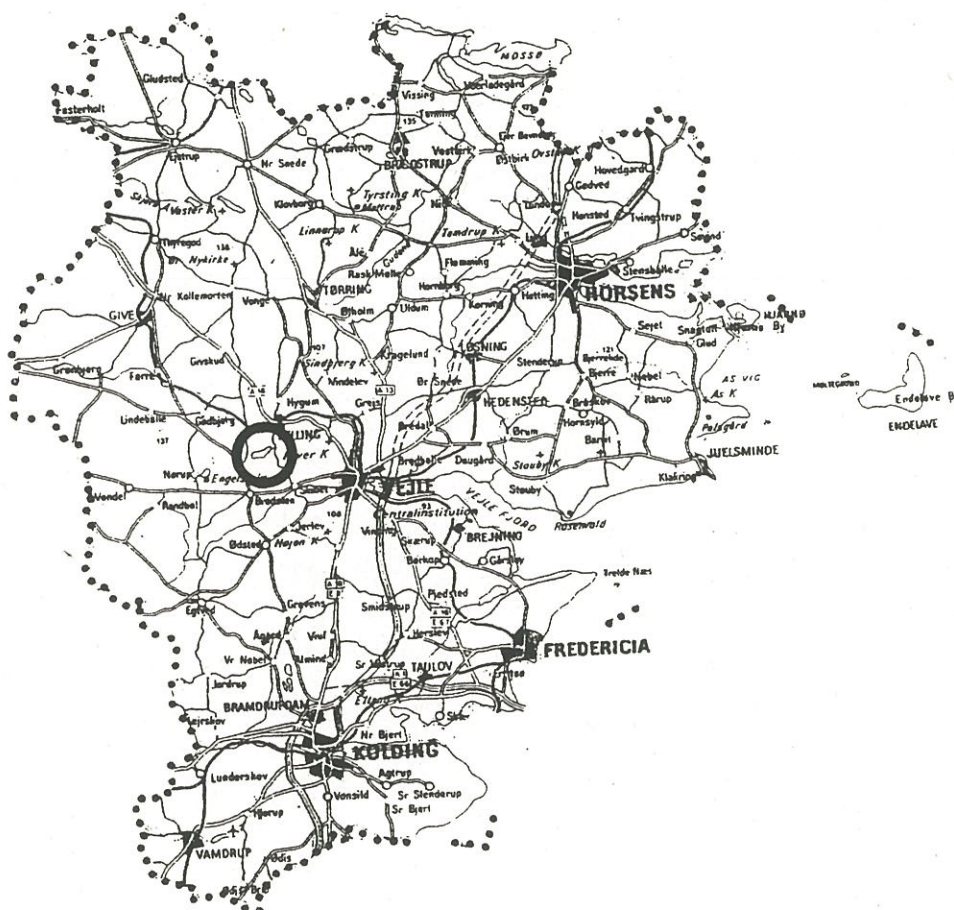


Overvågning af FÅRUP SØ 2000

Næringssalte • Belastning • Biologi



Løbenr.: 60 2001

Eksemplar nr.: 1/3

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

Udgivelsesår: 2001.

Titel: Overvågning af Fårup Sø, 2000.

Undertitel: Næringssalte, belastning, biologi.

Forfatter: Lisbeth Elbæk Pedersen.

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

Forsidelayout: Bureau 2, Bjarne Bågø.

© Copyright: Vejle Amt, 2000. Gengivelse kun tilladt med tydelig
kildeangivelse.

Sideantal: 115.

Oplag: 85.

Tryk: Post og Print, Vejle Amt.

Vedrørende kortmateriale:

Grundmaterialet tilhører Kort- og Matrikelstyrelsen.

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

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

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

ISBN: 87-7750-638-3.

Indholdsfortegnelse	Side
1. Indledning	5
2. Sø- og oplandsbeskrivelse	7
2.1 Søbeskrivelse.....	7
2.2 Oplandsbeskrivelse.....	9
3. Klimatiske forhold	13
3.1 Temperatur og solindstråling.....	13
3.2 Nedbør og fordampning.....	14
3.3 Vind.....	16
4. Vand- og næringsstofftilførsel	17
4.1 Vandtilførsel.....	17
4.2 Kilder til næringsstofftilførslen.....	18
4.3 Udvikling i næringsstofftilførslen.....	23
5. Vand- og stofbalance	27
5.1 Vandstand og vandbalance.....	27
5.2 Kvælstof-, fosfor- og jernbalance.....	29
6. Udviklingen i miljøtilstanden	35
6.1 Ilt og temperatur.....	36
6.2 Kvælstof, fosfor og øvrige parametre.....	37
6.3 Sigtdybde og klorofyl.....	43
6.4 Plante- og dyreplankton.....	44
6.5 Fisk.....	53
6.6 Undervandsplanter.....	56
6.7 Bundfauna.....	63
6.8 Fugle.....	69
6.9 Det biologiske samspil.....	70
7. Sediment	73
8. Miljøtilstand og fremtidig udvikling	77
8.1 Målsætning og miljøtilstand.....	77
8.2 Fremtidig udvikling.....	77
8.3 Muligheder for at nedbringe næringsstof- Belastningen.....	79
9. Sammenfatning og konklusion	83
10. Referenceliste	87
11. Bilag	89

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 1989-2000.

Rapporten omhandler fysiske, kemiske og biologiske undersøgelser i søerne, hvor hovedvægten ligger på at belyse ændringer i miljøtilstanden i 2000 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.

I 2000 er der udover normalprogrammet gennemført en undersøgelse af sedimentet. Der er desuden foretaget en undersøgelse af søens bundfauna, 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 undersøgelsen af Fårup Sø.

Formålet med undersøgelsen er at undersøge søens tilstand og udviklingen i løbet af de sidste 100 år.

Undersøgelsen er gennemført ved hjælp af arkivmateriale og interviews med lokale borgere.

Resultaterne af undersøgelsen er præsenteret i de følgende kapitler.

Undersøgelsen er gennemført af [navn] og [navn].

Undersøgelsen er finansieret af [navn].

Denne rapport er udarbejdet som en del af undersøgelsen af Fårup Sø.

Formålet med undersøgelsen er at undersøge søens tilstand og udviklingen i løbet af de sidste 100 år.

Undersøgelsen er gennemført ved hjælp af arkivmateriale og interviews med lokale borgere.

Resultaterne af undersøgelsen er præsenteret i de følgende kapitler.

Undersøgelsen er gennemført af [navn] og [navn].

Undersøgelsen er finansieret af [navn].

2. Sø- og oplandsbeskrivelse

2.1 Søbeskrivelse

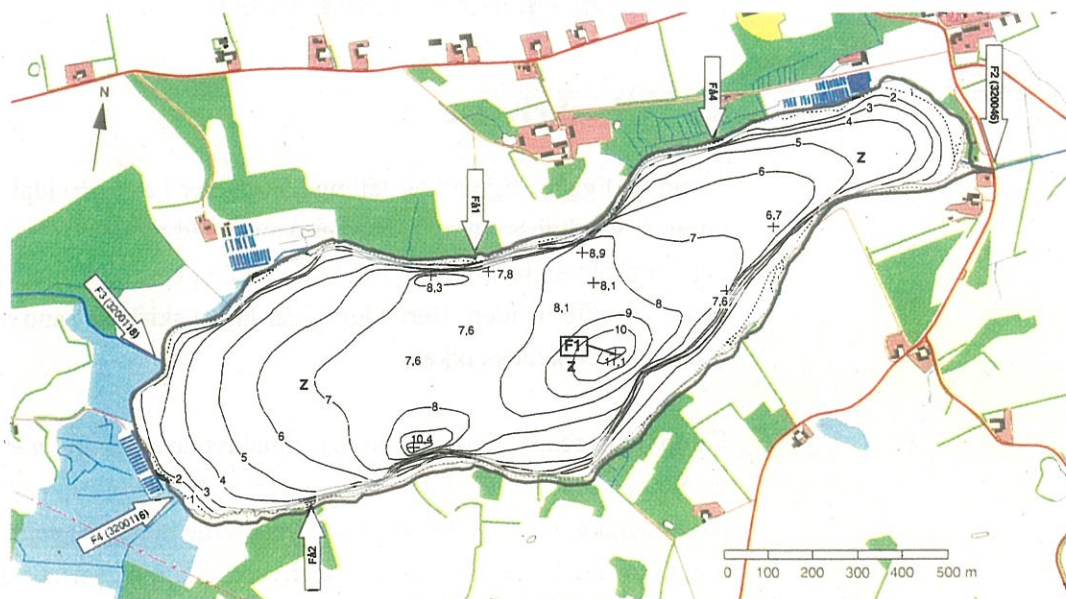
Fårup Sø ligger i Egtved og Jelling kommuner i en tunneldal øverst i Grejs Å-vandløbssystemet. Søen er dannet ved erosion af bundmateriale, der har skabt en lavning i terrænet. Søbunden består af ferskvandsdynd, der er aflejret efter istiden. Herunder ligger lag af skiftevis sand og ler (rækkefølgen 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, 2000.

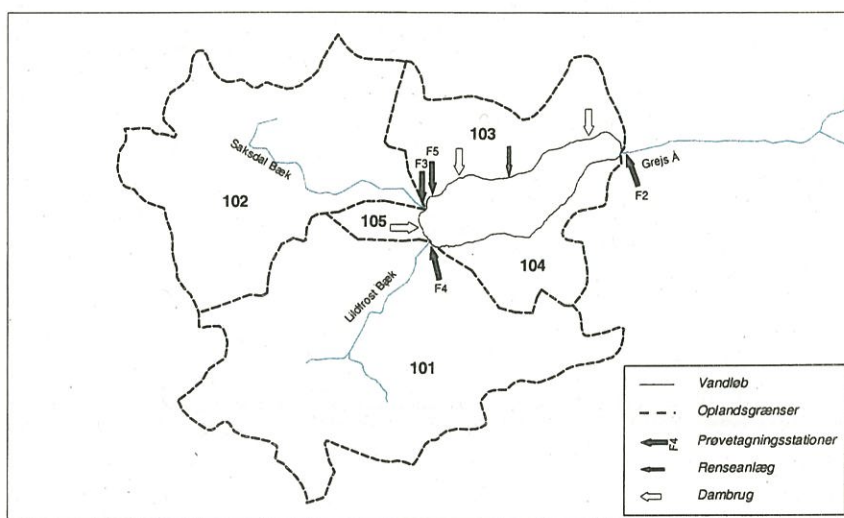




Figur 2.1.1: Fårup Sø med dybdekurver og overvågningsstationer med stationsnumre. F1 angiver stationen, hvor der indsamles vand- og planktonprøver. Z angiver de to øvrige zooplanktonstationer.

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 12,78 km² 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, afhængigt af afstrømningen.

Søens målsætning og miljøtilstand

Fårup Sø er i Regionplan 1997 (Vejle Amt, 1998) målsat som badesø (A2). Det betyder, at søen skal kunne anvendes til badning eller andre aktiviteter, der stiller krav til hygiejnen. Kravene til en generel målsætning skal også være opfyldt, hvilket vil sige, at søen skal sikres et naturligt plante- og dyreliv, der ikke eller kun svagt er påvirket af menneskelig aktivitet. Der er krav om en gennemsnitlig sommersigtdybde 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.

Søen må kun svagt påvirkes af spildevand fra dambrug, spredt bebyggelse og udvaskning fra dyrkede arealer.

For Fårup Sø er der fastsat et krav til den gennemsnitlige sigtdybde på 2,0 m, hvilket er opfyldt i 2000, men den økologiske balance i søen er ikke stabil.

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 14% består af sandblandet ler, figur 2 2.1.

Jordbundstype	Areal (km ²)	Areal i %
grovsandet jord	0,12	1
lerblandet sandjord	9,2	67
sandblandet ler	1,84	14
humus	0,9	7
uklassificeret	1,59	12
Total	13,65	

Arealtype	Areal (ha)	Areal i %
dyrket	1,253	93,9
skov	55	4,1
uopgjort dyrket/udyrket	12	0,9
Total	1,320	

Tabel 2.2.1: Jordbundstyper i oplandet til Fårup Sø.

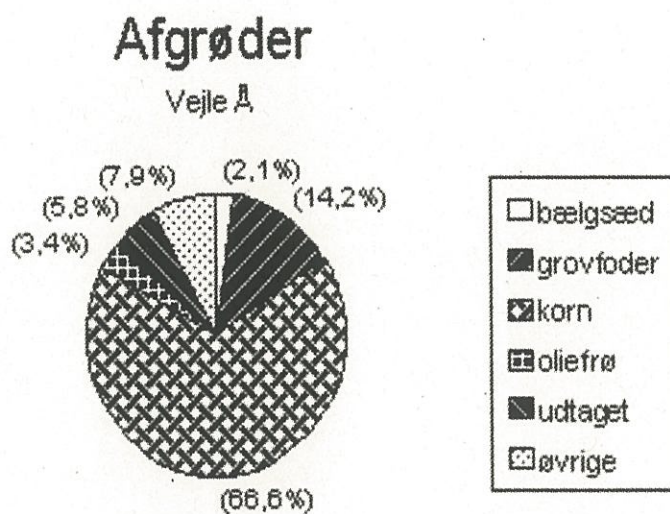
Langt hovedparten af oplandet er landbrugsområder, i alt 94% af søens samlede areal.

	Dyreenheder	N-prod	P- prod.
	DE	kg	
kvæg	272	27,240	4,291
svin	265	4,291	6,903
andet	16	13,195	0,465
total	553	44,726	11,659

Tabel 2.2.2: Husdyr i oplandet til Fårup Sø.

Tætheden af husdyr i oplandet er på 41,9 DE/ km². Hovedparten af besætningerne består af svin med mindre end 50 dyreenheder. De største besætninger er på 50-75 dyreenheder, og disse består overvejende af svin. Der er en enkelt fårebesætning og en enkelt strudsefarm i oplandet.

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



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

Der er i 1999 registreret 107 ejendomme udenfor kloakeret område. Det svarer til en tæthed på 22,6 Pe/ha.

Derudover tilledes der spildevand fra 3 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 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
2000	8,9	1620	832	458
Normalen 1961-91	7,9	1676	781	

Tabel 3.1: Lokale klimatiske forhold i 2000 sammenlignet med perioden 1994-99 for temperatur og soltimer, og 1989-99 for nedbør og fordampning. Lufttemperatur er angivet som det årlige gennemsnit, mens soltimer, nedbør og fordampning er angivet som den samlede årlige mængde. Fordampningsdata fra 1999 og 2000 stammer fra st. Båstrup, mens der de øvrige år er anvendt værdier fra st. Bredsten.

