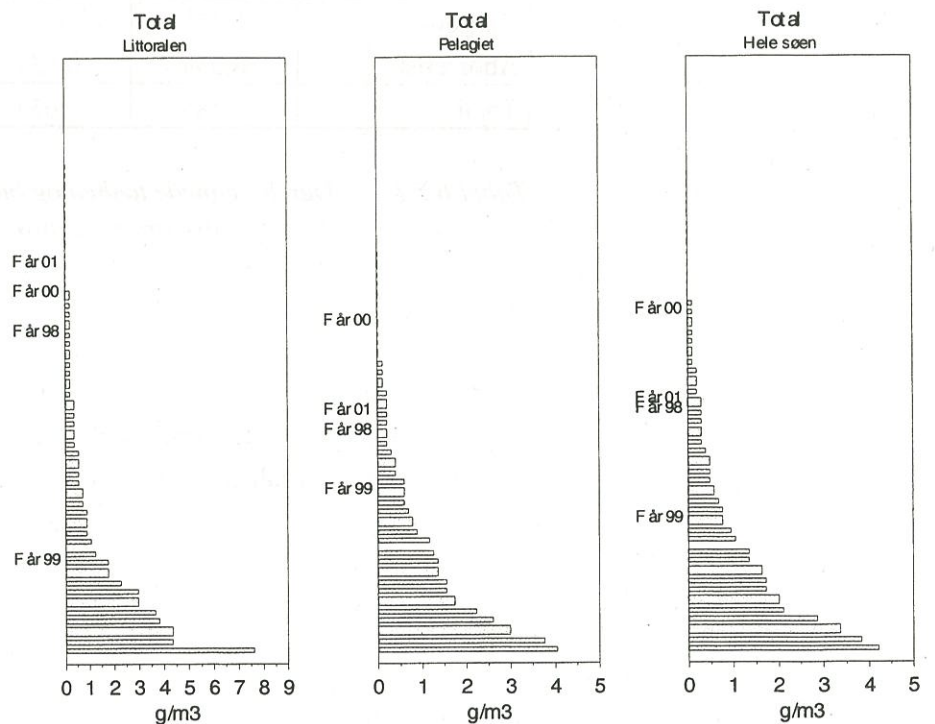
Sammenlignet med 13 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de tre seneste år, var tætheden af både karpefiskeyngel og aborreyngel ligesom ved forrige undersøgelse tæt på medianen. Samlet er yngeltætheden dog faldet i forhold til i årene 1998-99.



Figur 6.5.1: Tætheden af fiskeyngel i Fårup Sø i littoralzonen, pelagiet og i hele søen i 1998 - 2001 sammenlignet med tætheden fundet i andre søer.

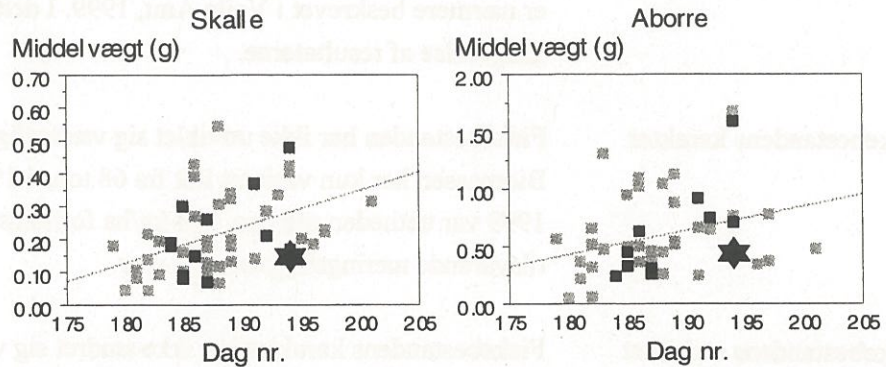
Størrelse

Fiskeynglen var ligesom ved flere andre af årets yngelundersøgelser forholdsvis lille i forhold til middelstørrelsen for tidspunktet, hvilket antageligt skyldes den kolde juni måned i 2001, 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.

Middelvægten hos årsyngel var mindre end middelværdien for tidspunktet hos skaller og aborrer (figur 6.5.3). En ringe størrelse på årsyngel har været tilfældet i flere søer i 2001 og skyldes antageligt en meget kold juni måned.



Figur 6.5.3: Middelvægten af skalle- og aborreynglen 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 2001 var middeltætheden af karpesfiskeyngel i 14 søer forholdsvis moderat som i 2000 i forhold til årene 1998 og 1999, mens aborreyngel generelt forekom mere talrigt end i 2000. Fiskeynglens variation i Fårup Sø følger det generelle mønster, med beskedne mængder karpesfiskeyngel i 2000 og 2001 og størst mængde aborreyngel i 1999.

Fordeling

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viser en forkærlighed hos karpesfiskeyngel for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer findes betydelige mængder karpesfisk i pelagiet. Aborrefiskeynglen er generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigtdybde. Fiskeynglens fordeling i Fårup Sø i juli 2001 passer ligesom i 2000 ind i mønsteret i en dyb, forholdsvis klarvandet sø med tydelige koncentrationer af skalle- og aborreyngel i littoralen og en forholdsvis pelagisk aborreyngel.

Påvirkning

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate omkring 1. juli var med 13 mg tv/m³/d omtrent som i 2000 og tæt på medianen blandt referencesøerne, og fiskeynglen har næppe alene kunnet regulere søens dyreplankton.

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 fødekonkurrencen 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 2001 er undersøgelsen gennemført fra den 26. til den 30. juli. Formålet med undersøgelsen er at følge udviklingen i undervandsvegetationens udbredelse i søen. Ved undersøgelsen er søen opdelt i 19 delområder, som fremgår af bilag 2.2.1.b.

Rørsumpen

Rørsumpen blev undersøgt i 1995. Arealet af hele rørskovens 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. 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 1,4 m vand.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Undervandsvegetation	2,55	2,3	2,15	2,7	2,3	1,7	1,8	1,8
Flydebladsvegetation	1,8	1,8	1,85	1,9	1,7	1,9	1,8	1,75
Rørskovsvegetation	1,5	1,8	1,65	1,8	1,8	1,9	1,4	1,45

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Undervandsvegetation								
Glinsende vandaks	2,55	2,3	2,15	2,7	2,3	1,4	1,2	1,35
Børsteblandet vandaks	1,2	1,1	2,05	1,2	1,2	1,2	1,1	1,8
Hjerbladet vandaks	1,75	1,5	1,95	1,6	1,7	1,7	1,6	1,35
Kruset vandaks	1,25	-	1,65		1,5	1,3	1,8	1,3
Kildemos sp.	1,85	-						
Vandpest								1,6
vandranunkel								2,1
Flydebladsvegetation								
Vandpileurt			0,65	0,5	0,6	0,6	0,65	0,75
Gul åkande	1,8	1,8	1,85	1,6	1,7	1,9	1,8	1,75
Hvid åkande	1,7	1,7	1,85	1,9	1,4	1,9	1,25	1,4
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
Tagrør	1,3	1	1,25	1,5	1,7	1,9	1,4	1,45
Sø-kogleaks	0,85	0,9	1,15	1,7	1,3	0,9	1,2	1,2
Smalbladet dunhammer	1,2	*	1,15	*	1,55	1,3	1,25	1,4
Bredbladet dunhammer							0,55	0,6
alm. sumpstrå								

Tabel 6.6.1: Artsliste og dybdegrænser for undervands- og flydevandsvegetation, samt dominerende rørskovsvegetation, Fårup Sø 2001. * angiver, at arten er registreret, men dybdegrænsen ikke fastlagt.

Flydebladsvegetation

Flydebladsvegetationen i Fårup Sø udgøres af små 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 undersøgelsen i 2001.

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 (tabel 6.6.1).

Undervandsvegetation

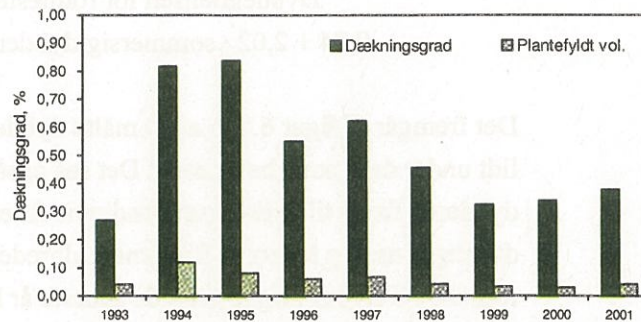
Der er fundet undervandsplanter på nord-, syd- og østsiden af Fårup Sø. I de fleste tilfælde er der tale om spredte bestande. I vestenden er der i 2001 registreret en fåtallig bestand af Hjertebladet vandaks, mens der i 2000 ingen vegetation var i modsætning til tidligere år.

Trådalger m.m.

I forbindelse med undersøgelsen er der fundet ganske 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 tidligere vegetationsundersøgelser.

Artssammensætning	Undervandsvegetationen udgøres af børstebladet-, hjertebladet- og glinsende vandaks. Der er i 2001, ligesom i 1999 og 2000, også fundet kruset vandaks på østsiden. Kildemos sp. er kun fundet i et eksemplar i 1994, og ikke siden. I 2000 og nu også i 2001 er der fundet to nye arter, vandpest og vandranunkel, på østsiden. 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. I modsætning til alle de øvrige år er den yderste vanddybde for glinsende vandaks på 1,35 m vand, mens den normalt dominerer på 1,5-2,0 m vand. 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 tre år. Hvor arterne optræder sammen, er det glinsende vandaks, der når længst ud. Den yderst fundne forekomst af undervandsvegetation er børstebladet vandaks på 1,8 m's vanddybde.
Tilstand	Der er udpræget epifytbelægning på vandplanterne. 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 dybder er vist i figur 6.6.3. I 2001 er den samlede dækningsgrad for undervandsvegetationen i Fårup Sø på 0,38% af det samlede søareal, mens planterne udgør 0,04% af det samlede vandvolumen, hvilket er det samme som i 1999 og 2000.

Dækningsgraden for undervandsvegetationen er faldet kraftig i perioden 1994-1999/2001 og er således sammen med dækningsgraden for 1993 den lavest registrerede. Det plantefyldte volumen udviser samme udvikling.

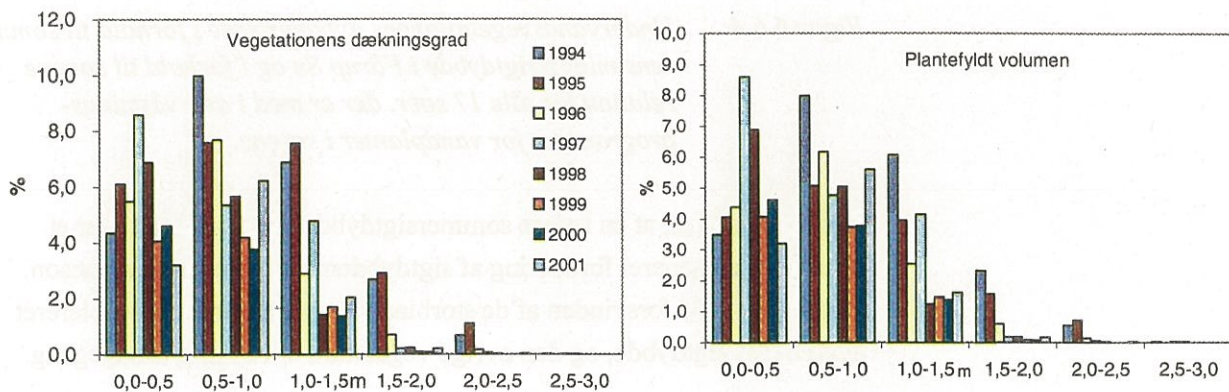


Figur 6.6.2: Dækningsgrad og plantefyldt volumen for Fårup Sø, 1993-2001.

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.

På dybdeintervaller fra 0,5 m og udefter gælder det, at der siden 1994 er sket en tilbagegang, idet både dækningsgrad og plantefyldt volumen er markant reduceret, dog er både dækningsgrad og plantefyldt volumen øget i forhold til 2000 fra 0,5 til 1 m. På vanddybde, mindre end 0,5 m, ses derimod et andet udviklingsmønster, hvor der er en forøgelse af både dækningsgrad og plantefyldt volumen fra 1993 - 1996 og derefter et fald. Dækningsgrad og plantefyldt volumen i 2001 på lavt vand er den laveste, der er registreret i hele perioden.



Figur 6.6.3: Dækningsgrad og plantefyldt volumen for undervandsvegetationen på forskellige vanddybder i Fårup Sø, 1994-2001.

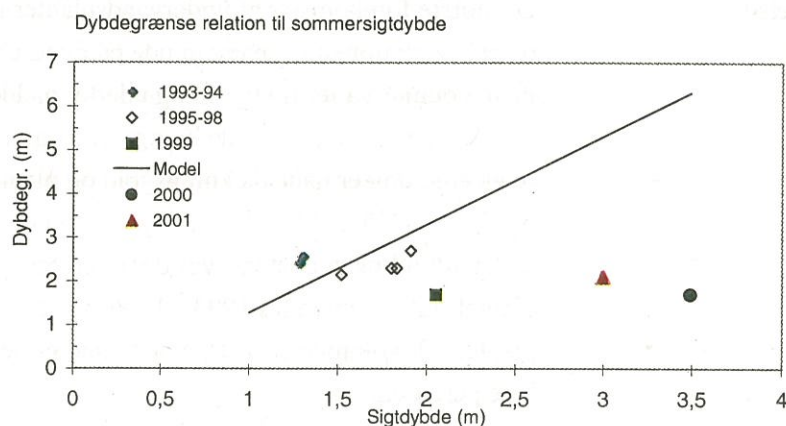
I hovedparten af de områder, hvor der hvert år registreres undervandsvegetation, er der generelt sket et fald i det plantedækkede areal. Det drejer sig om delområder 6 og 8 på nordsiden og delområde 13, 14, 15, 16 og 17 på sydsiden.

Dybdegrænse

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

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

Det fremgår af figur 6.6.4, at de målte dybdegrænser for 1995-2001 ligger lidt under den modelberegne. Det ses også, at variationerne i sommersigt-dybderne fra år til år ikke nødvendigvis fører til tilsvarende variationer i dybdegrænserne for vandplanternes udbredelse de pågældende år. De forbedrede sommersigt-dybder de seneste år har ikke resulteret i bedre vækstforhold for vandplanterne. I 1999 og i særdeleshed i 2000 ligger de målte dybdegrænser langt fra, hvad man ville forvente ud fra de målte sigt-dybder disse år.



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

Det skyldes bl.a., at en højere sommersigt-dybde i søen ikke altid er et resultat af en generel forbedring af sigt-dybden i planternes vækstsæson. Tendensen mod forsvinden af de storbladede vandaksarter er accelereret trods bedre sigt-dybde, og den øvrige vegetation er i kraftig tilbagegang.

Årsagerne til den forarmede vegetation i Fårup Sø er tilsyneladende bortgræsning fra en blishønsbestand i stærk fremgang, men også en kraftig epifytbelægning stresser planterne.

Undtagen i 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, trådgrønalger af klippehårs-
typen og fedtede alger af kiselalgetypen. Kun i enkelte observationer ser
påvækstalgerne ud til at hæmme genvækst og udbredelse, hvilket gør
effekten af nedbidning endnu mere udtalt.

Diskussion

Undervandsplanter kan være af meget stor betydning for både det biologiske
samfund og for næringscirkulationen i søer. I Fårup Sø er den samlede
dækningsgrad for undervandsvegetationen på 0,38% af det samlede søareal,
mens planterne udgør 0,03% 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
belægninger 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.

Plantearter	Antal planter
ca. 1.30 millioner	
ca. 0.12 millioner liter ca. liter	
ca. 0.12 millioner liter ca. liter	
ca. 0.12 millioner liter	
ca. 0.12 liter	
ca. 1.5 liter	

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 - 2001 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 i 2000 viser, 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 påvirkninger

Vandremuslingen har medført store ændringer i miljøtilstanden og de økologiske forhold i Fårup Sø, hvoraf de mest markante har været, at vandet er mere klart på grund af de mindre mængder planteplankton, og at bestanden af maler- og dammuslinger er i tilbagegang.

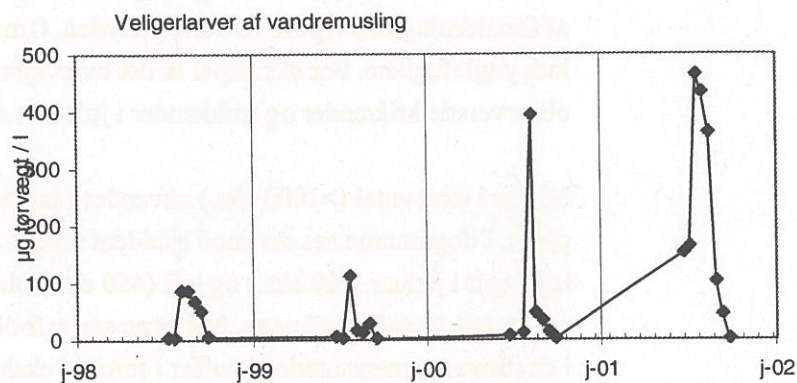
Udvikling

Der er kun i 2000 foretaget en undersøgelse af bundfaunaen i søen. Der ligger derfor ikke data, der kan dokumentere en udvikling i bundfaunaen, men det vurderes dog, at bestanden er under opbygning i Fårup Sø. Det kan derfor forventes, at vandet også vil blive klart de førstkommende år.

Bestanden vil imidlertid på længere sigt svinge en del i størrelse, og søen vil igen få et stort indhold af planteplankton og blive uklar, da næringsstofniveauet i søen vil være højt.

Mængden af muslingens larver i søvandet kan antageligt afspejle mængden af voksne muslinger. Vandremuslingen gyder i sommerperioden æg og sperm direkte ud i vandet. En stor musling kan gyde op til flere hundre tusinder 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.

Muslingelarverne er optalt og biomassebestemt ud fra eksisterende planktonprøver i perioden 1998-2001. Resultaterne er illustreret i figur 6.7.1.



Figur 6.7.1: Biomasse af vandremuslingens larver i Fårup Sø i perioden 1998-2001.

Muslingelarver i Fårup Sø forekommer hvert af de undersøgte år fra slutningen af juni til september, og med et markant maksimum. Den maksimale mængde muslinger, der er registreret, stiger gennem perioden fra 85 µg tørvægt / l i 1999 til 463 µg/l i 2001. Middelbiomassen for maj - september er for 1998, 1999, 2000 og 2001 beregnet til henholdsvis 27, 16, 46 og 197 µg tørvægt/l.

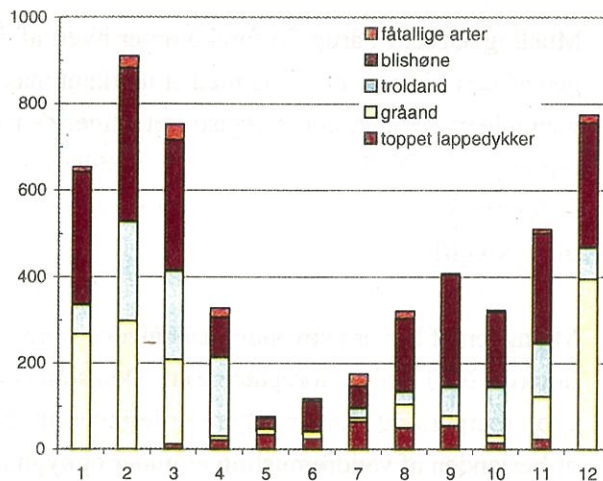
Mængden af larver i søvandet har således været stigende, om end markant højere i 2001 end de foregående år. Den stigende mængde larver i søvandet i sommerperioden understøtter vurderingen fra bundfaunaundersøgelsen om, at bestanden af vandremusling er under opbygning.

6.8 Fugle

Undersøgelser af fuglebestanden indgår ikke i det landsdækkende overvågningsprogram. I 2001 startede amtet en optælling af vandfugle i Fårup Sø med én tælling hver måned. Tællingerne blev foretaget på dage med god sigt og rolige vindforhold fra tre faste tællepunkter (figur 6.8.2) ved brug af swarovski teleskop med 30 gange forstørrelse. Antallet af fugle blev opgjort inden for ni faste felter, der er udlagt på baggrund af Kort og Matrikelstyrelsens kvadratkilometernet over Danmark.

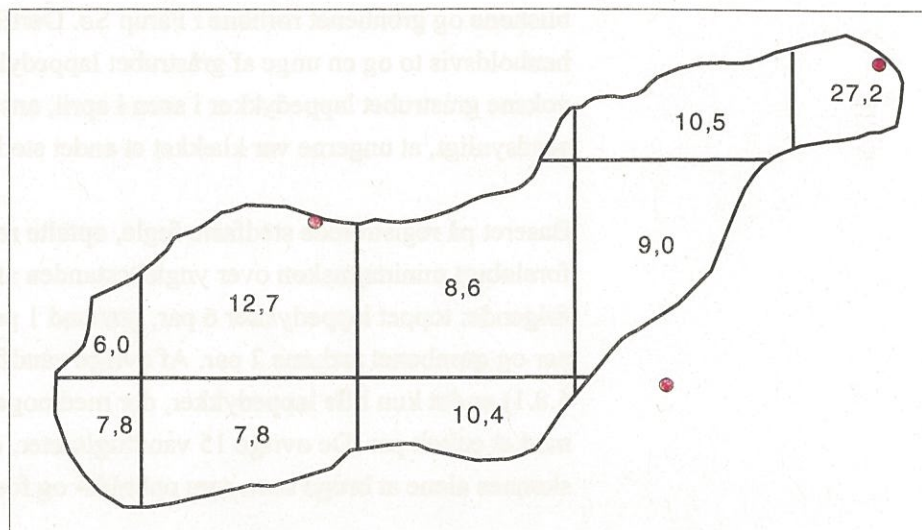
Resultaterne viste, at der i gennemsnit pr. dag opholder sig ca. 450 vandfugle i søen excl. måger (bilag 6.8.1). Variationen er stor over året med over 900 fugle i februar og under 100 i maj (figur 6.8.1). Antallet af optalte fugle i yngleperioden, maj, juni og juli, er dog lavere end det reelle antal fugle til stede i søen. Det skyldes, at ynglefuglene da færdes mere skjult, samt at en af forældrefuglene typisk vil være på reden. Om sommeren huser søen ikke kun ynglefuglene. For eksempel er det overvejende sandsynligt, at de observerede krikænder og troldeænder i juli blot er oversomrende fugle.