3.1 Temperatur og solindstråling

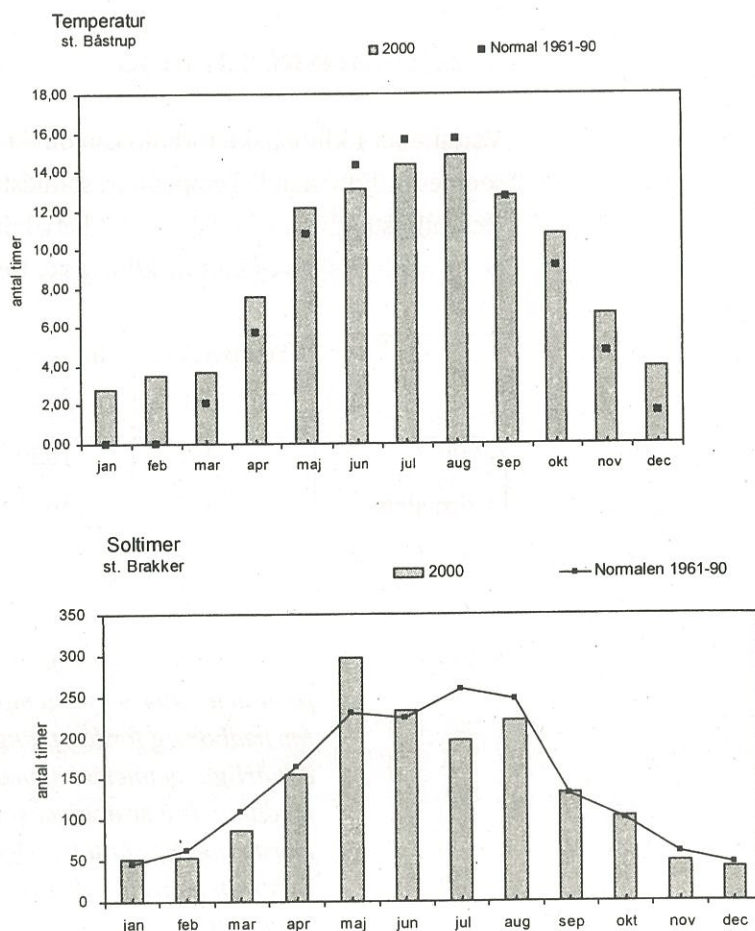
Lufttemperaturen og solindstrålingen har betydning for opvarmingen af søvandet og dermed de biologiske og kemiske processer. Solindstrålingen har desuden betydning for plantevæksten. Indstråling angives i soltimer.

Lufttemperatur

Årsmiddeltemperaturen er 8,9° C i 2000 mod normalen på 7,9° C. Bortset fra sommermånederne ligger temperaturen over middel for månederne i de foregående år. Især vintermånederne har usædvanligt høje temperaturer og meget få dage med frost. I sommermånederne juni, juli og august er middeltemperaturen lavere end tidligere, figur 3.1.

Indstråling

I 2000 skinner solen i 1620 timer, hvilket er lavere end perioden 1994-99, Der er højere solindstråling end normalt i maj, men resten af året ligger på normalen eller under. Særlig juli og august ligger under månedsmidlerne for perioden 1994-99. I maj skinner solen 68 timer mere end gennemsnittet for den forudgående periode.



Figur 3.1: Sammenligning af den månedlige middeltemperatur (°C), Soltimer med månedsnormalen 1961-90.

3.2 Nedbør og fordampning

Nedbør

Årsnedbøren på målestation Bredsten er 832 mm nedbør, hvilket er lidt over normalen på 781 mm. Kun få måneder afviger væsentligt fra gennemsnittet af de foregående år, figur 3.2. Specielt er nedbøren i februar, marts og især i maj høj. Derimod falder der mindre nedbør i januar, april, juli og december end normalt.

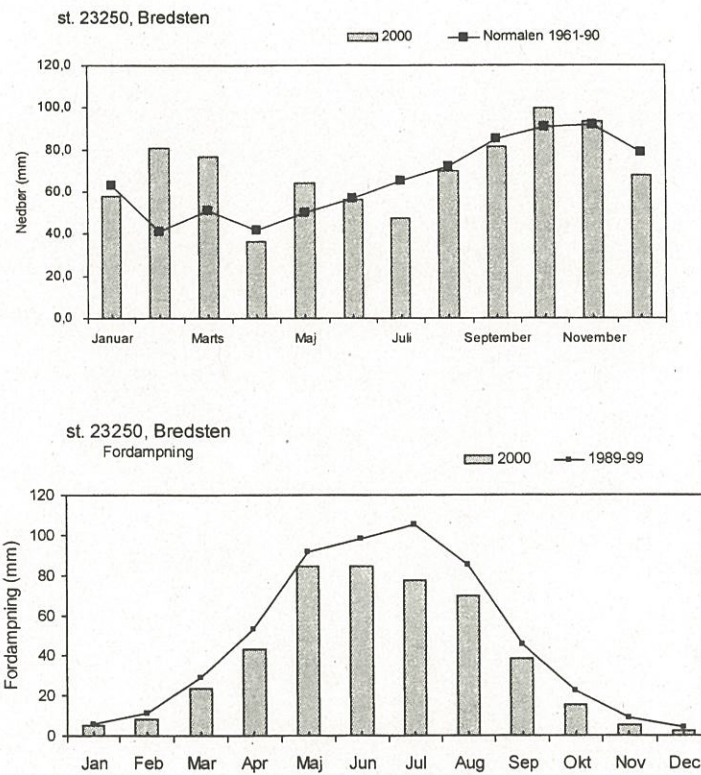
Fordampning

Fordampningsdata fra 2000 er vanskelige at sammenligne med den tidligere periode, idet der fra 1999 er benyttet data fra st. Båstrup, mens der tidligere er benyttet data fra st. Bredsten. I 1999 er fordampningen 458 mm, hvilket er væsentlig mindre end gennemsnittet for 1989-99 på 561 mm.

Fordampningen er mindre i alle månederne end gennemsnittene for de foregående år.

3.3 Vind

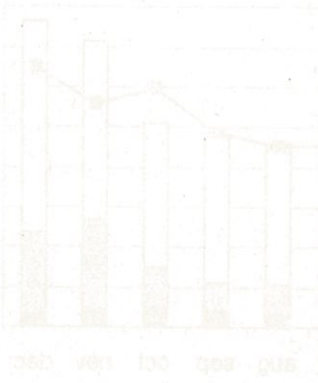
Vinden har betydning for opblandingen af vandmasserne i søerne og er dermed også afgørende for, om vandmasserne lagdeles med springlag og i givet fald, hvor dybt springlaget dannes. Vinden har også betydning for udvekslingen af næringsstoffer mellem bundvand og de øverste vandmasser. På grund af Fårup Sø's øst-vendte udstrækning hører længerevarende lagdeling til sjældenhederne.



Figur 3.2: Sammenligning af den månedlige nedbør og fordampning med månedsnormalen 1961-90.

4. Vand- og næringsstofftilførsel

4.1 Vandtilførsel



Vandtilførsel (mill m ³)	År	Sommer
Lildfrost Bæk	1,79	0,39
Saksdal Bæk	1,13	0,24
Umålt opland	0,81	0,17
Overfladeafstr.	3,74	0,80
Nedbør	0,83	0,32
Grundvand umålt	9,16	3,64
Total vandtilførsel	13,73	4,76

Tabel 4.1.1: Vandtilførslen til Fårup Sø, 2000.

Den totale vandtilførsel er i 2000 den næststørste i overvågningsperioden med i alt 13,732 mill. m³, og dermed også mere end gennemsnittet for perioden 1989-99, som var på 12,95 mill. m³. Størsteparten af den samlede vandtilførsel kommer fra grundvand, i alt 67% i 2000, mens overfladeafstrømningen udgør 27%. Den samlede vandtilførsel varierer kun lidt fra år til år på grund af det relative konstante og høje grundvandsbidrag.

Nedbør

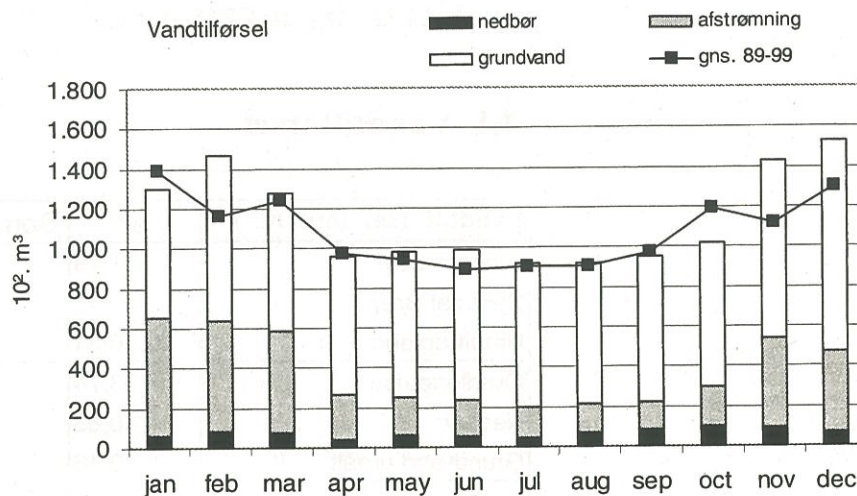
Den totale månedsvise vandtilførsel fordelt på nedbør, afstrømning og grundvand for 2000 er afbildet i figur 4.1.1. Nedbøren på søen i januar, april, juli og december er lavere end gennemsnittet for overvågningsperioden, mens der i maj falder mere i forhold til de tidligere år. Den samlede nedbørsmængde er i 2000 på 831.400 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.

Grundvandstilførslen

I 2000 afviger grundvandstilførslen, idet tilførslen i februar, november og december er betydeligt højere end for gennemsnittet for de øvrige år. Den månedsvise grundvandstilførsel varierer mere end for de øvrige år. Den årlige grundvandstilførsel til søen varierer normalt kun lidt fra år til år.



Figur 4.1.1: Den månedlige vandtilførsel fordelt på nedbør, overfladeafstrømning (10^3 m^3) og grundvand i 2000 sammenlignet med gennemsnittet af den samlede månedsvise vandtilførsel i perioden 1989-99.

4.2 Kilder til næringsstofftilførslen

Fårup Sø modtager næringsstoffer via overfladisk afstrømning fra oplandet (tilløb samt umålt opland), punktkilder, atmosfærisk deposition og grundvand. Overfladisk afstrømning af næringsstoffer til søen er beregnet på baggrund af målinger af vandføring og næringsstoffer i Lildfrost Bæk og Saksdal Bæk. Det umålte opland er beregnet ved arealkorrektion.

Fosfor-, kvælstof- og jertilførslen til Fårup Sø i 2000 fremgår af tabel 4.2.1.

Den samlede fosfortilførsel til Fårup Sø er i 2000 på 1.103 kg og er lidt større end gennemsnittet for perioden 1989-1999, som var på 1.029 kg.

Tilførslen af kvælstof på 36,34 tons i 2000 er væsentlig større end gennemsnittet for perioden 1989-99, som var på 25,16 tons.

Jerntilførslen er med 16,47 tons i 2000 større end gennemsnittet for perioden 1989-99.

2000	Fosfor	Kvælstof	Jern
Ar	(ton/år)		
Lildfrost Bæk (320116)	0,107	4,52	1,87
Saksdal Bæk (320118)	0,066	5,50	0,79
Umålt tilløb	0,048	3,95	0,57
Punktkilder	0,203	2,10	
Atm. deposition	0,010	1,50	
Grundvand	0,669	18,78	13,24
Samlet tilførsel	1,103	36,34	16,47
Sommer	Fosfor	Kvælstof	Jern
Lildfrost Bæk (320116)	0,024	0,142	0,614
Saksdal Bæk (320118)	0,012	0,770	0,213
Umålt tilløb	0,009	0,553	0,153
Punktkilder	0,085	0,875	
Atm. deposition	0,004	0,622	
Grundvand	0,266	7,463	5,263
Samlet tilførsel	0,400	10,425	6,243

Tabel 4.2.1.: Fosfor-, kvælstof- og jerntilførslen til Fårup Sø, 2000.

Definitioner og beregning

Afstrømningen af næringsstoffer fra oplandet stammer dels fra naturen selv og dels fra et kultureltbetinget bidrag. **Naturbidraget** er den mængde næringsstof, som vil afstrømme fra søoplandet, hvis dette ligger hen som naturområde, mens det kulturbetingede bidrag (**det åbne land**) stammer fra spildevand fra spredt bebyggelse og dyrkning.

Naturbidraget er beregnet ud fra vandføringsvægtede koefficienter på 0,041 mg fosfor/l og 1,35 mg kvælstof/l fra Danmarks Miljøundersøgelser, 2001. Beregning af spildevand fra spredt bebyggelse bygger på oplysninger fra kommunerne om afledningsforholdene på de i alt 100 registrerede ukloakerede ejendomme. Dyrkningsbidraget beregnes som forskellen mellem den samlede overfladiske afstrømning og summen af naturbidrag og spredt bebyggelse.

Punktkilder omfatter i 2000 bidrag fra tre dambrug og et regnvandsbetinget udløb fra Gammelby. 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 3 overfladenære kilder ved søen.

Kildeopsplitning af næringstilførslen

Figur 4.2.1. viser den relative fordeling af kilderne til kvælstof- og fosfortilførslen i 2000 og i perioden 1989-2000. I bilag 4.2.2 og 4.2.7. er tilførslen af fosfor og kvælstof for de enkelte år i 1989-2000 angivet i tabel.

Kvælstof

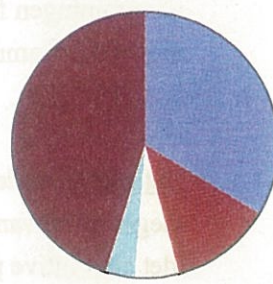
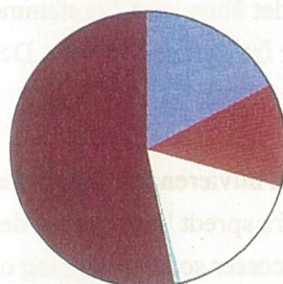
Bidraget fra det åbne land og grundvand er, som de tidligere år, de væsentligste kvælstofkilder med henholdsvis 38 og 52% af den samlede tilførsel. Naturbidraget udgør også en væsentlig kilde til kvælstoftilførslen med 14%, mens bidragene fra dambrug og spredt bebyggelse kun udgør en mindre del.

Fosfor

De væsentligste fosforkilder er grundvandsbidraget med 61%, dernæst det åbne land (20%), dambrug (18%), natur (14%).

2000 - Fosfor

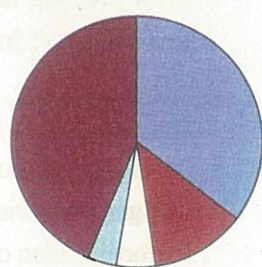
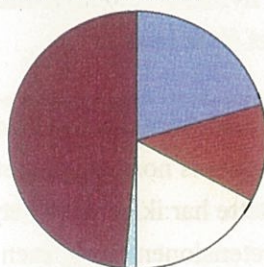
Kvælstof



■ åbent land
 ■ naturbidrag
 □ Punktkilder
 ■ Atm. deposition
 ■ Grundvand

Fosfor - 1989-2000

Kvælstof



■ åbent land
 ■ naturbidrag
 □ Punktkilder
 ■ Atm. deposition
 ■ Grundvand

Figur 4.2.1: Kilder til fosfor- og kvælstoftilførslen til Fårup Sø for 2000 og for perioden 1989-2000.

Vurdering af de enkelte kilder

Den atmosfæriske deposition betyder kun lidt på Fårup Sø, svarende til henholdsvis 0,9 og 4,1% for fosfor og kvælstof af de samlede tilførsler. Punktkildeudledningen af fosfor og kvælstof svarer i 2000 til 18 og 9% af den samlede udledning, hvoraf bidragene fra dambrugene udgør langt den største punktkilde.

Naturbidraget er beregnet til at udgøre 14% af den samlede fosfor- og kvælstoftilførsel. Naturbidraget er formentlig overvurderet ved anvendelse af naturkoefficienterne. Hvilket betyder en underestimering af bidraget fra det åbne land.

Kvælstofbidraget fra det åbne land er i 2000 beregnet til 5049 kg, Bidraget fra dyrkede marker udgør den næststørste kvælstofkilde med i alt 37% af den samlede kvælstoftilførsel, mens bidraget fra spredt bebyggelse kun udgør en mindre del.

Bidraget af **fosfor** fra det åbne land er beregnet til 68 kg i 2000. Med en beregnet udledning af fosfor på 72 kg fra spredt bebyggelse, betyder dette, at

der i 2000 kan beregnes et negativt fosforbidrag fra det åbne land. 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 så 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 naturbidraget formentlig 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 betydelige. 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 prøvetagnings-praksis 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 overfladeafstrøm-

ningen til Fårup Sø. Hvor stor underestimeringen er ved Fårup Sø vides ikke, men kan forventes at være mellem 30 og 60%. Et positivt landbrugsbidrag opnås kun ved at korrigere for en underestimering af den overfladiske afstrømning, hvilket fremgår af scenariet i tabel 4.2.1.

scenarier- 2000	Fosfor	Fosfor, korrigeret	
kg fosfor	målt	30%	60%
Naturbidrag	0,153	0,153	0,153
Spredt bebyggelse	0,072	0,072	0,072
Landbrugsbidrag	-0,004	0,060	0,129
Samlet afstrømning	0,221	0,285	0,354

Tabel 4.2.1: Scenarie over fordeling af overfladeafstrømningen til Fårup Sø på natur, spredt bebyggelse og landbrugsbidrag.

Grundvandsbidraget fra både fosfor og kvælstof udgør mere end halvdelen af den samlede stoftilførsel. En meget stor del af dette grundvand er meget ungt og medbringer derfor næringsstoffer fra overfladiske kilder. Man kan derfor forvente, at en del af grundvandsbidraget er kulturbetinget og dermed stamme fra dyrkning og spredt bebyggelse.

4.3 Udvikling i næringsstilførslen

I dette afsnit gives et beskrivelse af udviklingen af næringsbelastningen fra de væsentligst næringsstofkilder til Fårup Sø.

I bilag 4.2.4 er angivet belastningen af de enkelte **punktkilder** til Fårup Sø i perioden 1989-2000. Der er ikke sket en væsentlig udvikling i udledningen fra dambrugene, som udgør den væsentligste punktkilde til søen, og dermed heller ikke i den samlede punktkildeudledning. Udledningen af spildevand fra punktkilder er i 2000 på 2116 kg, svarende til gennemsnittet for perioden 1989-2000. De forskelle, der kan ses, er primært udtryk for forskelle i beregningsmetoder og anvendelse af forskellige fodertyper med forskelligt næringsindhold. Dog er den beregnede udledning fra Fårup Sø Dambrug bemærkelsesværdig lav i 2000.

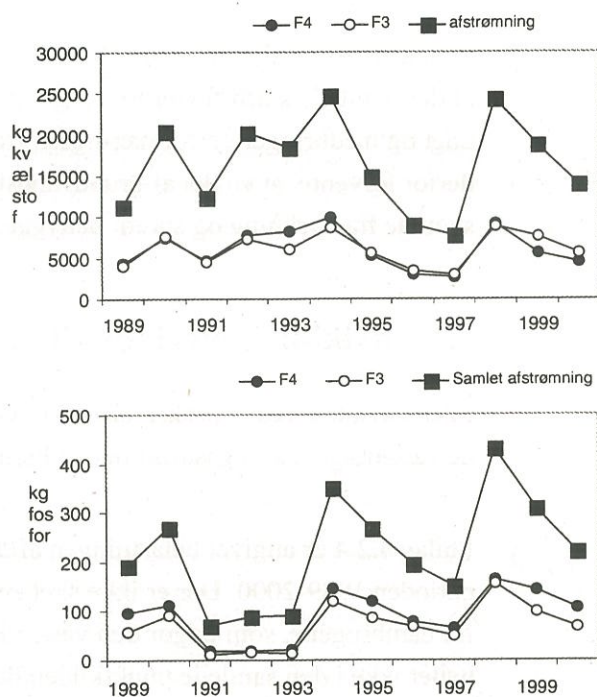
Grundvand

Grundvandsbidraget er relativt konstant gennem året og over årene.

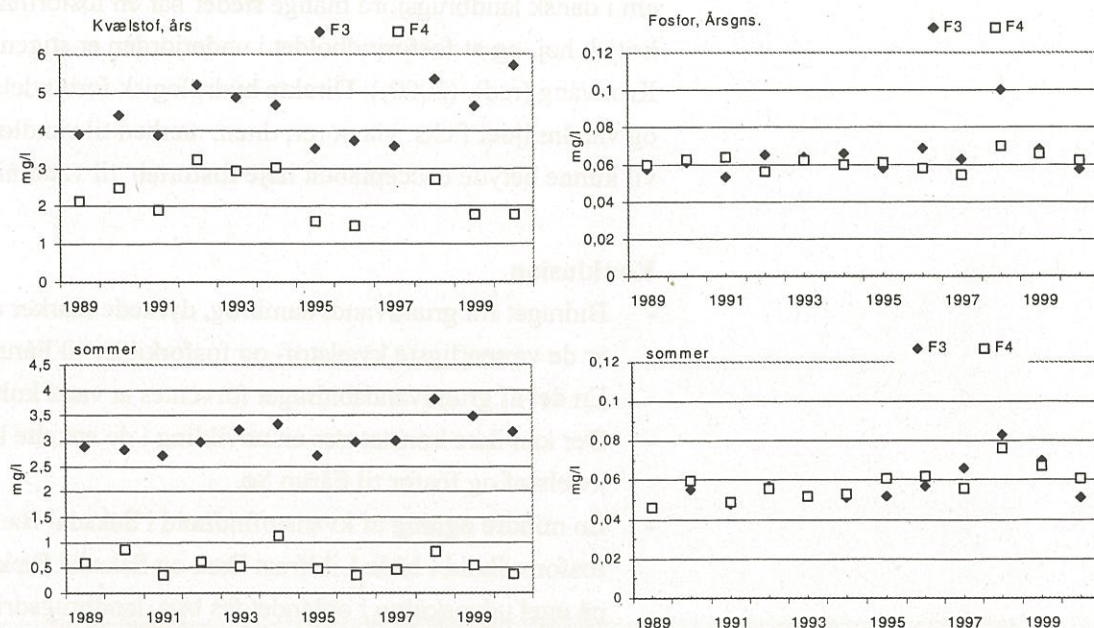
Både **kvælstof- og fosforafstrømningen** afspejler i høj grad ferskvandsafstrømningen. Der er således en god sammenhæng mellem ferskvandsafstrømningen og afstrømningen af både kvælstof og fosfor til søen, således at øget vandafstrømning også medfører øget kvælstof- og fosforafstrømning, (Pedersen, L.E.,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

Kvælstofafstrømningen til søen er i 2000 lav med 13.961 kg, hvilket er 15% mindre end gennemsnittet for perioden 1989-99. Den lavere afstrømning skyldes primært den ekstrem lave afstrømning i september/oktober samt i december. Den største afstrømning kom igen i 2000 fra oplandet til Saksdal Bæk (F3) med 39,3% af den samlede kvælstofafstrømning.

Kvælstofkoncentrationen (år og sommer) for F3 er med 5,71 mg/l betydeligt højere end i F4 (1,79 mg/l), ligesom for alle de tidligere år, se figur 4.3.2. I 2000 er kvælstofindholdet om sommeren lavere i begge tilløb end i 1999 med 3,17 mg/l i F3 og 0,37 mg/l i F4. Der kan konstateres en mindre stigning i kvælstofindholdet fra Saksdal Bæk (F3) i sommerperioden, som er signifikant. ($P=0,05$).



Figur 4.3.1 : Samlet afstrømning og afstrømning fra tilløbene af kvælstof og fosfor fra tilløbene til Fårup Sø i perioden 1989-2000.



Figur 4.3.2: Kvælstof- og fosforkoncentrationen i tilløbene til Fårup Sø i perioden 1989-2000.

Fosforafstrømningen er lav i 2000 med 221 kg, også som følge af den meget lave afstrømning i september og oktober, og dermed lidt mindre end den gennemsnitlige afstrømning for 1989-99. Den største fosforafstrømning stammer også fra Lildfrost Bæk (F4), svarende til 48,5% af den samlede afstrømning til søen.

Fosforkoncentration (års) i tilløbene F3 og F4 er i 2000 henholdsvis 0,057 og 0,062 mg/l, se figur 4.2.5. På årsbasis kan der ikke konstateres en udvikling i den samlede fosforafstrømning, men derimod ses en mindre stigning for begge F3 og F4 i sommerkoncentrationen, som er signifikant ($p = 0,045/0,0011$).

Begge tilløb må anses for at være belastet med spildevand fra spredt bebyggelse og udvaskning fra dyrkede arealer. De høje kvælstofkoncentrationer i F3 tyder på høj belastning fra landbrugsdriften. Stigningen i sommer-kvælstofindholdet i F3 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 begge tilløb. En mulig forklaring kan være, at jorden er mættet med fosfor, hvorved fosfor 'lettere' udvaskes ved selv mindre regnhændelser eller ændrede

dyrkningsforhold. Nedvaskning af fosfor, især i dræned jorde, betragtes i dag som en vigtig tabsproces. En række undersøgelser viser, at de øverste 50 cm i dansk landbrugsjord mange steder har en fosformætnings-grad, 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.
- En del af grundvandsbidraget forventes at være kulturbetinget.
- Der kan ikke konstateres en udvikling i de enkelte kilders udledning af kvælstof og fosfor til Fårup Sø.
- En mindre øgning af kvælstofindhold i Saksdal Bæk (sommer) og i fosforindhold i både Lildfrost Bæk og Saksdal Bæk om sommeren tyder på øget udvaskning i oplandet fra bl.a. landbrugsdriften.

5. Vand- og stofbalance

5.1. Vandstand og vandbalance

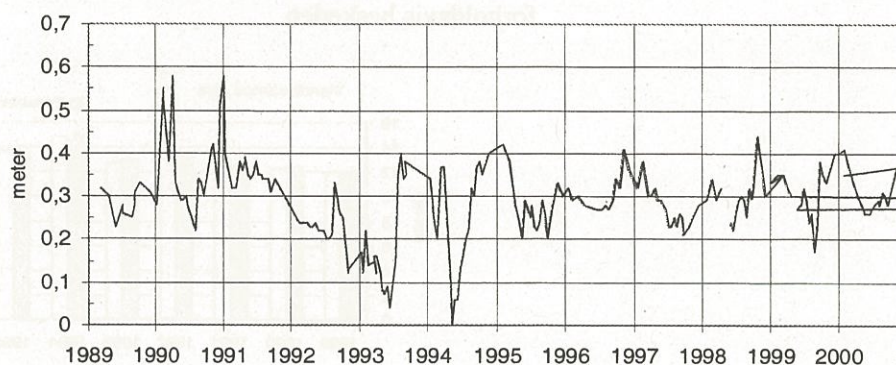
Vandstand

Højeste og laveste vandstand (lokalvandstand) i søen i 200 er henholdsvis 0,4 m og 0,17 m. De største vandstandsændringer ses i sommerperioden dels som et kraftigt 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 0,31 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, afhængigt af afløbsmængden.

Middelvandstanden over året stiger fra 0,14 m til 0,3 m som middel i perioderne 1989-95 til 1996-2000, mens forskellen mellem minimum og maksimum vandstanden i disse perioder er faldet 0,31 m til 0,18 m.

Vandstand i Fårup Sø



Figur 5.1.1: Vandstanden i Fårup Sø, 1989-2000.

Vandbalance

Årsbalancen for 2000 er angivet i tabel 5.1.1 og for perioden 1989-2000 i bilag 4.1.3. Den månedsvise balance samt udviklingen i årsbalancen i 1989-99 er desuden vist i figur 4.1.2 og figur 5.1.2.

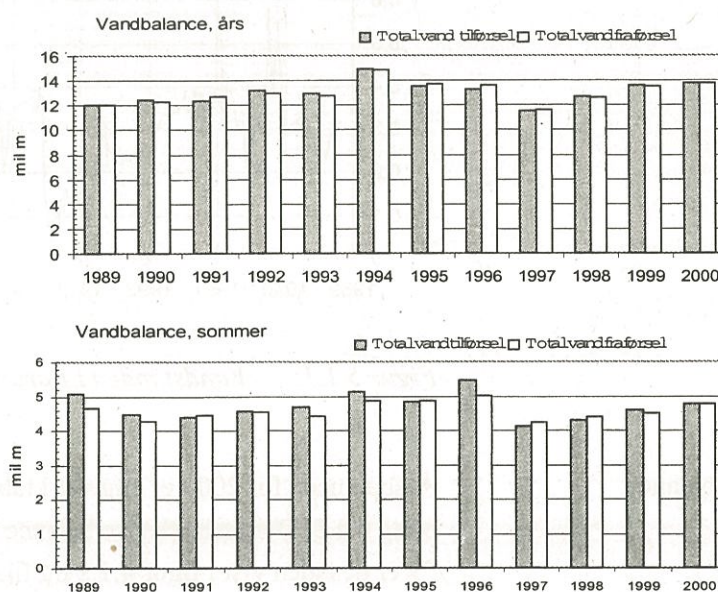
Den samlede vandtilførsel til søen i 2000 er på 13,73 mill. m³, hvilket er på niveau med sidste år, men lidt større end gennemsnittet for 1989-99. På grund af den store nedbørsmængde og afstrømning i september er der samlet set en positiv opmagasinering i 2000.

Vandbalance (mill. m ³)		
2000	Års	Sommer
Total vandtilførsel	13,73	4,76
Vandfraførsel	13,32	4,44
Fordampning	0,46	0,35
Total Vandfraførsel	13,77	4,76
Magasinering	-0,039	-0,001
Vandets opholdstid		
År	0,41	0,49
Dage	149	177,7

Tabel 5.1.1: Vandbalance i Fårup Sø, 2000.

På grund af det store og konstante bidrag fra grundvandet er variationen af den totale vandtilførsel over året behersket. Den store afstrømning i januar og især i december slår dog igennem på den samlede vandtilførsel. Variationen over årene er tilsvarende beskeden.

Vandets opholdstid er i 2000 på årsbasis 0,41 år, svarende til 149 dage, hvilket er en af de hurtigste gennemstrømninger, der er registreret i overvågningsperioden. Ellers er år-til-år-variationen i søens opholdstid forholdsvis beskeden.



Figur 5.1.2: Vandtilførsel og -fraførsel på års- og sommerbasis i Fårup Sø i perioden 1989-2000.