Måger i stort antal (>1000 eks.) anvender i perioder søen som overnatningsplads. I dagtimerne ses derimod sjældent mange måger i søen. Bortset fra tællinger i januar (800 eks.) og juli (450 eks.) blev der i 2001 som gennemsnit optalt 31 måger på søen. Mågerne søger føde på markerne omkring søen i dagtimerne, mens næringsstoffer i form af ekskrementer fra mågerne tilføres søen om natten. For at få et indtryk af størrelsen af denne tilførsel af næringsstoffer vil der i 2002 blive iværksat en undersøgelse af, i hvor høj grad søen anvendes som overnatningsplads for måger.



Figur 6.8.1: Årstidsvariationen for de fire talrigeste vandfuglearter (excl. måger) samt øvrige fåtalige arter i Fårup Sø i 2001. 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.

Fordelingen af vandfugle (figur 6.8.2.) er betinget af mange faktorer. Nogle af de vigtigste er fødens tilgængelighed og forstyrrelser, men også de enkelte arters "tolerance" overfor forstyrrelser har betydning. I Fårup Sø er forstyrrelser størst i den østlige del, hvor der er campingplads, kiosk og mere sejlads end i den vestlige del. I 2001 blev Fårup Sø Dambrug omdannet til lystfiskersø.



Figur 6.8.2: Den procentvise fordeling af optalte vandfugle (excl. måger) inden for de enkelte tællefelter i Fårup Sø 2001. Resultaterne er baseret på i alt 2.258 observationer fra 8 optællingsdage. Data for januar, februar, marts og december er udeladt, da søen på dagen for tælling var isdækket med 50% eller mere. De tre røde prikker angiver, hvorfra fuglene er optalt.

Af de fire talrigeste vandfugle findes de største tætheder (antal fugle/km²) af blichøne og gråand i søens østende, mens de største tætheder af toppet lappedykker og troldand er fundet i vestenden.

Blichøne og gråand er mere "tolerante" overfor menneskelig aktivitet end toppet lappedykker og troldand. Dette er dog ikke den eneste forklaring på, at arterne foretrækker hver sin ende af søen. Vanddybde og fødevalg spiller givetvis en stor rolle. Gråand søger føde i vandoverfladen, ofte på lavt vand, og dykker ikke efter føden. Både toppet lappedykker, troldand og blichøne dykker efter føden, men udnytter i nogen udstrækning forskellige fødekilder. Troldand og blichøne udnytter bl.a. de store muslingeforekomster, mens toppet lappedykker er udpræget fiskespiser. Af de fire talrigeste vandfugle er det kun blichøne, der "tiltrækkes" af et mindre engstykke ved søens østligste bred, hvor der ofte kan ses omkring 100 "græssende" blichøns.

I 2001 blev der registreret 21 vandfuglearter på søen eller i bredzonen (bilag 6.8.1). Dertil blev isflugl og bjergvipstjert set regelmæssigt, og sidstnævnte yngede med 2-3 par. I træktiden gæstes søen ofte af fiskeørn i april/maj og igen i august/september på trækket til og fra yngleområderne i det nordlige Skandinavien.

I 2001 blev der registreret unger af toppet lappedykker, gravand, gråand, blishøne og grønbenet rørhøne i Fårup Sø. Dertil blev der i juli og august set henholdsvis to og en unge af gråstrubet lappedykker. Selv om der sås 4 voksne gråstrubet lappedykker i søen i april, anses det dog for overvejende sandsynligt, at ungerne var klækket et andet sted.

Baseret på registrerede stedfaste fugle, optalte reder og ungfugle er et foreløbigt minimumskøn over ynglebestanden af vandfugle i Fårup Sø følgende: toppet lappedykker 6 par, gravand 1 par, gråand 8 par, blishøne 21 par og grønbenet rørhøne 2 par. Af øvrige vandfugle registreret i 2001 (bilag 6.8.1) er det kun lille lappedykker, der med nogen sandsynlighed yngede med et enkelt par. De øvrige 15 vandfuglearter, der blev registreret i 2001, skønnes alene at bruge søen som opholds- og fourageringsområde.

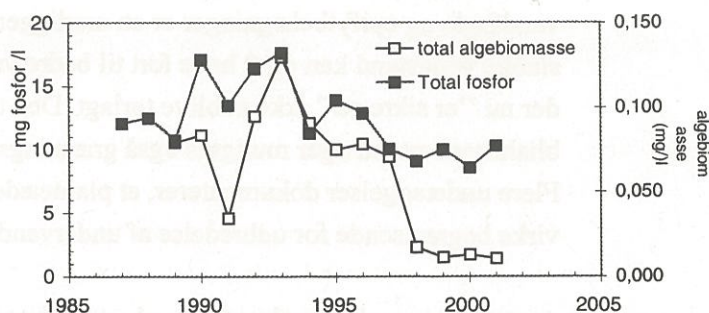
Undersøgelsen i 2001 bekræfter, at der er en stor bestand af planteædende vandfugle. Vejle Amt fortsætter overvågningen af fugle ved søen i 2002.

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 koncentrationen af totalfosfor i søvandet faldet siden 1995 og er i 2001 knap halv så stor som i de år (1990-94) i overvågningsperioden, hvor fosforindholdet i søvandet var størst. Tilsvarende er algebiomassen faldet. Der ses således en sammenhæng mellem søvandets indhold af fosfor og algemængden, figur 6.9.1. Algemængden er dog faldet kraftigere i perioden 1995-2001 end fosforindholdet, hvilket formentlig kan tilskrives den øgede mængde vandremuslinger.

Sammenhæng mellem søvandets fosforindhold og algebiomasse



Figur 6.9.1: *Udvikling af sommerens indhold af totalfosfor i søvandet og algebiomasse i perioden 1989-2001.*

Sigtdybde og algebiomasse

Det kraftige fald i algebiomassen resulterer i en voldsom forøgelse af sigtdybden. Der er i klartvandsfasen i maj 2001 registreret sigtdybder på mere end 6,5 m, og middelsommersigtdybden er også i 2001 meget høj med 2,9 m.

Sigtdybde og miljøtilstand

Det klare vand i Fårup Sø de seneste år har imidlertid ikke ført til en bedre miljøtilstand i søen, tværtimod. De store sigtdybder burde give de bedste betingelser for en veludviklet undervandsvegetation. I stedet er undervandsvegetationen forarmet og i tilbagegang. Bunddyrsfaunaen er under forandring, hvilket måske 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 sigtdybde.

Den tilsyneladende stigende mængde muslingelarver i sommerperioden understøtter antagelsen om, at bestanden af vandremuslingen fortsat er under opbygning.

Vegetationens tilbagegang

Der er formentlig flere årsager til vandplanternes dårlige tilstand og tiltagende tilbagegang. Ringere vækstbetingelser som nedgræsning af vandfugle og epifytbelægnings 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 blichønsbestand 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. 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 og være årsag til favorisering af epifytiske alger, 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 belægnings på planternes 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 under opbygning, og det kan derfor forventes, at der også de kommende år vil være klart vand. 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. Så længe der er en stor bestand af vandremuslinger, er der også et godt fødegrundlag for blichønsene. 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 blichønsbestanden. 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.

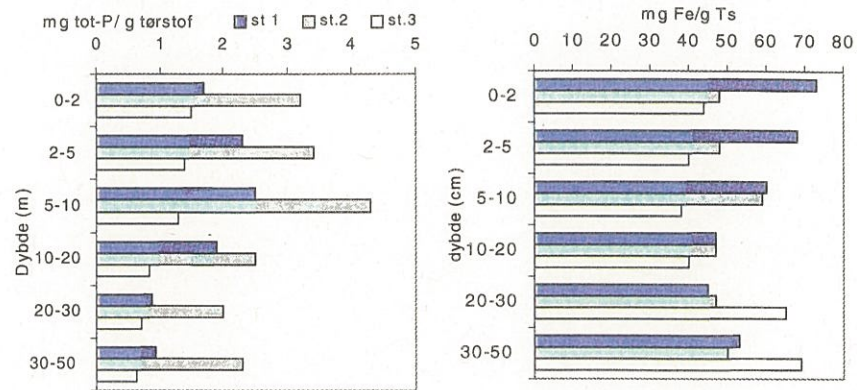
Den forbedrede sigtddybde i Fårup Sø har imidlertid ikke forbedret søens plante- og dyreliv, tværtimod er der registreret en forarming af søens undervandsvegetation og ændringer i søens biologiske balance.

Sammelskrivning

Denne undersøgelse er en del af den samlede undersøgelse af Fårup Sø i forbindelse med den planlagte udvidelse af søens vandindsamlingsområde. Undersøgelsen er gennemført i samarbejde med Miljøstyrelsen og Fårup Sø Kommune. Resultaterne af undersøgelsen vil blive brugt til at vurdere de mulige konsekvenser af udvidelsen og til at udarbejde en miljøplan for søen.

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.

7. Resultater

Resultaterne fra de forskellige undersøgelser er sammenfatet i nedenstående tabel.

Undersøgelse	Resultat
1. Undersøgelse	Resultat 1
2. Undersøgelse	Resultat 2
3. Undersøgelse	Resultat 3
4. Undersøgelse	Resultat 4
5. Undersøgelse	Resultat 5
6. Undersøgelse	Resultat 6
7. Undersøgelse	Resultat 7
8. Undersøgelse	Resultat 8
9. Undersøgelse	Resultat 9
10. Undersøgelse	Resultat 10

Resultaterne fra de forskellige undersøgelser er sammenfatet i nedenstående tabel. (This section contains a large block of text that is extremely faint and mostly illegible, appearing to be a continuation of the table or a detailed description of the results.)

8. Miljøtilstand og fremtidig udvikling

8.1 Målsætning og miljøtilstand

Fårup Sø er i Regionplan 1997 for Vejle Amt 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 sigtddybe om sommeren på 2,0 m, og en fiskebestand med mulighed for ørred, ål, gedde og aborre, samt mulighed for vandplanter ud til 3,5 m's vanddybde. I forslag til Vandområdeplan 2002 lægges op til at skærpe sigtddybdekravet til 2,5 m, hvilket betyder, at den gennemsnitlige fosfortilførsel maksimalt må være på 700-800 kg pr. år.

Miljøtilstand

Fosforbelastningen i Fårup Sø er uændret høj. Kravet til sigtddyben 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.