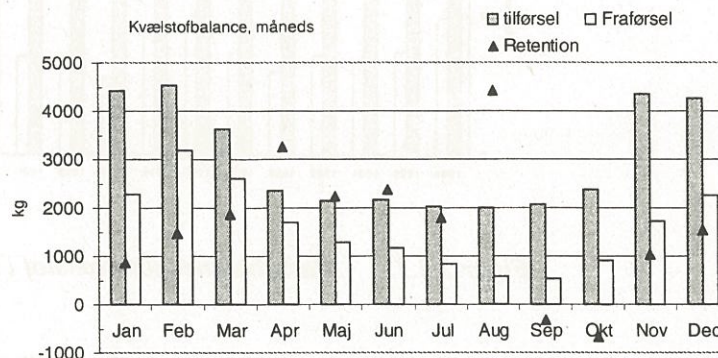
5.2. Kvælstof-, fosfor- og jernbalance

Kvælstof

Der bliver i 2000 tilført i alt 36,336 tons kvælstof, hvilket er mindre end de to foregående år, men langt mere end i de tørre år i overvågningsperioden. Den største tilførsel sker i årets første (januar-marts) og sidste måneder (november-december). Indløbskoncentrationen, som middel over året og sommer, er på henholdsvis 2,65 mg/l og 2,878 mg/l. Der er ingen udvikling over årene.

2000	Sommer	Året
Samlet tilførsel, ton/år	10,424	36,336
Samlet fraførsel, ton/år	4,387	19,017
Magasinering	-2,52	-2,47
Retention	20,45	19,79
Retention i %	40	42
	0,000	0,000
Indløbskonc., mg/l	2,878	2,646
Udløbskonc. mg/l	1,566	1,381

Tabel 5.2.1: Årsbalance for kvælstof i Fårup Sø, 2000.

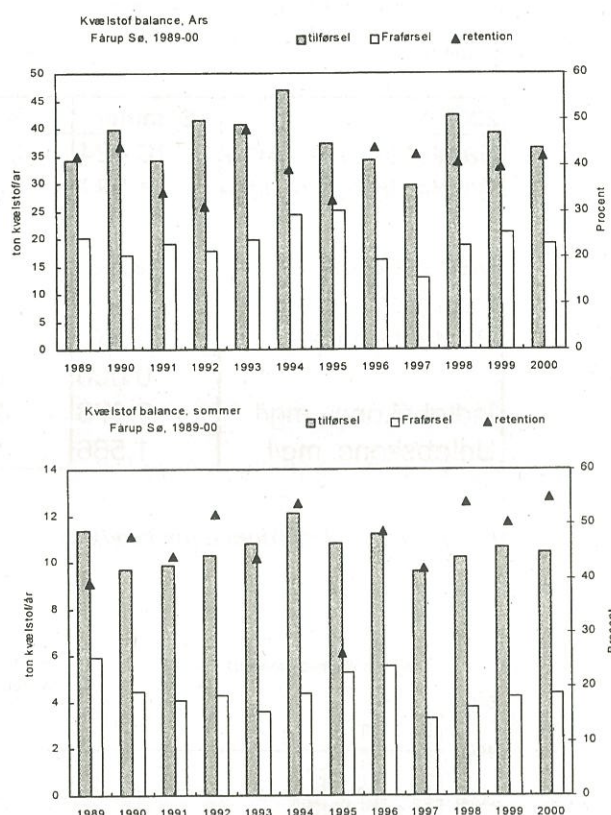


Figur 5.2.1. Månedbalance for kvælstof i Fårup Sø, 2000.

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 bidrag til søen fra grundvand faldt.

Grundvandsbidraget stiger derefter fra 1998 til 2000. 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 tilbageholdt 19,79 tons, svarende til en relativ fjernelse på 42%. Den relative fjernelse om sommeren er i 2000 med 55% blandt de højeste i overvågningsperioden, hvilket kan skyldes færre alger og dermed mindre konkurrence mellem de denitrificerende bakterier og algerne. Der kan dog ikke konstateres nogen signifikant udvikling over årene.



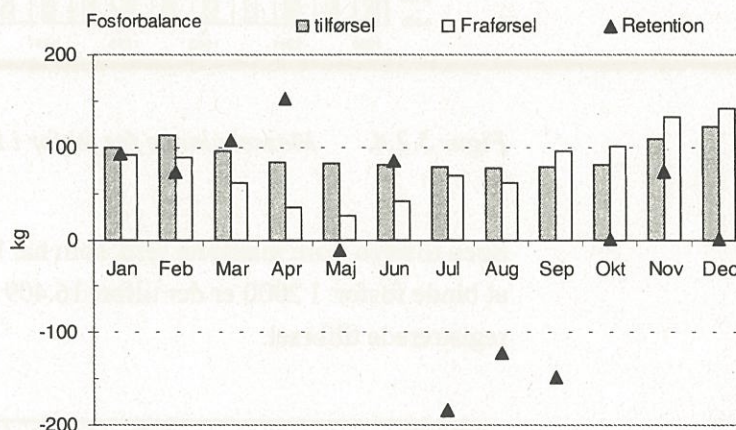
Figur 5.2.2: Massebalance for kvælstof i Fårup Sø, 1989-2000.

Fosfor

Der er i 2000 tilført 1.030 tons fosfor, hvilket er på niveau med gennemsnittet for perioden 1989-99. De største tilførsler af fosfor forekommer først og sidst på året. På grund af det relative store og konstante grundvandstilskud varierer den samlede tilførsel kun relativt lidt over årene, figur 5.4. Den gennemsnitlige indløbskoncentration af fosfor er i 2000 på 0,80 mg/l, hvilket er ca. 4% for gennemsnittet for perioden 1989-99. Der er ingen signifikant ændring i fosfortilførslen eller i indløbskoncentrationen.

2000	Sommer	Året
Samlet tilførsel,	0,400	1,103
Total fraførsel	0,294	0,947
Indløbskonc, mg/l	0,084	0,080
Udløbskonc, mg/l	0,062	0,069
Magasinering	0,486	0,035
retention	-0,381	0,122

Tabel 5.2.2: Års- og sommerbalancen for fosfor (kg) i Fårup Sø, 2000.

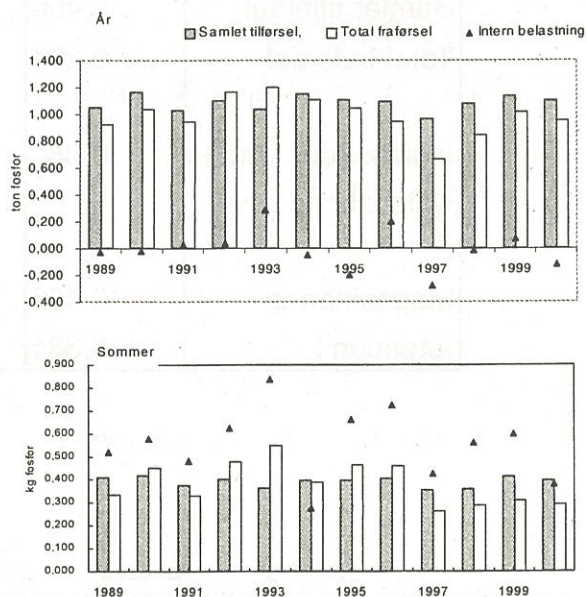


Figur 5.2.3: Månedsbalancen for fosfor i Fårup Sø, 2000..

Fra januar til juni 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 (947 kg) end der er tilført. Søen tilbageholder i alt 156 kg fosfor i 2000. Fra juli 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 2000 på 0,069 mg/l, hvilket er lidt lavere end gennemsnittet for 1989-99 og lavere end indløbskoncentrationen.



Figur 5.2.4: Massebalance for fosfor i Fårup Sø, 1989-2000.

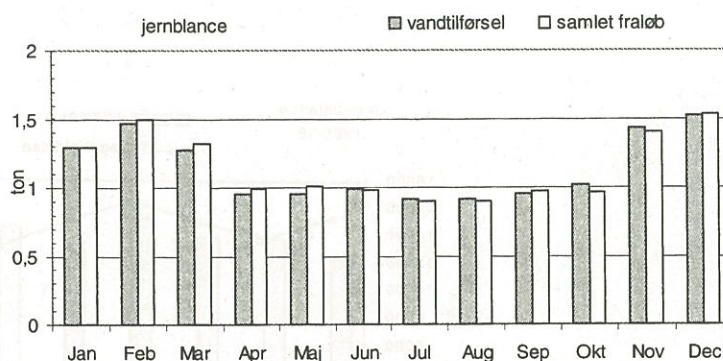
Jern

Søen tilføres store mængder jern, som har betydning for sedimentets evne til at binde fosfor. I 2000 er der tilført 16.409 tons, hvilket er den største registrerede tilførsel.

2000	Sommer	Året
Lildfrost Bæk	614	1871
Saksdal Bæl	213	789
Umålt opland	153	567
Punktkilder		
Grundvand	5263	13243
Samlet tilførsel	6243	16469
Samlet fraførsel	468	2097
Tilbageholdelse	5775	14085
i %	93	87
Inddløbskonc. mg/l	1,31	1,2
Udløbskonc. mg/l	0,09	0,15

Tabel 5.2.5: Års- og sommerbalance af jern i Fårup Sø, 2000.

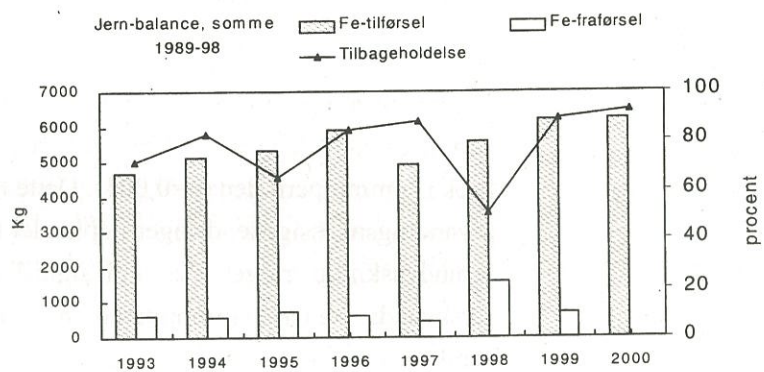
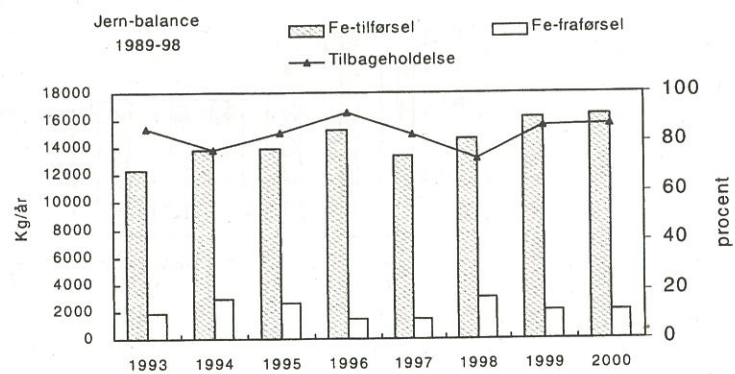
Månedsbalancen for jern i 2000 er vist i bilag 4.2.11 og illustreret i figur 5.2.5. Den månedlige jerntilførsel udviser, ligesom i 1999, en større variation end set de tidligere år. Der er således en større jerntilførsel i januar og december som følge af den større ferskvandsafstrømning i disse måneder.



Figur 5.2.5: Den månedsvise jerntilførslen i Fårup Sø, 2000.

Jernbalancen i perioden 1989-2000 er vist i figur 5.2.6. Der er en signifikant stigning i både den årlige tilførsel af jern ($p=0,05$) og tilførslen fra Lildfrost Bæk i sommerperioden ($p=0,001$). Dette tyder på, at der er sket afvandingsmæssige ændringer i oplandet til Lildfrost Bæk, således at jernudvaskning er øget. Der er en signifikant sammenhæng mellem ferskvands- og jernafstrømningen, men ingen sammenhæng mellem den samlede vand- og jerntilførsel.

Jerntilbageholdelse er generelt høj med 87% og 93% på års- og sommerbasis i 2000 mod middel for perioden 1989-98 på henholdsvis 83% og 76%. 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. Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem fosfortilførslen og jernretentionen eller omvendt.



Figur 5.2.6: Jernbalancen i Fårup Sø i perioden 1989-2000.

6. Udviklingen i miljøtilstanden

I dette afsnit foretages en status for miljøtilstanden i 2000, 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.

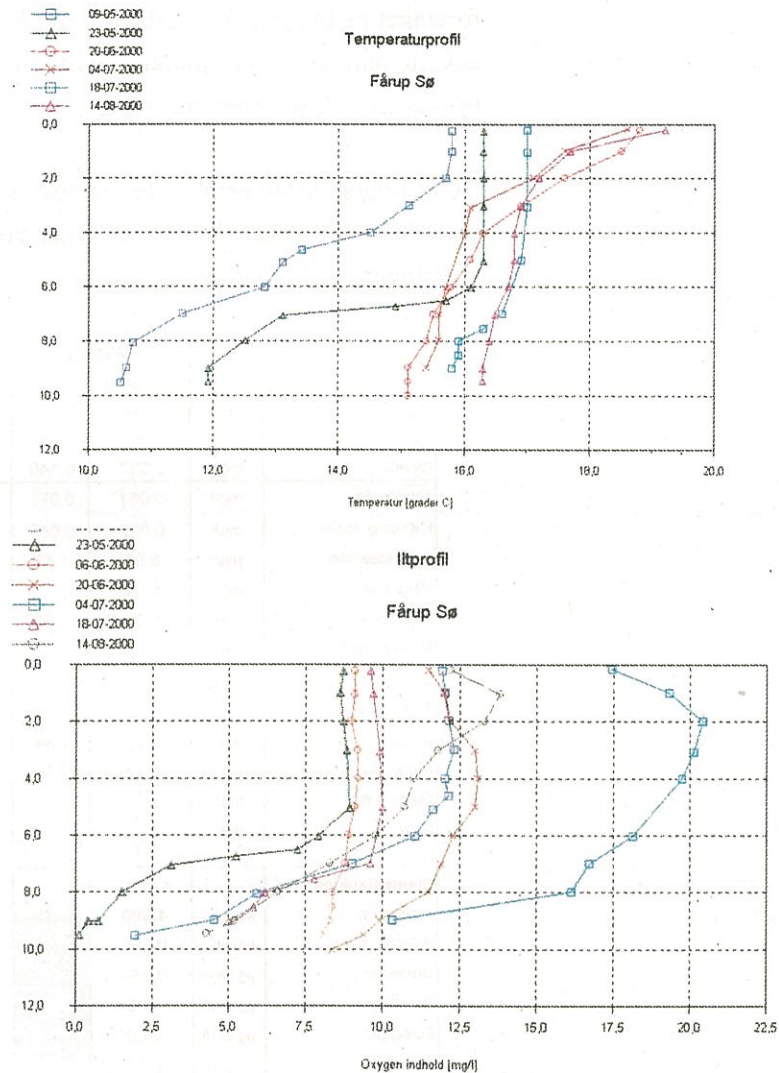
Udviklingen vurderes bl.a. ved en test for, om der er sket ændringer i perioden 1989-2000. Testen foretages ved en lineær regression, og ændringer vurderes som signifikante ved $P < 0,05$.

2000		Middel		Udvikling	
		sommer	år	sommer	år
Sigtd.	m	3,49	3,20	++	++
pH		8,16	8,07	-	-
Klorofyl	mg/l	0,017	0,140	-	-
Total fosfor	mg/l	0,064	0,072	-	-
Filt. uorg. fosfor	mg/l	0,026	0,065		
Total kvælstof	mg/l	0,98	1,40	-	
Uorg. kvælstof	mg/l	0,66			
Ammonium	mg/l	0,08	0,08		
Nitrit- nitrat-N	mg/l	0,58	1,06		
Sili cium	mg/l	7,2	11,3		
Total- jern	mg/l	0,11	0,12		
Alkal.	meq/l	2,02	1,94		
Susp. stof	mg/l	5,72	5,64		-
Gløde- tab	mg/l				
COD	mg/l				
Planteplankton					
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 år- og sommergennemsnit af sigtdybde, klorofyl, kvælstof og fosfor i Fårup Sø, 2000(++)/(--/++)/(--/++) angiver signifikant fald/stigning ved ($P < 0,05$)/($P < 0,001$)/($P < 0,001$)).

6.1 Ilt- og temperatur

Temperaturen i overfladevandet stiger fra 2,9°C i januar til 19,2°C, som målt den 14. august.



Figur 6.1.1: Temperatur- og iltprofiler på datoer med springlag eller faldende temperaturer ned gennem vandsøjlen i Fårup Sø, 2000.

Den lidt kølige sommer, særlig juli, har haft betydning for forholdene i søen. I maj bliver der målt temperaturlagdeling af vandmasserne, hvorefter lagdelingen bliver brudt. Sidst i juni falder temperaturen igen ned gennem vandsøjlen, og efterfulgt af en egentlig lagdeling den 4. juli. Der er således ikke en længerevarende temperaturlagdeling i 2000, som det var tilfældet i 1999.

Iltforholdene i overflade- og bundvand er gode fra årets start og frem til maj. Temperaturlagdelingen af vandmasserne i maj betyder, at vandets indhold af ilt falder den 23. maj til under 2 mg/l fra 8 m's dybde. Efter omrøring af vandmasserne i juni bliver der igen tilført ilt til bundvandet. Den kortvarige temperaturlagdeling den 4. juli fører til fald i iltindhold og -mætning, således falder iltmætningen fra 7 m's dybde til bud fra 99 til 50%. 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 2000

Årsmiddelkoncentrationen af total kvælstof er på 1,40 mg/l og sommermiddel er på 0,982 mg/l, hvilket er mindre end 1999. 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 maj og 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 2000 været begrænsende for algevæksten.

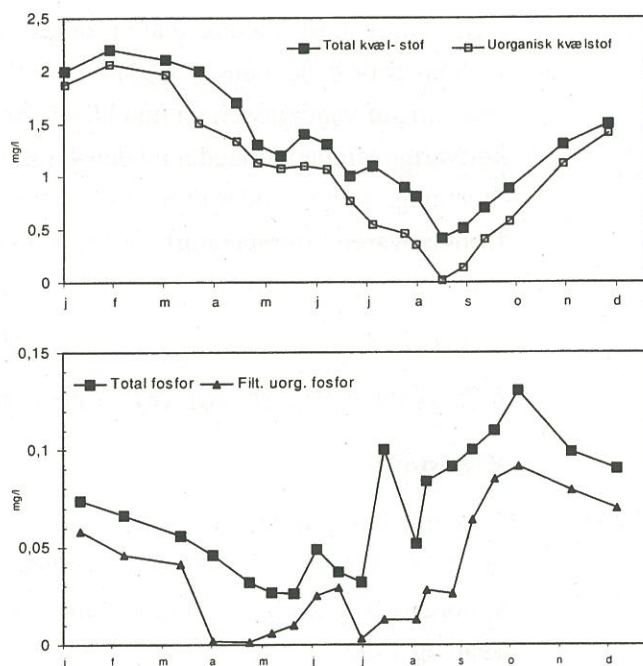
Over hele året er søvandets kvælstofindhold lavere end indløbsvandet som følge af algernes optagelse samt denitrifikation, figur 6.2.2.

Forskellen øges i løbet af sommeren og er størst i juli-september.

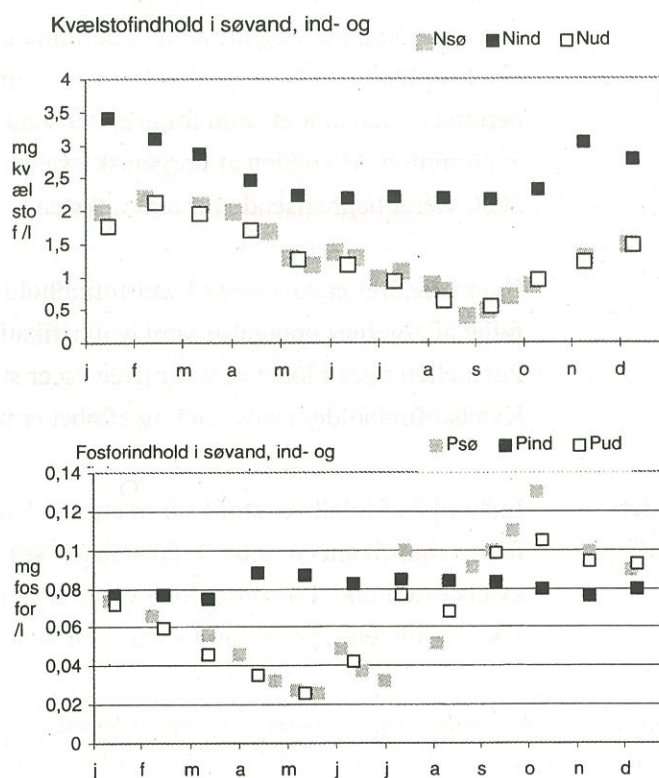
Kvælstofindholdet i søvandet og afløbet er hele året sammenfaldende.

Udvikling i søvandets indhold af kvælstof

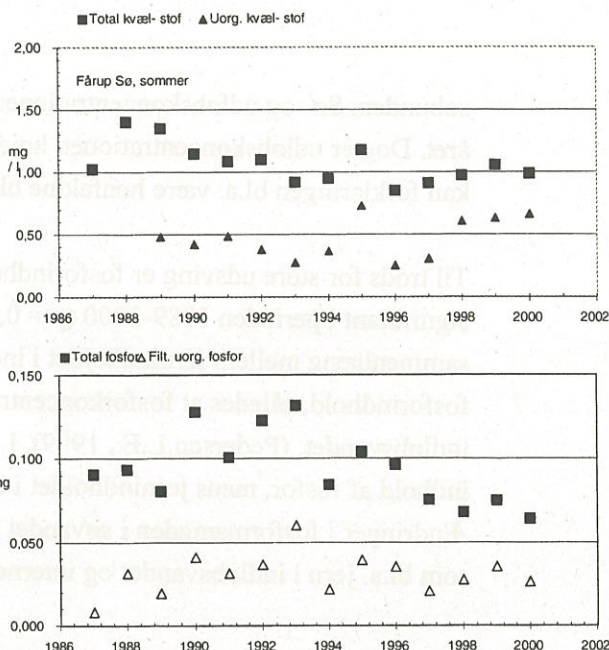
Indholdet af totalkvælstof i sommerperioden i perioden 1989-2000 falder signifikant ($p=0,049$). På årsbasis ses ingen udvikling i søvandets kvælstofindhold. Det observerede fald i sommerindholdet af kvælstof må tilskrives interne processer i søen, som bl.a. færre alger.



Figur 6.2.1. Sæsonudvikling i overfladevandets indhold af kvælstof og fosfor i Fårup Sø, 2000.



Figur 6.2.2: Sæsonudvikling i søvandets-, indløb- og udløbsvandets indhold af kvælstof og fosfor i Fårup Sø i 2000.



Figur 6.2.3: Indholdet af kvælstof og fosfor i sommerperioden i søvandet i Fårup Sø i perioden 1989-2000.

Fosfor

En sommermiddel af totalfosfor på 0,064 mg/l er det laveste, der er registreret i overvågningsperioden, og middelindholdet af uorganisk fosfor på 0,026 mg/l er også lavt. Indholdet af totalfosfor er ved årets begyndelse i 1999 lav med 0,058 mg/l. Startmængden af fosfor har i perioden været væsentlig lavere (mellem 9 og 58 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, at det er begrænsende for algernes vækst. Mængden af uorganisk fosfor stiger til 0,058 mg/l i juni som følge af opblandning af vandmasserne. Det passer fint med, at der i maj registreres en begyndende mineralisering (faldende iltindhold ved bunden). Den frigjorte fosfor er således ført op i epilimnion i forbindelse med opblandningen. Det ekstra tilskud kommer fra mineraliseret organisk stof i forbindelse med omrøring af vandmasserne. Herefter følger en periode, hvor den nytilførte fosfor optages af algerne juni. Det samme mønster ses efter springlagsdannelse først i juli og august.

Koncentrationen af især uorganisk fosfor stiger meget i løbet af september og oktober, 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.

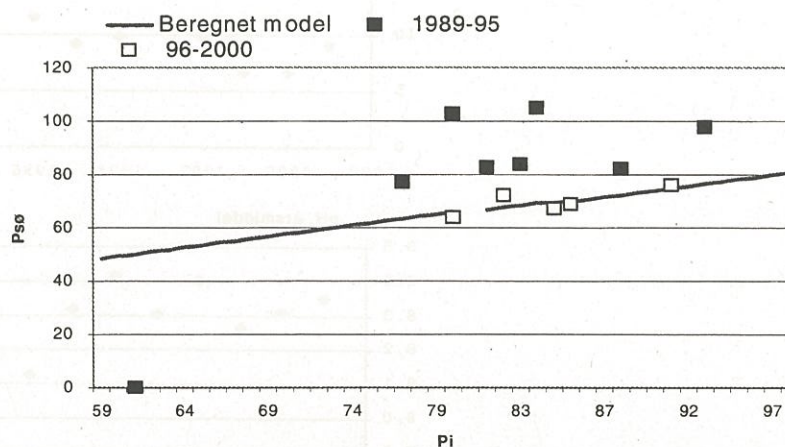
Fra årets start og hen til august samt i december er indløbskoncentrationen højere end søkoncentrationen, figur 6.2.2. I juni samt fra august/september til oktober er søkoncentrationen den højeste som følge af intern frigivelse fra

søbunden. Sø- og udløbskoncentrationen er nogenlunde den samme hele året. Dog er udløbskoncentrationen højere i august samt oktober - i august kan forklaringen bl.a. være henfaldne blågrønalger.

Udvikling i

Til trods for store udsving er fosforindholdet som sommerårsmiddel faldet signifikant i perioden 1989-2000 ($p = 0,01 / 0,016$). Der er en tendens til en sammenhæng mellem jernindholdet i indløbsvandet til søen og søens fosforindhold, således at fosforkoncentrationer falder ved øget jernindhold i indløbsvandet, (Pedersen, L.E., 1999). I 2000 er der dog et fald i søvandets indhold af fosfor, mens jernindholdet i indløbsvandet er på niveau med 1999. Ændringer i fosformængden i søvandet er formentlig styret af flere faktorer, som bl.a. jern i indløbsvandet og interne processer i søen.

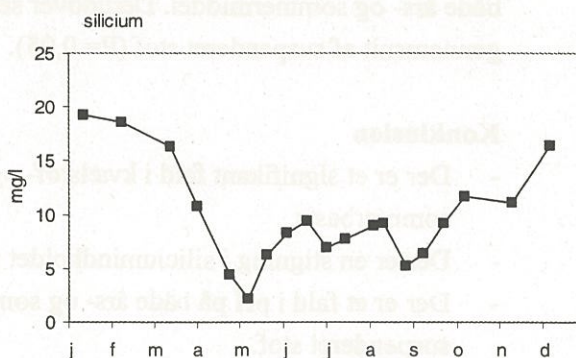
Der er modeller for sammenhængen mellem tilførslen af fosfor og søvandets indhold af fosfor. Modellen beregner den fosforkoncentration, man vil forvente, hvis søen er i ligevægtstilstand, d.v.s. uden frigivelse af fosfor fra sedimentet. I figur 6.2.2 er middelværdier af søkoncentrationen og fosfortilførsel sammenlignet med den modelberegne. Det fremgår, at den målte søkoncentration i perioden 1989-95 ligger betydeligt over den modelberegne, mens koncentrationerne i 1996-2000 år 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.



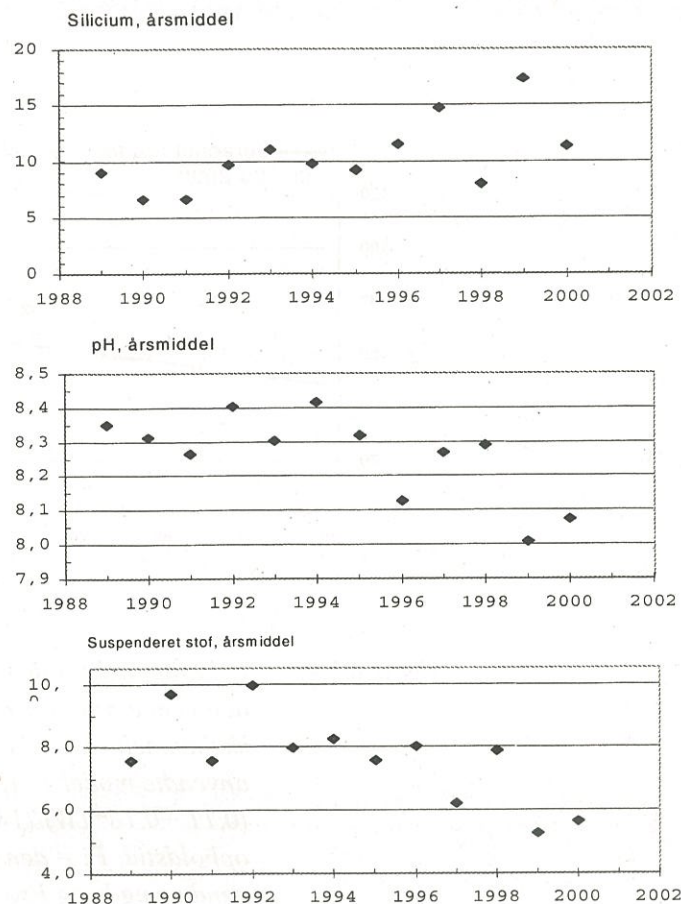
Figur 6.2.4: Relation mellem den årlige fosfor-indløbskoncentration og den gennemsnitlige årlige søvandskoncentration. Der er skelnet mellem værdier i perioden 1989-95 og 96-2000. Den anvendte model 12 (Kristensen et al, 1990) $Psø = Pi (1 - (0,11 + 0,18 \cdot TW) / (1 + 0,18 \cdot TW))$, hvor tw er vandets opholdstid, Pi = den årlige fosfortilførsel/årlig tilført vandmængde og $Psø$ = gennemsnitlige årlige totalkoncentration i søvandet.

Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

Mængden af silicium i søvandet er høj fra starten af året, 19,2 mg/l og falder i takt med algernes optagelse indtil sidst i maj, hvorefter silicium stiger 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 i maj så lav, at det kan have været begrænsende for væksten af kiselalger.



Figur 6.2.5: Sæsonvariation i siliciumindholdet i Fårup Sø i perioden 2000.



Figur 6.2.6: Årsmiddel af silicium, pH og suspenderet stof i Fårup Sø, 1989-2000.