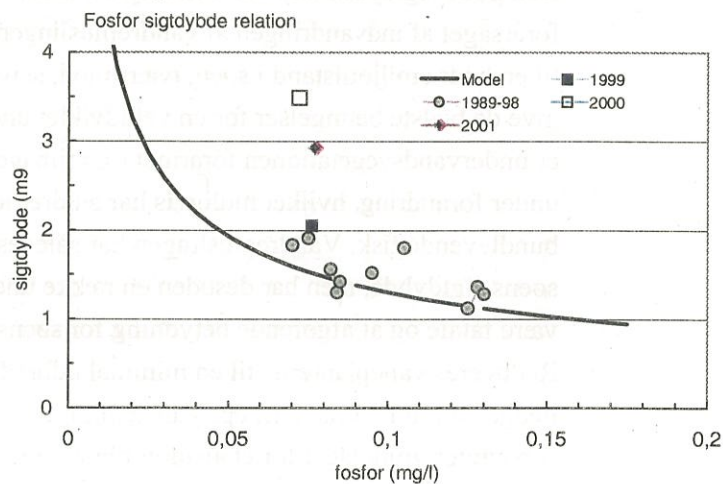
Den gode sigtddybe skyldes ændringer i søens biologiske forhold, primært forårsaget af indvandringen af vandremuslingen. Det klare vand har ikke ført til en bedre miljøtilstand i søen, tværtimod, selv om det klare vand burde give de bedste betingelser for en veludviklet undervandsvegetation. I stedet 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 sigtddybe, men har desuden 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 blichøns, epifytbelæggninger 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.

Man kan få en ide om, hvor meget fosfortilførslen skal reduceres for at opnå en forbedret sigtddybe, ved at anvende modeller for fosfor, der beskriver sammenhængen mellem tilførsel og søvandets koncentration, samt generelle modeller, der beskriver sammenhængen mellem fosforkoncentrationen og sigtddyben. 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 sigtddybden, som er vist i figur 8.1. Sammenhørende, målte værdier af sigtddybde og fosforindhold i Fårup Sø i perioden 1989-2001 er placeret i forhold til kurven. Modellen forudsiger imidlertid, at skal søen på sigt opnå en stabil og varig god sigtddybde, skal fosforindholdet i søen nedbringes. Sigtdybdemodellen forudsiger, at målet for sommersigtddybden på 2,0 m vil kunne nås ved en søvandskoncentration på 0,050 mg/l. Ved et krav til sigtddybden 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 afvigelse 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 sommersigtddybde efter model $\text{sigtdybde} = 0,35 \cdot (P)^{-0,57}$. Til sammenligning er vist målte værdier i perioden 1989-2001.

Med disse forbehold taget i betragtning forudsiger modellen, at med et maksimalt indhold af fosfor i søvandet på 0,40 mg/l må indløbskoncentrationen højest være ca. 0,50 mg/l. Det vil svare til, at der højest må tilføres ca. 700-800 kg fosfor ved en gennemsnitlig vandtilførsel på 1302 mill. m³/år i perioden 1989-2001. Der skal således ske betydelige reduktioner i fosfortilførsel for opnå en sigtddybde 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 næringstofferne fra markerne.

Spredt bebyggelse

Ifølge ny lovgivning skal de kommunale spildevandsplaner nu indeholde konkrete planer for spildevandsrensningen i det åbne land. Ifølge Regionplan 97 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.

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 dræned jord, 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** År 2001 startede med kold vinter og forår indtil maj, hvor solen skinnede meget. Sommertemperaturen var middel, mens oktober var rekordvarm, og november-december var meget kolde. 2001 var nedbørsmæssigt sammenlignelig med perioden 1989 - 2000, men sidste halvdel af sommeren og især september var temmelig våd.
- Vandstand** Vandstanden i søen er stabil og højere, efter at der er etableret fast overløbskant ved stemmeværket. Vandstanden er steget ca. 15 cm som middel over året, og forskellen mellem minimum- og maksimumvandstanden er faldet i perioden 1989-95 til 1996-2001 fra 0,31m til 0,17 m.
- Stoftilførsel** Vandmiljøplanen har ingen effekt haft på kvælstof- og fosforudledningen til Fårup Sø. Den samlede kvælstofudledning var i 2001 på 33,9 ton, og de væsentligste regulerbare kvælstofkilder er dyrkning og dambrug med henholdsvis 21 og 7% af den samlede tilførsel. Dertil kommer et kulturbetinget grundvandsbidrag på 18%, hvoraf hovedparten stammer fra dyrkning. Den samlede fosforudledning var i 2001 på 1,030 ton, og de væsentligste regulerbare kilder er dambrug og spredt bebyggelse med henholdsvis 25 og 8% af den samlede fosfortilførsel. Det beregnede fosforbidrag fra dyrkning er minimal, hvilket antages at skyldes underestimering af den samlede fosfortilførsel.
- Stoftilbageholdelse** Forholdet mellem jern og fosfor i søbunden er højt, hvilket betyder, at søen kan tilbageholde fosfor under iltede forhold. Iltforholdene i søen er rimeligt gode det meste af sommeren. Kun under temperaturlagdelingen, som i 2001 varer hele juli, falder iltindholdet på det dybere vand. Den interne frigivelse af fosfor fra søbunden har været større end i 2000, hvor temperaturlagdelingen var kortvarende.
- Sigtdybden er forbedret** I 2001 er sigtddybden i sommerperioden også høj med 2,9 m. Den gode sigtddybde 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 fosfor- og siliciumbegrænsede i juli og til midt i august, men også reguleret af dyreplanktonets græsning og af vandremuslingernes filtrering.
- Den væsentligste årsag til de tiltagende små planktonmængder skyldes den stigende mængde vandremuslinger, som kan filtrere søvandet så meget, at det påvirker algemængden og dermed også sigtddybden.

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 blichøns. Søens øvrige dyreliv viser også tegn på forandringer.
Søens miljøtilstand	Til trods for at sigtddybden er kraftig forbedret, har søens plante- og dyreliv det ikke godt. Vandremuslingen har godt nok en positiv effekt på søens sigtddybde, 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	<p>Selv om kravet til sommersigtddybden er nået i 2001, er regionplanens 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.</p> <p>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.</p>

		Middelværdier	
2001	Enhed	Sommer	År
Vandtilførsel	1000m ³	5,28	13,636
Opholdstid	år ⁻¹	0,45	0,41
Fosfortilførsel	Tons	0,372	1,03
Kvælstoftilførsel	Tons	11,140	33,902
Sigt	M	2,93	3,15
PH		8,21	8,15
Klorofyl	Mg/l	0,015	0,012
Total fosfor	Mg/l	0,077	0,077
Filt. Uorg. Fosfor	Mg/l	0,032	0,045
Total kvælstof	Mg/l	0,987	1,32
Ammonium	Mg/l	0,102	0,07
Nitrit-nitrat-N	Mg/l	0,478	0,95
Silicium	Mg/l	8,87	12,4
Total-jern	Mg/l	0,11	0,10
Alkal.	Meq/l	2,16	2,28
Susp. Stof	Mg/l	4,15	3,43
Gløde-tab	Mg/l	2	2
COD	Mg/l	2,5	2,18-
Algeplankton	mg VV/l	1,41	
Dyreplankton	mg TV/l	0,475	
Fiskeyngel tæthed	antal/m ³		
Littoralen		0,76	
Pelagiet		0,711	

Tabel 9.1: Nøgletal for Fårup Sø, 2001.

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, (2001):

Paradigma for dataoverførsel og rapportering i 2000 af Vandmiljøplanens overvågningsprogram.

Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, (2001):

Paradigma 2000 for normalrapportering af det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003.

Müller, J.P et al (2002):

Fiskeyngel i Fårup Sø, september, juli 2001. Fiskeøkologisk Laboratorium, december, Februar 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, (1998):

Regionplan 1997-2009 for Vejle Amt.

11. Bilag

Meteorologi

Nedbør og fordampning

Nedbørs- og potentiel fordampningsdata er rekvireret fra Danmarks Meteorologiske Institut, som har estimeret værdierne fra en nærliggende målestation ved Bredsten og Båstrup. 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 1,31 mg N/l og 0,048 mg P/l (Danmarks Miljøundersøgelser, 2001).

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:

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

Vandbalancen er således opgjort månedsvis som:

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

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)
Søvrige kilder	(månedsværdier, kg)
Sumålt opland	(månedsværdier, kg)
Sgrundvand	(månedsværdier, kg)
Smagasinerings	(ændret stofindhold i søen) (søkonc., volumen, $\mu\text{g/l}\cdot\text{m}^3$)
Sintern belastning	(månedsværdier, kg)
Csøkoncentration	($\mu\text{g/l}$)
Vsøvolumen	(m^3)
G+ konc. tilf. grundv.	($\mu\text{g/l}$)
G- konc. uds. grundv.	($\mu\text{g/l}$)

Stofbalancen er således opgjort månedsvis som:

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

hvor

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

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

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

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

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

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 $A_{søareal}$ (1), og standardværdierne 15 kg N/ha/år og 0,1 kg P/ha/år anvist af Danmarks Miljøundersøgelser.

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

- for Fårup Sø beregnet som middelkoncentrationen af målte værdier i kilderne Få1, Få2, og Få4 i perioden 1990-2000 samt kilder ved Fårup Sø Dambrug, Fårupgård Dambrug og Ollerupgård Dambrug i perioden 1990-94.

Søundersøgelser

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

Undersøgelserne i søen omfatter årlige 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.

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

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 hjerteklapvandhenter (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 bestemmelse 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 m, 1, 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).

Plantep plankton

Plantep planktonprøverne 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*., er på grund af cellernes uregelmæssige placering i koloniernes gele svære at kvantificere. Volumet af disse er opgjort ved at tælle antal delkolonier af en passende størrelse. En korrektionsfaktor skønnes.

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

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 cladocé-arter 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 konstantværdier.

Tabeller og kurver - Fårup Sø

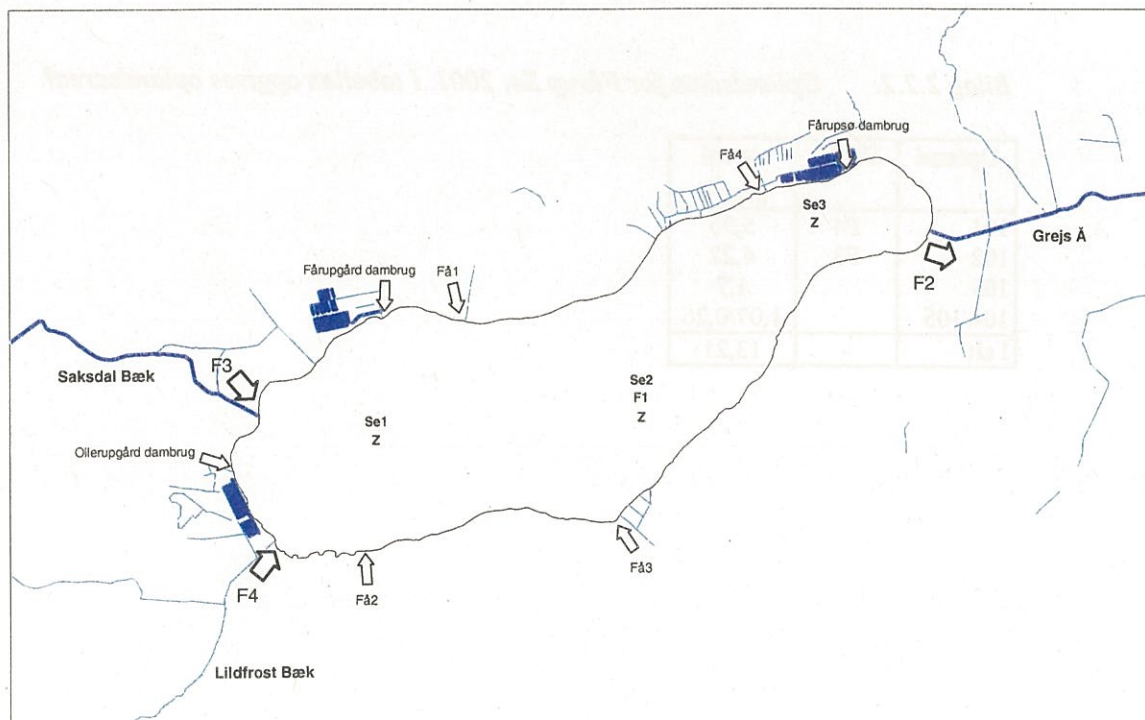
Bilag 2.1: Antal besøg pr. station, 2001.