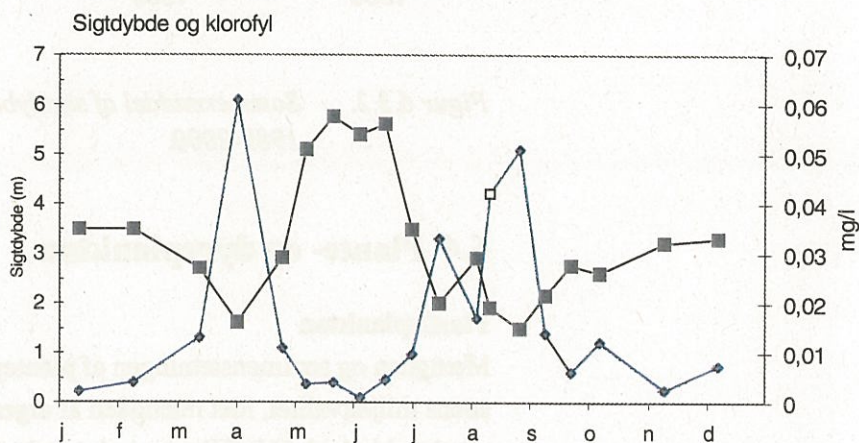
Års- og sommergennemsnittet af silicium i 2000 er på 11,3 og 7,2 mg/l, hvilket er lavere end i 1999. Middelkoncentrationer af silicium har især de seneste 4 år svinget meget. Siliciumindholdet stiger på årsbasis signifikant ($p=0,025$), mens der er en tendens til en stigning på sommermiddel. I 2000 varierer pH mellem 7,22 og 8,72 målt i henholdsvis 26. og 3. april. Års- og middel års pH er henholdsvis 8,07 og 8,16. Der er et signifikant fald i pH, både års- og sommermiddel. Derudover ses også et fald i det årlige gennemsnit af suspenderet stof ($P=0,05$).

Konklusion

- Der er et signifikant fald i kvælstof- og i fosforindholdet både på års- og sommerbasis.
- Der er en stigning i siliciumindholdet på årsbasis.
- Der er et fald i pH på både års- og sommerbasis og i sommermiddel af suspenderet stof.

6.3 Sigtdybde og klorofyl

Algemængden, udtrykt som klorofyl-a, er også i 2000 lav gennem hele året. Klorofylmængden varierer mellem 0,001 mg/l og 0,061 mg/l. Der er et algemaksimum i april, hvorefter algemængden falder dramatisk til et minimum. Resten af sommeren stiger algemængden til et maksimum i slutningen af august. Tilsvarende er sigtdybden generelt høj. Sigtdybden varierer i 2000 mellem 1,5 og 5,75 m, og det er første år, at der ikke er målt sigtdybder under 1,0 m, se figur 6.3.1. Efter et dyk i sigtdybden under forårsmaksimaet i april øges sigtdybde til mellem 5,1 og 5,75 m i maj og juni (klarvandsfase), som følge af dyreplanktonet græsning på algerne. I juli falder sigtdybden igen som følge af øget algevækst.

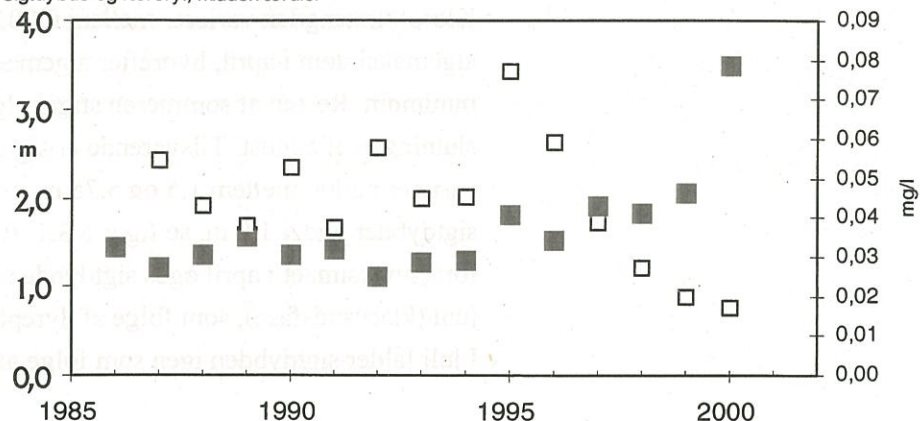


Figur 6.3.1. Sæsonudvikling af sigtdybde (m) og klorofyl (mg/l).

En års- og sommermiddel af klorofyl-a på h.h.v. 0,014 og 0,017 mg/l er det laveste, der er registreret i overvågningsperioden. Tilsvarende er sigtdybden med års- og sommermiddel på hhv. 3,2 og 3,49 m den største registrerede. Sommersigtdybden har i 1997-2000, 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 0,017 og 0,049. Der er en tilsvarende signifikant stigning i års- og sommersigtdybden i perioden 1989-2000 ($P=0,002/0,005$), som følge af meget lave algebiomasser de seneste år.

Sigtdybde og klorofyl, middelværdier

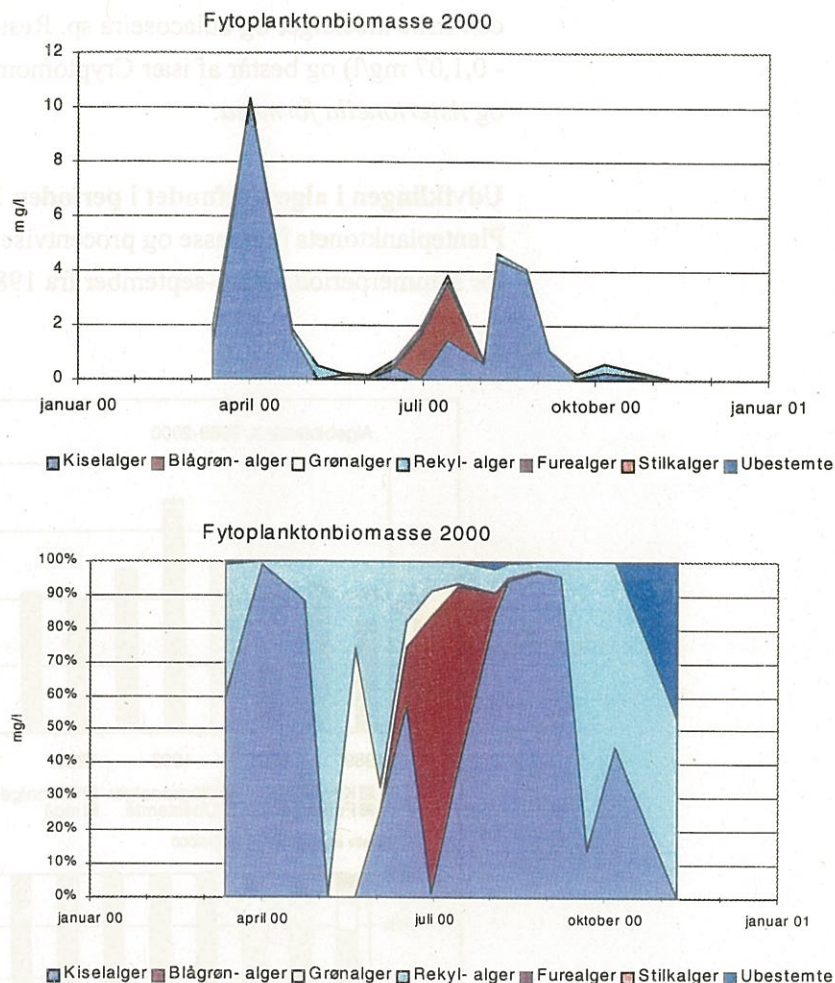


Figur 6.3.2. Sommermiddel af sigtdybde (m) og klorofyl (mg/l) i perioden 1989-2000.

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, samt størrelsesfordeling i Fårup Sø.

Sæsonudvikling, 2000

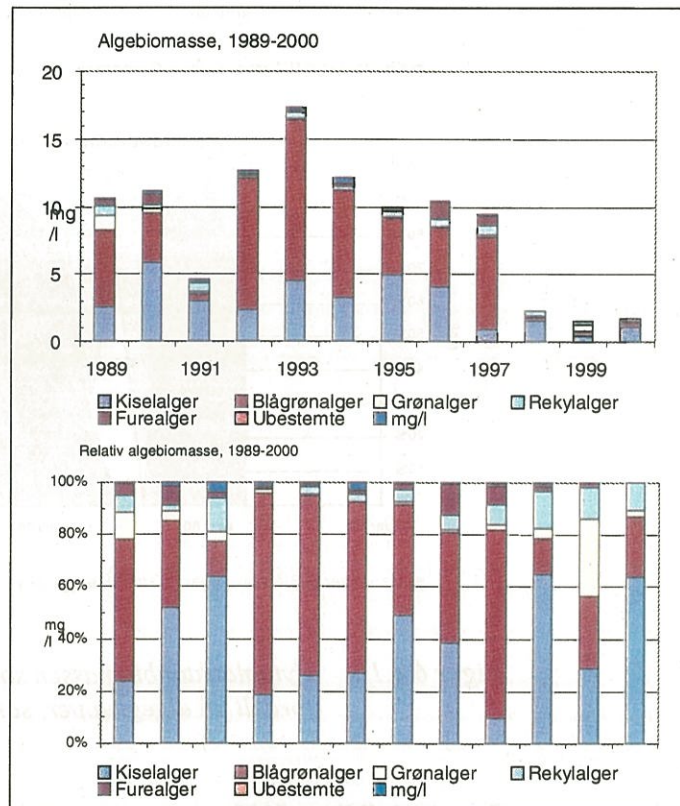
Sæsonvariationen af planteplanktonbiomassen fordelt på de enkelte grupper samt deres procentvise andel af den totale biomasse i 2000 ses af figur 6.4.1. Den største algebiomasse er på 10,3 mg/l, og biomassen varierer resten af året mellem 0,043 – 4,65 mg/l. Den gennemsnitlige sommerbiomasse (maj - september) er i 2000 på 1,70 mg/l.

I 2000 og i 1999 er planteplanktonets biomasse gennem hele sæsonen generelt lavere end de øvrige år. Planteplanktonet udvikler tre maksimum i løbet af perioden, april, juli og august. Der udvikledes et forårsmaksimum i april (10,3 mg/l) med totaldominans af små centriske kiselalger. I maj og juni er algebiomassen meget lille mellem 0,2 og 0,7 mg/l og med skiftende dominans af algegrupper. Blågrønalgerne udvikler i løbet af juli og er dominerende med *Anabaena flos aqua*. Der udvikles et maksimum i juli, som overvejende består af blågrønalgerne *Anabaena flos aqua* og *Aphanizomeon flos aqua* samt kiselalgen *Aulacoseira granulata*. Endelig

udvikles endnu et kiselalgemaksimum i august (4,6 mg/l), som bestod af små centriske kiselalger og aulacoseira sp. Resten af året er biomassen lav (0,043 - 0,1,07 mg/l) og består af især *Cryptomonas* arter, *Rhodomonas lacustris* og *Asterionella formosa*.

Udviklingen i algesamfundet i perioden 1989-2000

Planteplanktonets biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit for sommerperioden maj-september fra 1989-2000 ses i figur 6.4.2.



Figur 6.4.2: Den gennemsnitlige sommerbiomasse som absolutte og relative, fordelt på algegrupper i Fårup Sø i perioden 1989-2000.

I 1998 – 2000 har algebiomassen i Fårup Sø været ekstrem lille og dermed også meget lavere de øvrige år. Den gennemsnitlige sommeralgebiomasse på 1,70 mg/l i 2000 er noget af det laveste, der er registreret i hele perioden. Kun i 1991, 1998 og 1999 var biomassen tilnærmelsesvis lav mellem 1,51-4,6 mg/l, mens gennemsnittet for de øvrige år har varieret mellem 9,4 og 17,3 mg/l. Den maksimale biomasse var i 1998, 1999 og 2000 henholdsvis 8,9, 3,02 og 10,3 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 '97.

Den lave biomasse i 1998, 1999 og 2000 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 2000 udgør blågrønalger 23% svarende til niveauet for de to foregående år samt 1991. Kiselalgerne dominerer sommerplanktonet med 64%, mens grønalger kun udgør en mindre del 2,5%.

Udvikling i algebiomasse

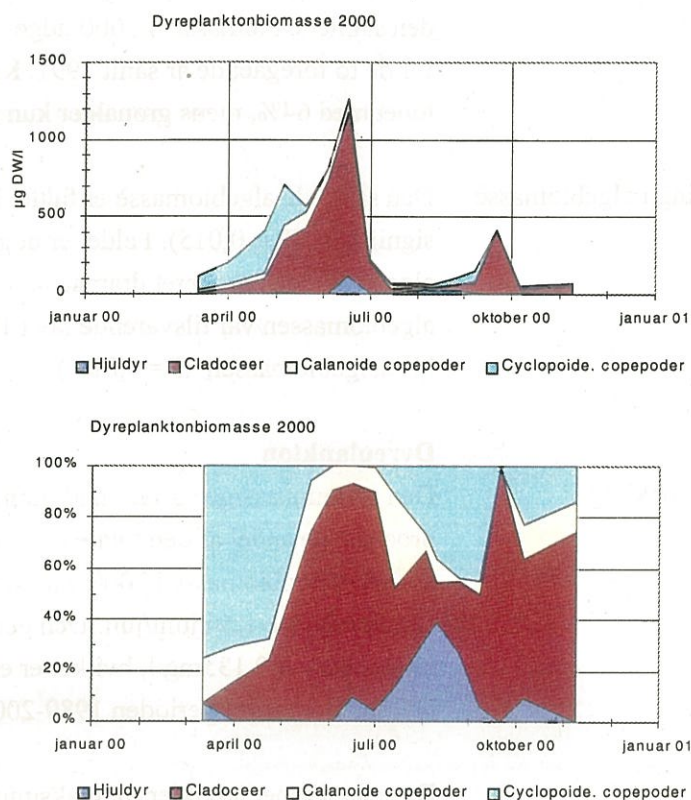
Den samlede algebiomasse er faldet i perioden 1989 – 2000, og faldet er signifikant ($P = 0,015$). Faldet er dog ikke sket jævnt, mens skyldes mest at algemængden har været dramatisk lavere de seneste tre år. Dog bemærkes, at algebiomassen var tilsvarende lav i 1991. Der er også et signifikant fald i kiselalgebiomassen ($P = 0,016$).

Sæsonudvikling

Dyreplankton

Den sæsonmæssige variation af biomassen af de enkelte grupper, deres procentvise andel af den totale biomasse ses af figur 6.4.3. Den totale dyreplanktonbiomasse i 2000 varierer mellem 0,094 mg/l i oktober/november og 1,1-1,5 i juni/juli. Den gennemsnitlige sommerbiomasse i (maj - september) er 0,135 mg/l, hvilket er en fjerdedel af mængden i 1999 og den laveste biomasse i perioden 1989-2000.

Dyreplanktonet udvikler tre maksimum i 2000 i maj, juni og september. Biomassen af dyreplankton er fra starten af året (marts) lav 0,18 mg/l og består af cycl. copepoder. Dyreplanktonbiomassen øges til et maksimum i maj, der mest består af cladocer (48%) og cycl. copepoder (37%). Herefter aftager mængden af cycl. copepoder, mens mængden af cladocer stiger kraftigt indtil maksimum i juni. Maksimaet på 1,26 mg/l består primært af cladocer (83%), men der er også sket en kraftig øgning af mængden af hjuldyr, som udgør 9% af den samlede biomasse. I det meste af juli og august er dyreplanktonbiomassen beskeden. I september udvikles et mindre maksimum, som totalt er domineret af cladocer (99%), som også dominerer dyreplanktonet resten af året, dog med en beskeden biomasse.



Figur 6.4.3: Dyreplanktonbiomassen som absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Fårup Sø.

Hjuldyrene udvikler den største biomasse (0,118 mg/l) under maksimaet i juni, men hjuldyrene er relativt betydende i august med 30-39% af den samlede biomasse. *Asplanchna pridonta* er den dominerende art under juni maksimaet, men også generelt over året. Cladoceerne med *Daphnia* sp. som dominerende art, udvikler de største biomasser under maksimaet i juni, men udgør med enkelte undtagelser en betydende del af dyreplanktonet gennem det meste af året. De cal. copepoder, udvikler de største biomasser i maj, med *Eudiapomus gracilides* som mest betydende art, men forekommer kun i ubetydelige mængder fra august og året ud. De cycl. copepoder, (cyclops sp.) er mest betydende først på året og i mindre grad også i august/september.

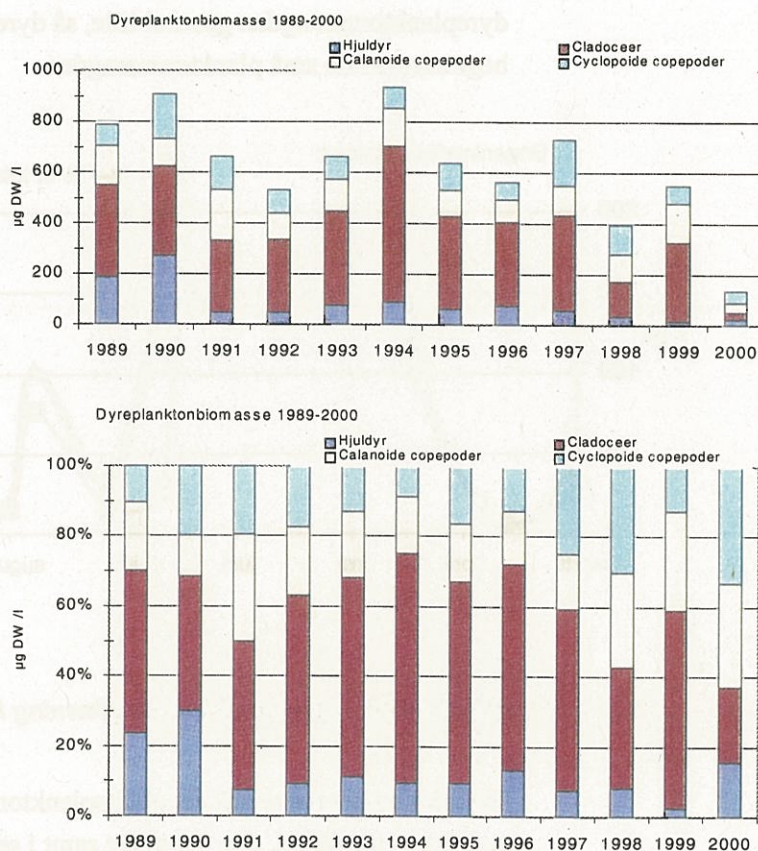
Udviklingen i dyreplanktonsamfundet i perioden 1989-2000

Den gennemsnitlige sommerbiomasse i 2000 er ekstremt lav med 0,135 mg/l, hvilket også er den mindste dyreplanktonmængde, der er registreret i perioden 1989-2000, figur 6.4.4. Biomassen af dyreplankton er stærkt svingende gennem årene, men der er et signifikant fald i den samlede dyreplanktonbiomasse ($P=0,02$).

Cladoceerne har langt de fleste år været den dominerende dyreplanktongruppe og har de fleste år udgjort 50-59% af den totale biomasse. Dette er ikke tilfældet i 2000, hvor cladoceerne kun udgør 21% af sommerplanktonet, hvilket skyldes, at mængden af cladoceer er faldet dramatisk til 0,029

mg/l mod 0,138-0,613mg/l i perioden 1989-99. Mængden af cal.copepoder og cycl.copepoder er også faldet om end ikke i samme målestok som for cladocerne.

Mængden af hjuldyr er faldet signifikant i perioden 1989-2000 ($P = 0,001$) fra et niveau på 0,184-0,270 mg/l i 1989 og 1990 til 12,5-21 mg/l i 1999 og 2000. Dyreplanktonets biomasse og artssammensætning er i høj grad bestemt af mængden og karakteren af algerne samt af fiskenes prædation.

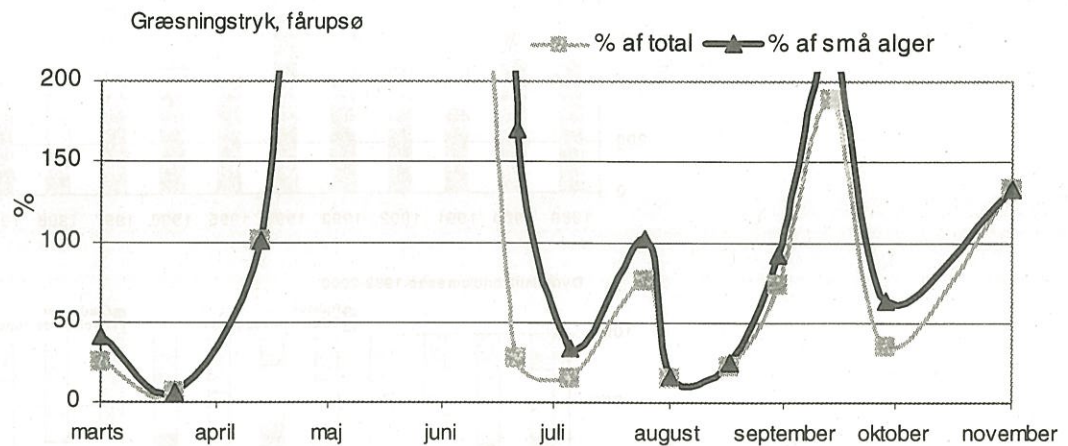


Figur 6.4.4: Den gennemsnitlige sommerbiomasse som absolutte og relative værdier, fordelt på dyreplanktongrupper i Fårup Sø perioden 1989-2000.

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 cladocer, calanoide copepoder og copeditter. Dyreplanktonet har derfor stor betydning for planteplanktonets biomasse og sammensætning. Generelt optager filtrerende dyreplanktonarter mest effektivt fødepartikler mindre end 50 µm. Som en tommefingerregel 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 pånær under blågrønalgemasimaet i i juli, består planteoplanktonet udelukkende af mindre arter ($< 50 \mu\text{m}$), figur 6.4.6. Græsningstrykket på algerne er høj det meste af året, undtagen under kiselalgemaskimaet i april, under blågrønalgemaksimaet i juli og endelig under maksimaet i august. 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 generel lille, så dyreplanktonet er formentlig begrænset af de små planktonmængder.



Figur 6.4.6: Dyreplanktonets græsning i Fårup Sø, 2000.

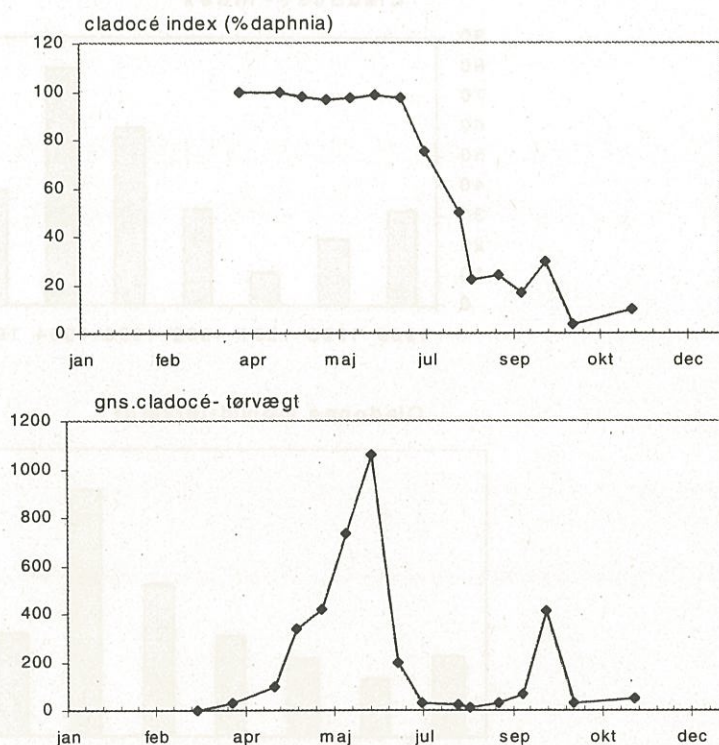
Dyreplanktonet har reguleret planteplanktonet periodevis i løbet af 2000, men ikke i april/maj, den 4. august samt i september, hvor der er en opblomstring af blågrønalgekolonier, som på grund af størrelsen ikke er tilgængelig føde for dyreplanktonet. Dyreplanktonet kan have være fødebegrænset, idet algemængden gennem hele sæsonen har været lille.

Prædation

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

Fra marts til juli, består cladoccerne næsten udelukkende af *daphnia* sp., cladocce-indexet er højt. Herefter falder dominansen af store dafnier til et minimum, som holder resten af året, figur 6.4.6. Det skyldes sandsynligvis

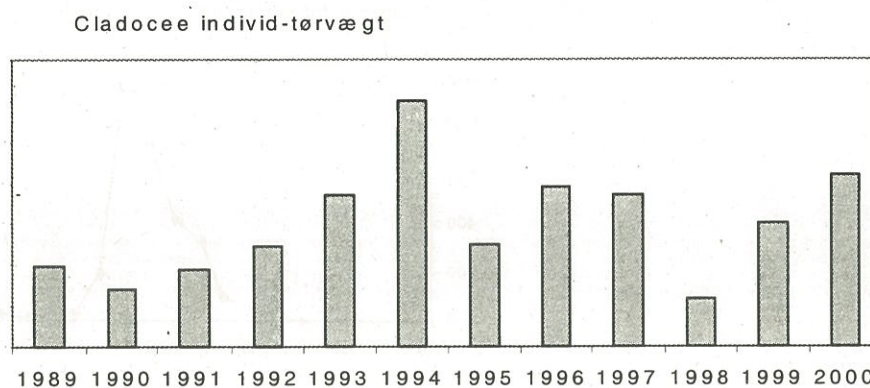
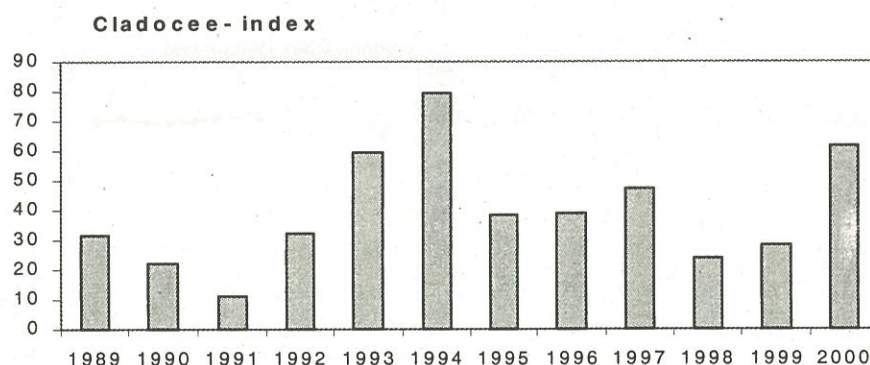
en kraftig prædation af dyreplanktonet af fiskeyngel. Fiskeyngel er på det tidspunkt nået det stadie, hvor de begynder at leve af dyreplankton.



Figur 6.4.6: Cladoceindex og cladoceevægt i Fårup Sø i 2000.

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 2000 i perioder har været udsat for prædation.

Middelvægten af cladoceer varierer noget fra år til år, figur 6.5.6. Der er tilsyneladende flere store individer i 2000 end i 1999, hvilket kan hænge sammen med at fangsten af fiskeyngel i 2000 er ret beskeden.



Konklusion:

Både plante- og dyreplanktonet udvikler beskedne biomasser i 2000, og sommermiddel plante- og dyreplanktonbiomassen er i 2000 den laveste i perioden 1989-2000. Der er et signifikant fald i den samlede planteplanktonbiomasse samt i kiselalgerbiomassen siden 1989. Der er et signifikant fald i den samlede dyreplanktonbiomassen samt i hjuldyrbiomassen siden 1989. Dyreplanktonet har tilsyneladende kunne medvirke til at regulere planteplanktonet i 2000 og har givetvis været fødebegrænset p.g.a. de små algemængder. Dyreplanktonet har givetvis været udsat for prædation i 2000, men de tilsyneladende flere store individer tyder på en mindre prædation i forhold til de foregående år.

6.5 Fisk

Fiskeyngel

I forbindelse med Vejle Amts overvågning af miljøtilstanden i Fårup Sø er fiskeynglen undersøgt i natten mellem 29.–30. juni 2000. Undersøgelsen, som ligeledes er foretaget i 1998 og 1999, 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., 2000).

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

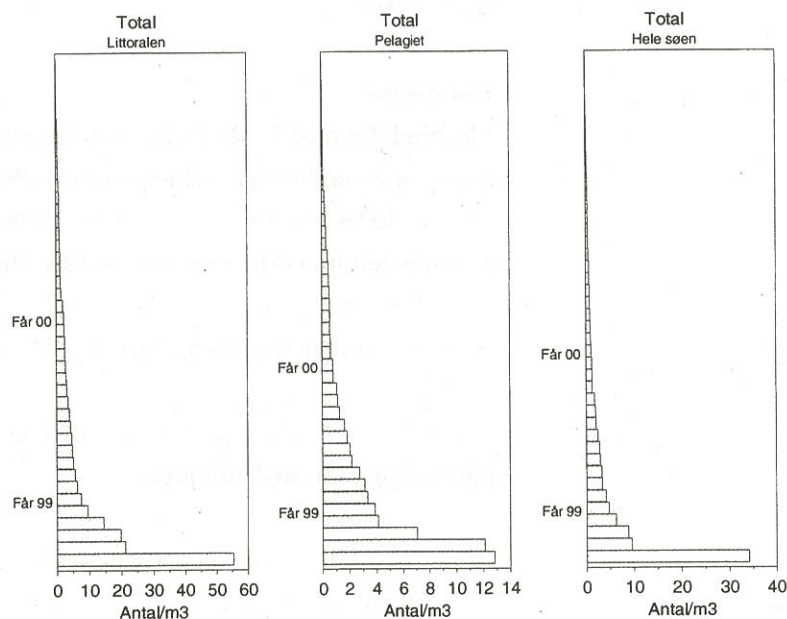
Ynglens tæthed og sammensætning

Der er konstateret yngel fra skalle og aborre i fangsten. Den samlede yngeltæthed er 2,5 pr. m² i littoralen og 0,66 pr. m³ i pelagiet. Skaller dominerer fiskeynglen over hele søen. I 1999 var tætheden af både karpefiskeyngel og især aborrefiskeyngel væsentlig større end i 2000. Vægtmæssigt er tætheden 0,29 g vådvægt pr. m³ i littoralen og 0,11 g pr. m³ i pelagiet, hvilket samlet for søen er væsentligt under niverauet i 1999.