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

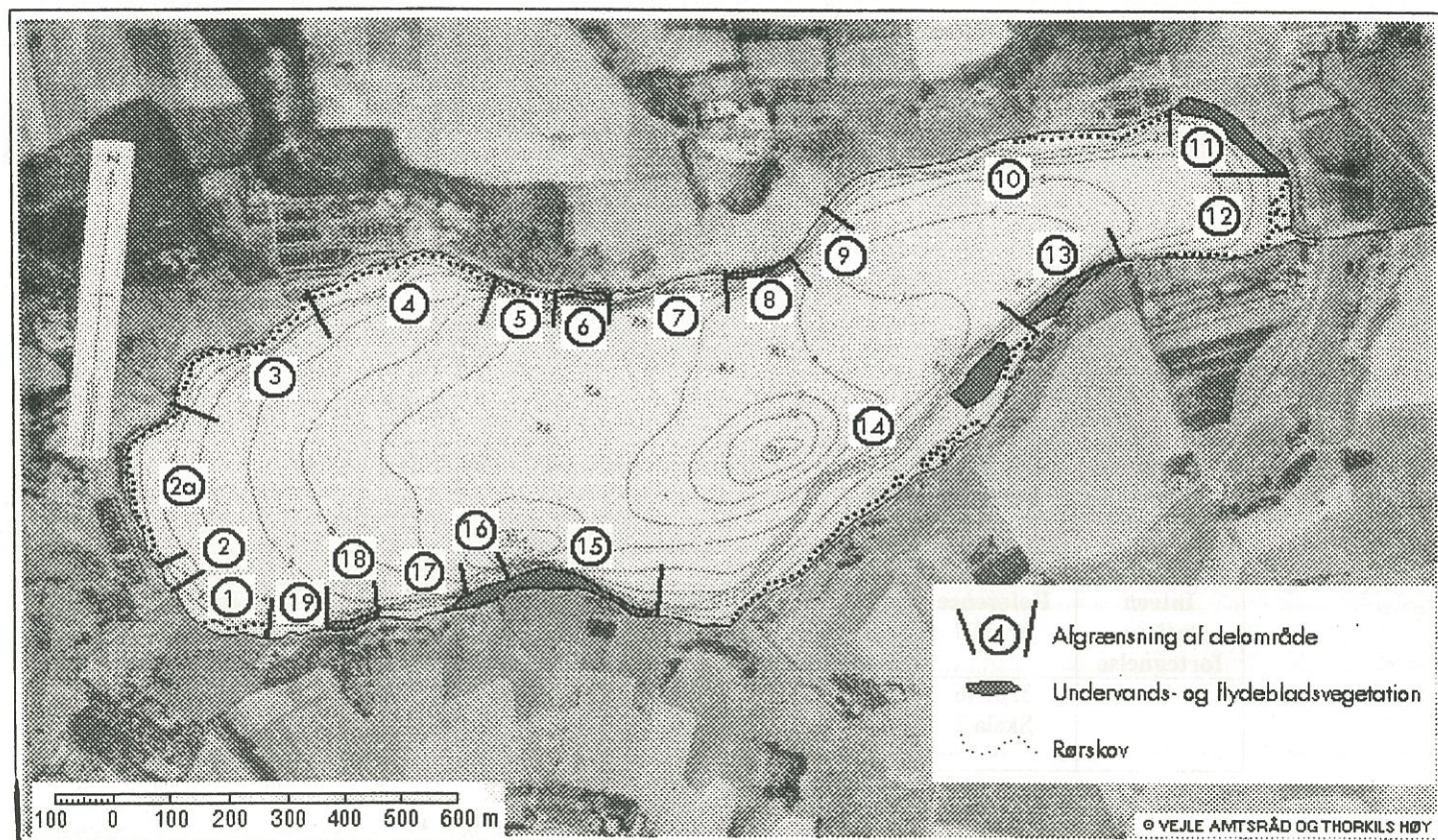
Bilag 2.2: Fortegnelse over de besøgte stationsnr. med tilhørende koder ved Fårup Sø, 2001.

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 Skala 2	F3 F4	320118 320116	F2	320046	Få1 Få2 Få4

Bilag 2.2.1.a: Kort over Fårup Sø med angivelse af prøvetagningsstationer. F1 er vandkemistation, Z er zooplanktonstation, og S er sedimentstation.



Bilag 2.2.1.b: Områdeinddeling og udbredelse af flydeblads- og undervandsvegetationen, Fårup Sø, 2001.



Bilag 2.2.2: Oplandsdata for Fårup Sø, 2001. I tabellen opgives oplandsareal.

Opland	Tilløb	Areal (km ²)
101	F4	5,96
102	F3	4,22
103		1,7
104/105		1,07/0,26
I alt	-	13,21

Bilag 3.1: Nedbørs- og fordampningsdata for st. 23250, Bredsten området, 1989-2001. 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.

Nedbør (mm)													
st. 23250 Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
Potentiel fordampning (mm)											Båstrup		
st. 23250 Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Jan	6,4	5,2	7,8	7,0	7	6,3	7	4	7	7	2,5	5,1	5,3
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
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
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
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
Jun	116,6	81,0	77,2	132,8	108,0	98,9	93,0	93	108,0	95,0	73,2	84,4	95,2
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
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
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
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
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
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
I alt	597,3	576,5	557,6	599,8	535	575,5	598	542	605	522	458,5	458,4	561

Bilag 4.1.1: Vandbalance i Fårup Sø, 2001.

Sø 8888003 Fårup Sø 2001 Alle værdier i 1000 m³

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 320116	201,7	246,9	204,8	155,5	113,7	83,5	70	96,7	155	185,5	190,3	187,6	518,8	1891
Tilløb 320118	94,3	112,8	95,5	74,5	56,9	43,5	38,3	49,2	73,9	87	89,2	88	261,7	902,9
Umålt opland	67,7	81	68,5	53,5	40,8	31,2	27,5	35,4	53	62,5	64	63,2	187,9	648,3
Nedbør	41,6	62,5	47,3	55	43,5	42,8	73,4	94,7	166,8	74,2	64,5	55,9	421,2	822,4
Punktkilde D605059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Punktkilde D617010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grundvand	890,1	729,4	699,7	716,6	766,9	751,7	922,8	701,7	744,9	847,5	776,5	824,4	3888	9372,2
Ialt	1295,5	1232,5	1115,8	1055,1	1021,7	952,6	1131,9	977,7	1193,7	1256,7	1184,5	1219	5277,6	13637
Afløb 320232	1301	1215,3	1097,9	1035,8	920,1	894,7	970,1	923,1	1078,7	1248,3	1193,4	1202,9	4786,6	13081
Fordampning	5,3	13,4	30,8	46,4	100,6	94,9	112,7	80	38,7	22,1	10,1	4,7	427	559,9
Grundvand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ialt	1306,3	1228,7	1128,7	1082,3	1020,7	989,6	1082,8	1003,1	1117,4	1270,4	1203,5	1207,6	5213,7	13641
Magasinerings	-10,9	3,8	-12,9	-27,2	1	-37	49,1	-25,4	76,2	-13,7	-19,1	11,4	64	-4,5

Bilag 4.1.2: Vandtilførsel til Fårup Sø, 1989-2001.

Ar													
Vandtilførsel (mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
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
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
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
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
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
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
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
Sommer													
Vandtilførsel (mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
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
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
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
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
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
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
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

Bilag 4.1.3: Vandbalance i Fårup Sø, 1989-2001.

ARS	Vandbalance												
(mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Total vandtilførsel	12,01	12,47	12,382	13,142	12,957	14,942	13,530	13,260	11,554	12,685	13,559	13,732	13,636
Vandfrøførsel	11,31	11,55	11,995	12,237	12,110	14,165	13,050	12,910	10,993	12,059	13,021	13,316	13,081
Fordampning	0,71	0,688	0,666	0,716	0,638	0,687	0,590	0,647	0,602	0,520	0,457	0,457	0,560
Total vandfrøførsel	12,02	12,24	12,66	12,95	12,75	14,85	13,65	13,56	11,5945	12,579	13,4772	13,772	13,641
Magasinerings	-0,010	0,289	-0,278	0,189	0,209	0,090	-0,040	0,040	-0,040	0,106	0,082	-0,040	-4,5
Sommer													
(mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
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
Vandfrøførsel	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
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
Total vandfrøførsel	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
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
Vandets opholdstid													
Vandets opholdstid	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
På årsbasis (år)	0,49	0,48	0,47	0,45	0,45	0,39	0,43	0,43	0,51	0,45	0,42	0,41	0,41
På årsbasis (dage)	180	175	170	164	164	142	156	158	185	162	152	149	151
1/5 - 30/9 (år)	0,55	0,61	0,587	0,576	0,57	0,52	0,52	0,50	0,61	0,54	0,52	0,49	0,45
1/5 - 30/9 (dage)	201	223	214	210	209	189	191	183	224	199	188	178	164
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

Bilag 4.2.1: Fosforbalance for Fårup Sø, 2001.

STOFBALANCE

Fårup Sø Phosphor, total-P	2001 Alle værdier i kg												Somme År	
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec		
Tilløb 320116	12,3	23,5	10,2	7,4	5,8	4,2	3,8	6	10,2	14,6	15,9	10,5	30,1	124,5
Tilløb 320118	7,8	20,3	5,5	2,4	2,5	2,6	2,2	2,2	4,3	6,8	8,4	5,3	13,8	70,3
Umålt opland	5,6	14,6	3,9	1,7	1,8	1,8	1,6	1,6	3,1	4,9	6,1	3,8	9,9	50,5
Punktkilde D605059	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	116
Punktkilde D617010	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	135
Grundvand	56,9	45,2	42	41,6	42,9	40,6	48,9	37,2	39,5	44,9	41,2	43,7	209,1	524,5
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	104,3	125,4	83,3	74,8	74,7	70,9	78,3	68,7	78,9	93	93,3	85	371,6	1030,8
Samlet fraløb	113,8	88,5	34,4	19,1	23,3	73,5	47,1	71,9	141,5	157,8	127,5	119,1	357,2	1017,5
Magasinerings og retention														
Magasinerings	-80,5	-75,7	-165,3	10,6	95,7	103,1	-114,8	541,2	21,5	-132,3	-79,6	-17,4	646,6	106,6
Retention	71	112,5	214,2	45,1	-44,3	-105,6	146	-544,3	-84,1	67,5	45,4	-16,7	-632,3	-93,3
Ialt	-9,5	36,9	48,9	55,7	51,4	-2,5	31,2	-3,1	-62,6	-64,8	-34,2	-34	14,4	13,3

Bilag 4.2.2: Fosfortilførsel for Fårup Sø, 1989-2001.

År	Fosfortilførsel (ton/år)												
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
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
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
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
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
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
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
Grundvand	0,455	0,404	0,618	0,632	0,618	0,641	0,628	0,728	0,601	0,454	0,575	0,669	0,497
Samlet tilførsel	0,890	1,027	0,865	0,927	0,838	1,137	1,079	1,076	0,963	1,079	1,136	1,103	1,030
Sommer													
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
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
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
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
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
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
Grundvand	0,203	0,155	0,249	0,251	0,254	0,267	0,261	0,294	0,222	0,206	0,247	0,266	0,206
Samlet tilførsel	0,375	0,411	0,358	0,374	0,359	0,395	0,385	0,400	0,357	0,358	0,415	0,400	0,372

Bilag 4.2.3: Fosforbalance for Fårup Sø, 1989-2001.

ÅR	Fosforbalance (ton)												
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Samlet tilførsel, ton	1,054	1,1638	1,0299	1,1007	1,0332	1,1521	1,1052	1,0937	0,967	1,079	1,136	1,103	1,030
Total fraførsel	0,922	1,033	0,9464	1,1625	1,1968	1,104	1,0398	0,9398	0,667	0,839	1,011	0,947	1,018
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	0,076
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
Magasinerings	-0,051	0,051	0,114	-0,024	0,120	0,000	-0,136	0,356	0,020	0,223	0,200	0,035	0,107
Intern belastning	-0,085	0,162	0,030	0,038	0,283	-0,048	-0,202	0,202	-0,279	-0,017	0,075	-0,122	0,093
Sommer													
Samlet tilførsel, ton	0,411	0,4174	0,3754	0,4004	0,3636	0,3956	0,3964	0,4071	0,357	0,358	0,415	0,400	0,372
Total fraførsel	0,334	0,4529	0,3323	0,4764	0,5488	0,3893	0,4655	0,4619	0,264	0,289	0,311	0,294	0,357
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	0,070
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
Magasinerings	0,595	0,523	0,523	0,547	0,652	0,282	0,592	0,671	0,520	0,629	0,702	0,486	0,647
Intern belastning	0,567	0,659	0,480	0,623	0,837	0,276	0,661	0,726	0,427	0,560	0,598	0,380	0,632

Bilag 4.2.4: Fosfortilførsel fra punktkilder for Fårup Sø, 1989-2001.

Fosfor	Punktkilder (kg/år)												
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Dambrug													
- Ollerupgård	48	57	66	69	73	63	105	106	120	115	124	117	116
- Fårup Sø Dambrug	56	77	49	48	33	30	24	16	58	57	86	6,61	
- Fårup Gl. Mølle	75	167	43	68	22	33	35	12	15	14	31	79,31	135
Dambrug, ialt	179	301	158	185	128	126	164	134	193	185	241	202,9	251
Fårupgård Skolehjem	46	32	36	46	28	16	26	18	20	-			
Regnvandsbetinget udløb		2	5	5	5	5	5	3	3	5	4	4	4
I alt	225	335	199	236	161	147	195	155	216	190	245	206,9	255

Bilag 4.2.5: Kvalstofbalance for Fårup Sø, 2001.

Sø 8888003 Fårup S	2001 Nitrogen, total												Alle værdier i kg	
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 320116	498,6	823,4	744,9	204,3	186,1	50,7	18	28,2	277,2	633,3	546,7	468,3	560,3	4479,8
Tilløb 320118	480,6	672,8	506,5	275,7	177,9	125,4	111,8	137,9	274	483,2	504,3	510,8	827	4261
Umålt opland	345	483,1	363,7	198	127,7	90	80,3	99	196,7	347	362,1	366,8	593,8	3059,4
Punktkilde D605059	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	1091
Punktkilde D617010	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	1156
Grundvand	1756,5	1436,7	1375,7	1406,2	1502	1469,5	1802,1	1370,4	1454,8	1655,2	1516,5	1610,1	7599	18355,9
Atm. deposit	125,1	125	125,1	124,8	124,7	124,6	124,7	124,7	124,8	125,2	125,1	125	623,5	1498,8
Ialt	3393,1	3728,4	3303,1	2396,3	2305,6	2047,5	2324,2	1947,6	2514,8	3431,1	3242,1	3268,2	11139,8	33902
Samlet fraførsel	2428,4	2489,6	1977,6	1447,6	1022,8	1020,8	709,1	631,9	1066,1	1483,2	1617,2	2099,3	4450,7	17993,7
Magasinering	1513,7	-14,5	-2132,6	-1192	-1458,8	-584,8	-1614,4	361,1	2277,7	747,2	-24,8	803,9	-1019,2	-1318,2
Retention	-549,1	1253,2	3458,1	2140,6	2741,6	1611,6	3229,5	954,6	-829	1200,7	1649,7	364,9	7708,3	17226,5
Ialt	964,7	1238,7	1325,5	948,6	1282,8	1026,7	1615,2	1315,6	1448,7	1947,9	1624,9	1168,9	6689,1	15908,3

Bilag 4.2.6: Kvalstofflørsel for Fårup Sø, 1989-2001.

År	Kvalstofflørsel (ton/år)												
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
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
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
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
Overfladisk afstrøm	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
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
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
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
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
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	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
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
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
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
Atm. deposition	0,622	0,623	0,623	0,621	0,621	0,618	0,621	0,621	0,621	0,621	0,622	0,622	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
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

Bilag 4.2.7: Kvalstofbalance for Fårup Sø, 1989-2001.

År	Kvalstofbalance												
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
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
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
Magasinering	-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
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
Retention i %	42	44	34	31	48	39	32	44	42	41	40	42	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
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
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
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
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
Magasinering	-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
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
Retention i %	39	48	44	52	44	54	26	49	42	54	50	55	42
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
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

Bilag 4.2.8: Kvælstoftilførsel fra punktkilder for Fårup Sø, 1989-2001.

Kvælstof	Punktkilder (kg/år)												
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Dambrug													
- Ollerupgård	2379	831	488	167	507	752	957	968	1098	1057	1131	1096	1091
- Fårup Sø Dambrug	306	324	730	819	2891	420	418	286	812	630	775	240,1	
- Fårup Gl. Mølle	311	197	1359	419	51	248	459	261	286	292	389	764	1156
Dambrug, ialt	2996	1352	2577	1405	3449	1420	1833	1515	2196	1979	2295	2100	2247
Fårupgård Skolehjem	106	345	346	266	148	136	262	92	69				
Regnvandsbetinget udløb		9	21	21	21	21	16	12	14	21	16	16	15
I alt	3102	1706	2944	1692	3618	1577	2111	1619	2279	2000	2311	2116	2262

Bilag 4.2.9: Jernbalance for Fårup Sø, 2001.

Jern	Alle værdier i kg												Somme	År		
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec				
2001																
Tilløb 320116	201,6	323,2	158,8	167,4	129,1	94,1	87,2	147,3	179,6	165,7	279,5	225,8	637,4	2159,4		
Tilløb 320118	66	144,9	59,3	40,1	37	35,9	25,7	29,9	40,3	54,7	75,4	59,4	168,8	668,5		
Umålt opland	47,4	104	42,6	28,8	26,6	25,8	18,4	21,4	29	39,3	54,1	42,7	121,2	480		
Grundvand	1269,3	1040,1	997,8	1021,8	1093,6	1072	1315,8	1000,6	1062,3	1208,5	1107,3	1175,6	5544,3	13364,8		
Ialt	1584,2	1612,2	1258,4	1258,1	1286,3	1227,8	1447,2	1199,3	1311,1	1468,3	1516,3	1503,5	6471,6	16672,6		
Afløb 320232	272,5	277,4	122,6	81,3	61,2	117,8	73,3	87,8	161,3	89,9	55,6	108,7	501,5	1509,5		
Grundvand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ialt	272,5	277,4	122,6	81,3	61,2	117,8	73,3	87,8	161,3	89,9	55,6	108,7	501,5	1509,5		
Magasinering	-93,1	258,6	-375,8	146,4	-3,4	-125,6	-166,3	881,9	-404,5	-224,9	-30,8	223,8	182,1	86,3		
Retention	1404,8	1076,2	1511,6	1030,4	1228,5	1235,5	1540,2	229,6	1554,3	1603,3	1491,4	1171	5788	15076,8		
Ialt	1311,7	1334,8	1135,8	1176,8	1225	1109,9	1373,9	1111,5	1149,8	1378,4	1460,7	1394,8	5970,1	15163,1		

Bilag 4.2.10: Jerntilførsel for Fårup Sø, 1989-2001.

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

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

Bilag 6.1.1: Målte værdier af vandkemiske variabler incl. hypolimnion, Fårup Sø, 2001.

	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
07-02-01	4,00	7,94	0,0011	0,064	0,047	2	1,718	1,7	0,018	16	0,09	3,36	1,3	1	0,73
14-03-01	1,6	8,36	0,046	0,047	0,0067	1,9	1,411	1,4	0,011	15	0,17	2,16	7,2	3,2	5
04-04-01	3,4	8,46	0,0048	0,02	0,002	1,5	1,312	1,3	0,012	12	0,054	2,17	2,1	1,8	2,8
25-04-01	2,4	8,44	0,0049	0,022	0,002	1,4	1,131	1,1	0,031	12	0,12	2,12	2,9	2	1,5
09-05-01	2,1	8,64	0,0066	0,033	0,0032	1,3	0,804	0,78	0,024	11	0,068	2,18	4,3	3,5	4,6
23-05-01	6,5	8,11	0,001	0,044	0,015	1,1	0,826	0,76	0,066	12	0,044	2,21	1,2	1	0,77
07-06-01	4,9	8,03	0,0046	0,043	0,013	1,1	0,91	0,81	0,1	12	0,14	2,25	2,4	1,4	1,4
22-06-01	3,55	8,17	0,01	0,11	0,014	1,4	0,65	0,6	0,05	13	0,08	2,18	2,9	1,9	1,9
04-07-01	2,5	8,85	0,016	0,045	0,004	0,83	0,464	0,45	0,014	7,5	0,075	2,24	5,3	2,9	3,2
19-07-01	2	8,67	0,023	0,058	0,0029	0,87	0,402	0,38	0,022	7,2	0,11	2,24	5,5	3,2	3,1
31-07-01	1,8	8,56	0,044	0,039	0,0025	0,62	0,081	0,069	0,012	2	0,04	2,09	5,5	3,4	4,4
14-08-01	2,25	7,75	0,018	0,081	0,04	0,77	0,38	0,21	0,17	3,6	0,12	2,09	3,9	1,9	22,2
29-08-01	1,75	8	0,017	0,14	0,074	0,73	0,42	0,2	0,22	6,6	0,21	2,12	6,4	4,7	2,5
11-09-01	1,9	7,79	0,02	0,13	0,093	0,96	0,52	0,31	0,21	10	0,18	2,08	5	2,7	2,7
26-09-01	2,6	7,7		0,14	0,096	1,1	0,8	0,55	0,25	12	0,14	2,13	3,8	1,7	1,4
10-10-01	2,8	8,1	0,0084	0,14	0,097	1,3	0,9	0,7	0,2	14	0,11	2,1	3,7	1,7	1,3
07-11-01	4,5	7,85	0,0058	0,11	0,091	1,3	1,14	1,1	0,04	15	0,085	2,4	1,6	1	0,82
12-12-01	5,3	7,89	0,0018	0,1	0,087	1,3	1,359	1,3	0,059	17	0,086	2,12	1,7	1	
Median	2,55	8,105	0,0084	0,061	0,0145	1,2	0,815	0,73	0,045	0,73	0,1	2,165	3,75	1,9	2,5
min	1,6	7,7	0,001	0,02	0,002	0,62	0,081	0,069	0,011	0,069	0,04	2,08	1,2	1	0,73
max	6,5	8,85	0,046	0,14	0,097	2	1,718	1,7	0,25	1,7	0,21	3,36	7,2	4,7	22,2

HYP0	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
04-07-01			0,035	0,0038	0,88	0,526	0,056	0,47		0,077				
19-07-01			0,13	0,074	1,2	0,8	0,48	0,32		0,2				
31-07-01			0,041	0,015	0,88	0,55	0,24	0,31		0,051				

Bilag 6.1.2: Vandkemiske analyser i Fårup Sø, 1989-2001.
Tidsvægtede sommer- (1.5-1.10) og helårlige gennemsnit.

Tidsvægtede års-gennemsnit	Sigtd.	pH	Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat-kvælstof	Silicium	Total-jern	Alkal.	Susp. stof	Glødetab	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	3,15	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

r ²	0,71	0,61	0,740	0,410	0,019	0,42	0,05	0,12	0,06	0,4	0,17	0,15	0,58	0,45	0,70
P-værdi	0,00029	0,0016	0,00015	0,018	0,65	0,015	0,47	0,23	0,43	0,03	0,25	0,18	0,003	0,01	0,002

Tidsvægtede sommer-gennemsnit	Sigtd.	pH	Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat-kvælstof	Silicium	Total-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
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

r ²	0,65	0,49	0,450	0,450	0,308	0,12	0,00		0,15	0,3		0,37	0,51	0,35	
P-værdi	0,0009	0,008	0,0109	0,011	0,049	0,242	0,95		0,198	0,036	0,44	0,027	0,005	0,03	

Bilag 6.1.3: Ilt- og temperaturprofiler i Fårup Sø, 2001.

Dato	Dybde m	Temp grader	mg/l	lit %	pH	Dato	Dybde m	Temp grader	mg/l	lit %	pH	Dato	Dybde m	Temp grader	mg/l	lit %	pH	
14-03-01	0,2	3,6	14,7	111	8,3	22-06-01	0,2	15,5	10	99,9	8,37	29-08-01	0,2	18,7	7,1	76,2	8,06	
	1,0	3,6	14,8	112	8,34		1,0	15,5	10,1	101	8,4		2,0	18,2	7,1	75,8	7,96	
	3,0	3,5	15,1	114	8,34		2,0	15,4	10,1	102	8,39		4,1	18,1	7,2	76	4,06	
	5,0	3,5	15,5	117	8,35		3,1	15,4	10,3	103	8,35		6,1	18,1	7,3	76,9	6,05	
	7,0	3,5	15,8	119	8,31		4,1	15,3	10,4	104	8,29		8,0	18	6,6	69,5	8,05	
	8,0	3,5	15,9	129	8,32		5,0	15,2	10,4	104	8,27		9,0	17,9	6,7	70,6	9,01	
	8,5	3,5	16	121	8,31		6,0	15,2	10,3	102	8,24		9,7	17,9	6,8	71,3	9,74	
	8,7	3,5	16,1	121	8,31		7,1	15,1	10,1	101	8,13		10,0	17,9	6,7	70,9	10	
	9,0	3,5	16,1	122	8,31		8,0	15	9,8	97,4	8,02		11-09-01	0,2	15,8	8,4	84,9	7,8
	9,2	3,5	16,3	123	8,3		9,0	14,2	8,5	83	7,7			1,5	15,7	8,3	83,6	7,78
	9,5	3,5	16,3	123	8,29		10,0	13,8	7,1	68,3	7,57			3,0	15,6	8,1	81,3	7,71
10,0	3,5	16,2	123	8,28	04-07-01	0,2	19,7	14,1	155	8,84	4,5	15,6		8,1	81,4	7,69		
04-04-01	0,2	4,3	14,1	109		8,24	1,1	19,6	15	164	8,9	6,0		15,5	8,2	82,6	7,69	
	2,0	4,3	14,3	111		8,29	2,0	18,9	15,7	169	8,85	7,0		15,5	8,3	83	7,68	
	3,0	4,3	14,9	115		8,27	3,0	18,7	15,2	163	8,71	8,0		15,5	8,2	82,6	7,64	
	4,0	4,3	14,7	113		8,32	4,0	18,3	13,8	147	8,47	9,0		15,5	8,2	82	7,64	
	5,0	4,3	15	116		8,31	5,0	17,7	12,7	134	8,24	9,5		15,4	8	80	7,6	
	6,0	4,3	15,1	116		8,31	6,1	16,8	10,5	108	8,75	10,0		15,4	3,4	34,5	7,17	
	7,1	4,3	15,2	117		8,33	6,5	15,1	6,4	64,9	8,55	26-09-01		0,2	13,2	8,6	81,8	7,58
	8,0	4,3	15,2	117		8,34	7,0	15,6	8,1	81,2	8,49		2,0	13,2	8,6	81,7	7,64	
	9,0	4,3	15,3	118		8,36	7,5	15,1	3,6	36,1	8,37		4,0	13,2	8,7	82,9	7,66	
	10,0	4,3	15,4	118		8,36	8,1	14,9	2,2	22,2	8,33		6,0	13,2	8,8	84,5	7,66	
	25-04-01	0,3	7	14,5	120	8,26	9,0	14,8	1,4	13,6	8,31		8,0	13,2	8,9	85,3	7,65	
2,0		6,9	14,8	122	8,33	19-07-01	0,2	18,8	11,9	128	8,57		10,0	13,2	8,9	85,4	7,64	
4,0		6,9	15,1	125	8,33		1,1	18,8	11,8	127	8,57		10,2	13,2	8,9	84,8	7,64	
6,0		6,8	15,4	127	8,31		2,0	18,8	12,2	132	8,54		10-10-01	0,2	12,9	10	94,5	7,98
8,0		6,8	15,5	127	8,31		3,0	18,5	12	129	8,33			1,0	12,9	9,9	94,1	8,05
9,1		6,8	15,9	130	8,3		4,0	18,3	11	117	8,07			2,0	12,9	10	94,9	8,06
9,5	6,8	15,8	130	8,3	5,0		18	9,7	103	7,87	3,1			12,9	10,1	95,9	8,05	
09-05-01	0,2	11,2	12,7	116	8,15	6,1	17,9	7,8	82,4	7,58	4,0	12,9		10,2	96,9	8,05		
	1,0	11,1	13,2	120	8,19	7,1	17,7	6,7	70,6	7,51	5,1	12,9		10,2	96,4	8,05		
	1,0	10,9	13,7	124	8,21	8,3	17,1	1,6	17	7,22	6,0	12,8		10,2	96,7	8,05		
	2,0	10,9	13,9	126	8,22	8,5	16,6	0	0	7,22	7,1	12,9		10,2	97,1	8,05		
	3,0	10,8	13,9	125	8,19	9,0	16,6	0	0	7,22	8,1	12,9		10,2	97	8,05		
	4,1	10,8	13,9	126	8,18	9,5	15	0	0	7,26	9,1	12,8		10,2	97,14	8,04		
	5,0	10,8	14	125	9,19	31-07-01	0,2	20,5	9,4	105	8,45	07-11-01		0,3	8,9	10	86,1	7,66
	6,0	10,7	13,8	125	8,15		1,0	20,5	9,6	107	8,52		1,1	8,9	9,9	85,1	7,76	
	7,0	10,4	13,2	118	7,96		2,0	20,3	9,4	104	8,37		2,0	8,9	10	86	7,8	
	8,0	10,3	12,1	108	7,72		3,0	20,3	9,5	106	8,34		3,0	8,9	10	86,3	7,84	
	9,1	9,8	10,5	93	7,47		4,0	20,1	8,9	98,2	7,87		4,1	8,9	10,1	87,3	7,85	
10,0	9,6	9,2	81,5	7,34	4,5		19,7	7,8	86	7,55	5,1		8,9	10,2	88,1	7,87		
23-05-01	0,2	14,2	13,5	131	8,08		4,8	19	6,5	70,4	7,37		6,0	8,9	10,2	88,4	7,88	
	2,0	14,1	13,8	134	8,12		5,0	18,8	6	64,9	7,3		7,0	8,9	10,3	88,8	7,89	
	4,0	14	14,3	139	8,12		5,5	18,3	4,6	48,9	7,14		8,0	8,9	10,3	89,2	7,89	
	6,0	13,2	14,8	141	8,04		6,0	17,9	2,9	30,9	7,09		9,0	8,9	10,4	89,6	7,89	
	7,0	12,8	14,8	140	8,01		7,0	17,4	2,1	22,4	7,16		10,0	8,9	10,4	89,9	7,91	
	8,0	12,8	14,7	140	7,99	8,0	16,9	1,8	18,8	7,29	10,8	8,9	6,6	56,8	7,45			
	9,0	12,7	14,5	137	7,91	9,1	16,7	1,6	16,2	7,34								
	10,0	12,5	13,8	130	7,8	9,6	16,1	1,4	13,8	7,37								
	10,5	12,4	12,3	116	7,71	14-08-01	0,2	17,7	9,1	95,7	7,7							
	07-06-01	1,3	14	10	97,3		7,7	1,0	17,7	9	95,1	7,79						
		3,1	14	10,3	100		7,72	3,0	17,6	9,2	96,5	7,81						
4,0		13,9	10,4	101	7,73		5,0	17,6	9,4	98,5	7,8							
6,0		13,9	10,5	102	7,72		7,0	17,6	9,4	98,9	7,16							
8,0		13,6	10,3	99,5	7,58		9,0	17,2	7,9	82,2	7,49							
9,0		13,5	10,3	98,8	7,57		9,9	16,9	3,2	32,7	7,3							
10,0		13,4	10,2	98,1	7,54													
10,2	13,4	9,6	92,5	7,27														

Bilag 6.4.1: Biomasse af fytoplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Fårup Sø, 2001.

	Kiselalger	Blågrøn- alger	Grøn-alger	Rekyl- alger	gulalger	Ubestemte	Total- biomasse
2001	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l
14.03.01	1,449			0,156			1,605
04.04.01	0,578			0,475			1,052
25.04.01	0,443			0,129		0,004	0,576
09.05.01	0,615			0,276			0,891
23.05.01				0,07			0,07
07.06.01	0,064		0,106	0,023			0,192
22.06.01	0,53		0,079	0,53		0,062	1,201
04.07.01	4,166			0,088			4,255
19.07.01	4,42		0,01	0,026		0,135	4,592
31.07.01	2,576	0,001		0,031	0,006		2,613
14.08.01	0,377			0,13	0,026	0,019	0,552
29.08.01	0,1	0,008	0,036	0,08	0,04	0,029	0,293
11.09.01		0,001		0,957		0,048	1,006
26.09.01	0,05			0,062		0,009	0,121
10.10.01	0,144			0,144		0,032	0,32
07.11.01	0,218			0,022		0,006	0,246
Medium							0,734
Minimum							0,07
Maksimum							4,592

Bilag 6.4.2: Algebiomasse (sommergennemsnit) som absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Fårup Sø i perioden 1989-2001.

Tidsvægtede sommerngs.	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	2,51	5,73	1,08	0,72	0,47			0,05	10,55
1990	5,79	3,73	0,39	0,25	0,83			0,16	11,14
1991	2,92	0,62	0,18	0,59	0,09			0,18	4,57
1992	2,35	9,74	0,16	0,10	0,09			0,19	12,63
1993	4,45	11,97	0,09	0,45	0,15			0,17	17,27
1994	3,24	7,95	0,02	0,29	0,22	0,05		0,32	12,08
1995	4,92	4,23	0,09	0,50	0,21			0,06	9,99
1996	4,03	4,43	0,06	0,58	1,27			0,05	10,42
1997	0,90	6,83	0,17	0,74	0,66	0,05		0,07	9,43
1998	1,49	0,32	0,08	0,32	0,04	0,02		0,01	2,29
1999	0,43	0,42	0,45	0,18	0,03				1,51
2000	1,09	0,39	0,04	0,18	0,00			0,00	1,70
2001	1,138	0,001	0,022	0,206			0,007	0,031	1,41
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	23,8	54,3	10,2	6,8	4,5			0,4	100
1990	51,9	33,4	3,5	2,3	7,4			1,4	100
1991	63,9	13,5	3,9	12,8	2,1			3,9	100
1992	18,6	77,1	1,3	0,8	0,7			1,5	100
1993	25,7	69,3	0,5	2,6	0,9			1,0	100
1994	26,8	65,8	0,1	2,4	1,8	0,4		2,6	100
1995	49,2	42,3	0,9	5,0	2,1			0,6	100
1996	38,6	42,5	0,6	5,6	12,2			0,5	100
1997	9,6	72,5	1,8	7,9	7,0	0,5		0,7	100
1998	65,0	13,9	3,5	14,2	2,0	0,8		0,6	100
1999	28,5	27,8	29,8	11,9	2,0				100
2000	63,9	23,1	2,5	10,4	0,0			0,1	100
2001	81,0	0,1	1,6	14,7				2,2	100

Bilag 6.4.3: Biomasse af zooplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Fårup Sø, 2001.

Fårup Sø	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder	Dreissena polymorpha	Total-biomasse
2001	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l
14-mar	0,4	2,6	22,7	18,6		44,4
04-apr	0,1	0,0	40,1	31,8		72,0
25-apr	1,6	9,9	29,5	47,5		88,4
09-maj	3,6	13,5	14,7	40,1		71,9
23-maj	0,2	953,0	177,6	86,4		1217,2
07-jun	0,0	173,1	50,2	3,3		226,5
22-jun	2,6	431,4	39,4	13,8	151,3	638,5
04-jul	1,6	204,9	36,9	15,6	162,1	421,1
19-jul	26,0	12,2	13,6	20,0	463,1	534,9
31-jul	58,8	1,3	5,6	6,4	432,1	504,2
14-aug	9,9	15,1	4,1	6,9	361,1	397,1
29-aug	143,1	84,8	6,1	12,6	100,8	347,4
11-sep	109,2	82,5	6,2	26,4	43,9	268,2
26-sep	4,1	71,1	3,0	23,5	0,4	102,0
10-okt	9,0	3,8	4,0	4,3	0,0	21,1
07-nov	0,1	33,3	9,0	8,0	0,0	50,4
Medium						247,3
Minimum						21,1
Maksimum						1217,2

Bilag 6.4.4: Dyreplanktonbiomasse (sommergennemsnit) som absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Fårup Sø i perioden 1989-2001.

Tidsvægtede sommegns.	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder	Dreissena polymorpha	Total-biomasse
	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l
1989	184,1	364,3	154,0	82,4		784,8
1990	270,9	351,6	105,7	180,5		908,8
1991	48,7	279,6	203,9	128,4		660,6
1992	48,0	286,3	104,8	92,3		531,3
1993	74,1	374,3	124,0	86,6		659,0
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	12,5	312,3	155,5	70,3	16,6	567,2
2000	21,0	29,0	40,0	45,0	46,9	181,9
2001	32,4	187,9	33,7	23,6	197,0	474,5

Relativ fordeling	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder		Total-biomasse
	%	%	%	%		Total-biomasse
1989	23,5	46,4	19,6	10,5		100
1990	29,8	38,7	11,6	19,9		100
1991	7,4	42,3	30,9	19,4		100
1992	9,0	53,9	19,7	17,4		100
1993	11,3	56,8	18,8	13,1		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	2,2	55,1	27,4	12,4	2,9	100
2000	11,5	15,9	22,0	24,7	25,8	100
2001	6,8	39,6	7,1	5,0	41,5	100

Bilag 6.5.1: Fiskeyngeldata i Fårup Sø, 2001.

Sektionsnr	1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total	
Pelagiet 1	Vandmængde Filtreret, m3	9,10	7,40	9,60	15,50	9,90	8,10	59,60							
	Art	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal pr. m3	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g pr. m3
	Skalle	5	4	7	3	9	3	0,52	2,10	0,40	1,30	0,60	0,80	0,70	0,10
	Aborre	0	0	0	9	22	1	0,54	0,00	0,00	0,00	3,80	9,40	0,60	0,23
Total	5	4	7	12	31	4	1,06	2,10	0,40	1,30	4,40	10,20	1,30	0,33	

Sektionsnr	1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total	
Littoral	Vandmængde Filtreret, m3	9,80	9,10	9,10	9,10	10,30	8,40	55,80							
	Art	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal pr. m3	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g pr. m3
	Skalle	5	22	21	10	18	4	1,43	0,60	4,10	2,80	2,50	1,60	0,50	0,21
	Aborre	0	0	0	0	2	1	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,80	0,03
Total	5	22	21	10	20	5	1,48	0,60	4,10	2,80	2,50	2,60	1,30	0,24	

Bilag 6.6.1: Areal af delområder ved områdeundersøgelse af undervandsvegetation i Fårup Sø, 2001.

Dybdeinterval (m)							
	0,0-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	I alt
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

Bilag 6.7.2: *Plantedækket areal i delområder, samt dækningsgrader i dybdeintervaller og for hele søen, Fårup Sø, 2001.*

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, 10³ m²							
1	0,005	0,005					0,009
2							
2a							
3	0,019	0,004					0,022
4							
5	0,013	0,013	0,001				0,027
6		0,018	0,001				0,018
7	0,004	0,004					0,008
8	0,063	0,026					0,089
9	0,002						0,002
10		0,095	0,237	0,026	0,007		0,365
11	0,578	1,113	0,226	0,013			1,930
12		0,014	0,007				0,021
13	0,040	0,296	0,188				0,524
14	0,102	0,061	0,031	0,031			0,224
15	0,116	0,231	0,008				0,355
16	0,018	0,005	0,003				0,027
17	0,041	0,047					0,088
18							
19							
Sum	0,999	1,932	0,701	0,070	0,007		3,709
Samlet bund-areal, 10³ m²	31,054	31,051	34,705	34,704	26,667	26,666	184,847
Gns. dækningsgrad, %	3,22	6,22	2,02	0,20	0,02		2,01
Samlet plantedækket areal i sø, 10 ³ m ² :				3,709			
Søareal (ekskl. rørskov), 10 ³ m ² :				974			
Samlet dækningsgrad, %:				0,38			

Bilag 6.7.3: *Plantefyldt volumen i delområder og for hele søen i Fårup Sø, 2001.*

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	0,001	0,002					0,003
2							
2a							
3	0,005	0,002					0,007
4							
5	0,003	0,008	0,001				0,013
6		0,011	0,001				0,012
7	0,001	0,003					0,004
8	0,016	0,017					0,032
9	0,000						0,000
10		0,047	0,154	0,022	0,008		0,232
11	0,144	0,779	0,271	0,022			1,216
12		0,005	0,005				0,010
13	0,010	0,204	0,219				0,433
14	0,025	0,038	0,031	0,049			0,143
15	0,029	0,159	0,009				0,197
16	0,003	0,001	0,000				0,005
17	0,010	0,029					0,039
18							
19							
Sum, 10³m³	0,248	1,304	0,691	0,093	0,008		2,345
Vandvolumen 10³ m³	7,764	23,288	43,381	60,732	60,001	73,332	268,498
Relativt plantefyldt volumen, %	3,198	5,599	1,594	0,153	0,014		0,873
Samlet plantefyldt volumen i sø, 10 ³ m ³ :				2,345			
Søvolumen (ekskl. rørskov), 10 ³ m ³ :				5546			
Relativt plantefyldt volumen, %:				0,042			

Bilag 6.8.1: Dagstilling af fugle hver måned ved Fårup Sø, 2001.

Måned	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sum
isdække (%)	90	95	50									95	
Optalte arter													
toppet lappedykker			12	22	34	24	65	51	55	15	24		302
gråstrubet lappedykker				4			2	1					7
sorthalset lappedykker				2									2
lille lappedykker			1					1		1	1	1	5
fiskehejre	2	3	1			3	5					2	16
skarv							2						2
knopsvane	2	4			2					1		5	14
sangsvane												7	7
grågås			4	5									9
gravand		1	3	4	1	3	2						14
gråand	268	298	197	9	14	18	9	54	23	18	99	396	1403
pibeand	3							5		1			9
krikand			6				16					2	24
troldand	68	230	205	183			22	29	67	112	123	72	1111
taffelend										1			1
hvinand	3	12	17	5							8	1	46
stor skallesluger		7	4										11
grønbenet rørhøne								1	2				3
blishøne	307	355	302	93	25	70	51	170	260	174	255	288	2350
fjordterne								9	1				10
sortterne							1						1
Sum	653	910	752	327	76	118	175	321	408	323	510	774	5347
Sum i den isfri periode				327	76	118	175	321	408	323	510		2258