	Antal/ m ³		Vådvægt/m ³	
	Littoalen	Pelagiet	Littoalen	Pelagiet
Karpefisk	2,415	0,656	0,260	0,070
Aborrefisk	0,079	0,109	0,029	0,040
Total	2,495	0,765	0,289	0,110

Tabel 6.5.1. Den beregnede tæthed og biomassetæthed af fiskeyngel hos de respektive arter i littoralzonen og i pelagiet i Fårup Sø juli 2000.

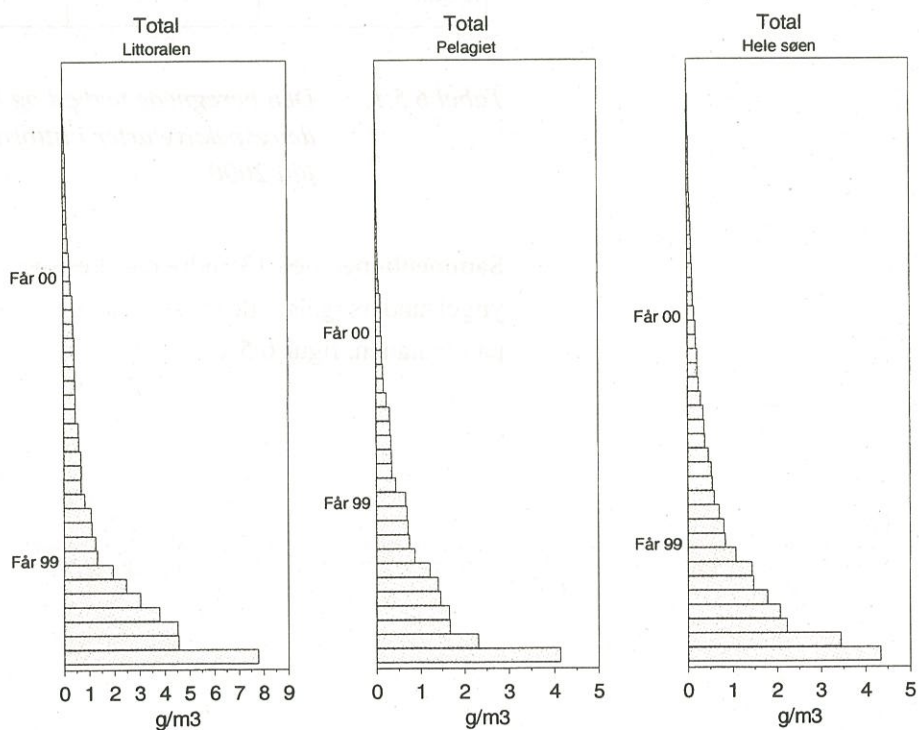
Sammenlignet med 13 andre danske søer, hvor der er foretaget yngelundersøgelser de tre seneste år, er middeltætheden af fiskeyngel tæt på medianen, figur 6.5.1.



Figur 6.5.1. Tætheden af fiskeyngel i Fårup Sø i littoralzonen, pelagiet og i hele søen i 1999 og 2000 sammenlignet med tætheden fundet i andre søer.

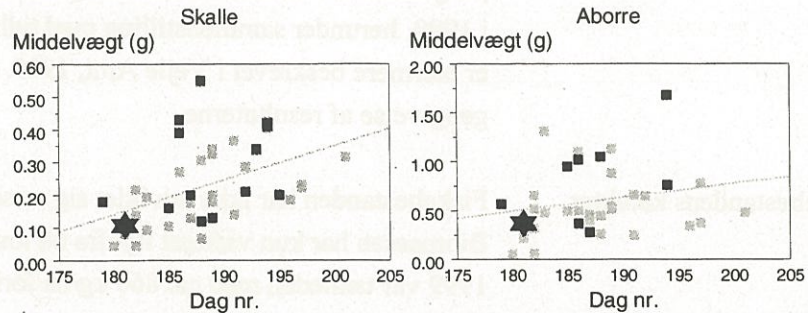
Størrelse

Fiskeynglens størrelse er lidt under middel i Fårup Sø i forhold til de øvrige søer undersøgt på samme tidspunkt, hvilket dog er forventet i en dyb sø, figur 6.5.2.



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

Middelvægten af både skalle- og aborreynghen er lidt under middel sammenlignet med middelvægten fundet på samme tidspunkt, hvor der hos skaller kan konstateres en tydelig forøgelse af middelvægten gennem juli måned i de respektive søer.



Figur 6.5.3. Middelvægten af skalle- og aborreynghen på undersøgelsestidspunktet i Fårup Sø sidst i juni 2000 (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 2000 er middeltætheden af karpefiskeyngel i 11 søer generelt større end i 1999, men mindre end i 1998 i de lavvandede søer, mens aborreynghen generelt forekom mindre talrigt end i 1999 både i lavvandede og i dybe søer, mens aborreynghen generel forekommer mindre talrigt end i 1999 både i lavvandede og dybe søer. I Fårup Sø er mængden af karpefiskeyngel beskeden både i 1999 og 2000, mens aborreynghen klart var størst i 1999. Søen følger således det generelle mønster.

Fordeling

Ynglens fordeling i de undersøgte søer viser en forkærlighed hos karpefiskeyngel for de lavvandede områder, og kun i de uklare og lavvandede søer findes betydelige mængder karpefisk i pelagiet. Aborrefiskeynglen er generelt mere pelagisk, dog med generelt aftagende mængder med øget dybde og sigtdybde. Med meget karpefiskeyngel i littoralen, men beskeden tætheder af karpefisk i pelagiet er fiskeynglens fordeling i overensstemmelse med søens status som dyb og forholdsvis klarvandet.

Påvirkning af

Fiskeynglens beregnede konsumptionsrate omkring 1. juli var med 8,2 mg dyreplanktonet tv/m³/d forholdsvis beskeden, men tæt på medianen sammenlignet med andre søer, og væsentligt under niveauet fra 1999. En beskeden konsumptionsrate hos fiskeynglen er forventet i dybe, klarvande og moderat næringsrige søer, og fiskeynglen har næppe alene ydet et

regulerende prædationstryk på søens dyreplankton omkring starten af juli 2000.

Fisk

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

Fiskebestandens karakter

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

Fiskebestandens stabilitet

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

Fiskenes betydning for vandmiljøet

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

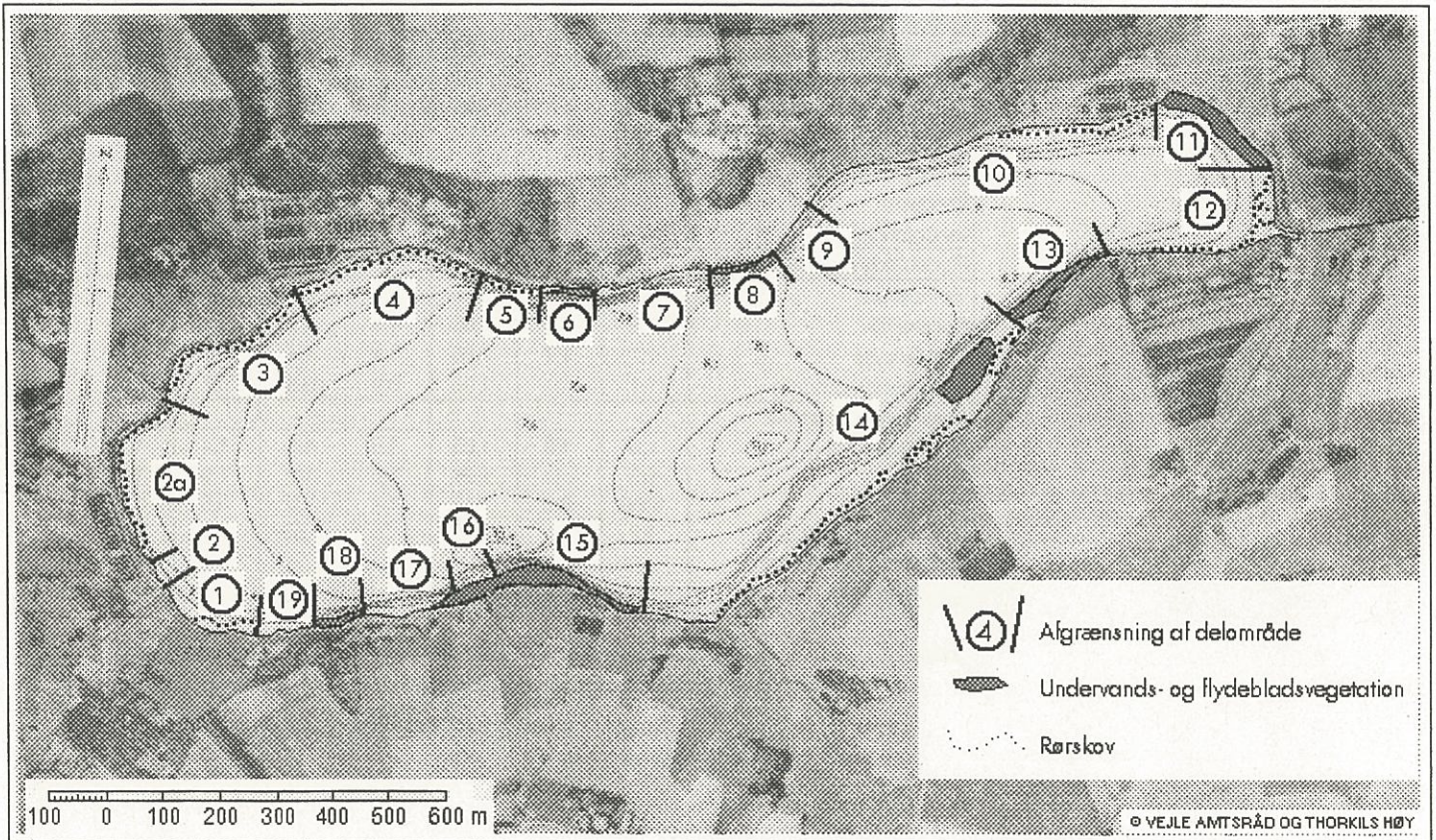
Den forholdsvis store biomassetæthed af potentielt benthivore fisk og den ringe kondition hos denne gruppe mere end antyder, at fødek konkurrencen om søens bunddyr er hård, og bundfaunaen holdes derfor antageligt nede på en ringe tæthed. Den ringe mængde snegle og andre græssere på planternes epifytter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

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

6.6. Undervandsplanter

Vegetationen i Fårup Sø er siden 1993 undersøgt en gang årligt. I 2000 er undersøgelsen gennemført den 19. juli. Formålet med undersøgelsen er at

følge udviklingen i undervandsvegetationens udbredelse i søen. Ved undersøgelsen er søen opdelt i 19 delområder, som fremgår af figur 6.6.1.



Figur 6.6.1: Områdeinddeling og udbredelse af flydeblads- og undervandsvegetationen, Fårup Sø 2000.

Rørsumpen

Rørsumpen blev undersøgt i 1995. Arealet af hele rørskoven udgør 2,1% af søens samlede areal, (Vejle Amt, 1996). Rørskovsvegetationen er domineret af tagrør, søkogleaks, smalbladet dunhammer og dyndpadderok, med tagrør som den mest udbredte art. 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.

Dybdegrænse (m)							
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Undervandsvegetation	2,55	2,3	2,15	2,7	2,3	1,7	1,8
Flydebladsvegetation	1,8	1,8	1,85	1,9	1,7	1,9	1,8
Rørskovsvegetation	1,5	1,8	1,65	1,8	1,8	1,9	1,4

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

Tabel 6.6.1: Artsliste og dybdegrænser for undervands- og flydevandsvegetation, samt dominerende rørskovsvegetation, Fårup Sø 1999. * 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 meget lille bestand af svømmende vandaks, vandpileurt. 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, men ikke i vest som tidligere år. I de fleste tilfælde er der tale om spredte bestande.

Artssammensætning

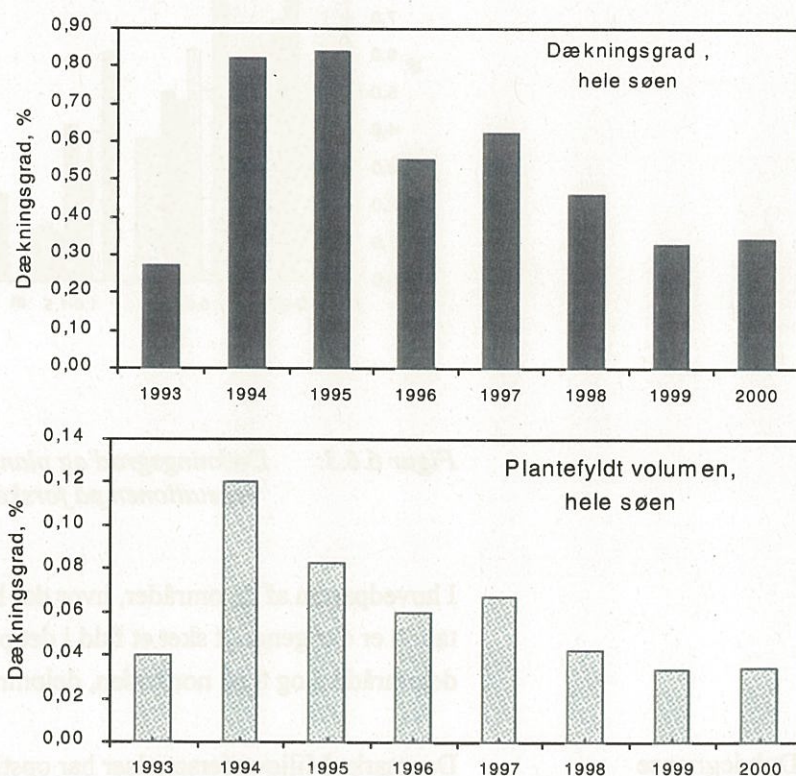
Undervandsvegetationen udgøres af børstebladet-, hjertebladet- og glinsende vandaks (delområde 6, 8, 11, 13, 14, 15, 16 og 17). Der er i 2000, ligesom i 1999, også fundet kruset vandaks (delområde 11 og 13), dog ikke i de samme områder som i 1999. Kildemos sp. er kun fundet i et eksemplar i 1994, og ikke siden. I 2000 er der fundet to nye arter, vandpest (delområde 9,10, 11,og12) og vandranunkel (område 11). Vandpest og vandranunkel er formentlig kommet ind, fordi der er bedre sigt og tab af storbladede vandaksarter.

Udbredelse

Der er en udpæget zonerung 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 1,2 m vand, mens den normalt dominerer på 1,5-2,0 m vand. Dybdegrænsen for glinsende vandaks er dermed reduceret markant. Hvor arterne optræder sammen, er det glinsende vandaks, der når længst ud. Den yderst fundne forekomst af undervandsvegetation er kruset vandaks på 1,7 m's vanddybde.

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 2000 er den samlede dækningsgrad for undervandsvegetationen i Fårup Sø på 0,34 % af det samlede søareal, mens planterne udgør 0,03 % af det samlede vandvolumen, hvilket er det samme som i 1999. Dækningsgraden for undervandsvegetationen er faldet kraftig i perioden 1994-1999/2000 og er således sammen med dækningsgraden for 1993 den laveste registrerede. Det plantefyldte volumen udviser samme udvikling.



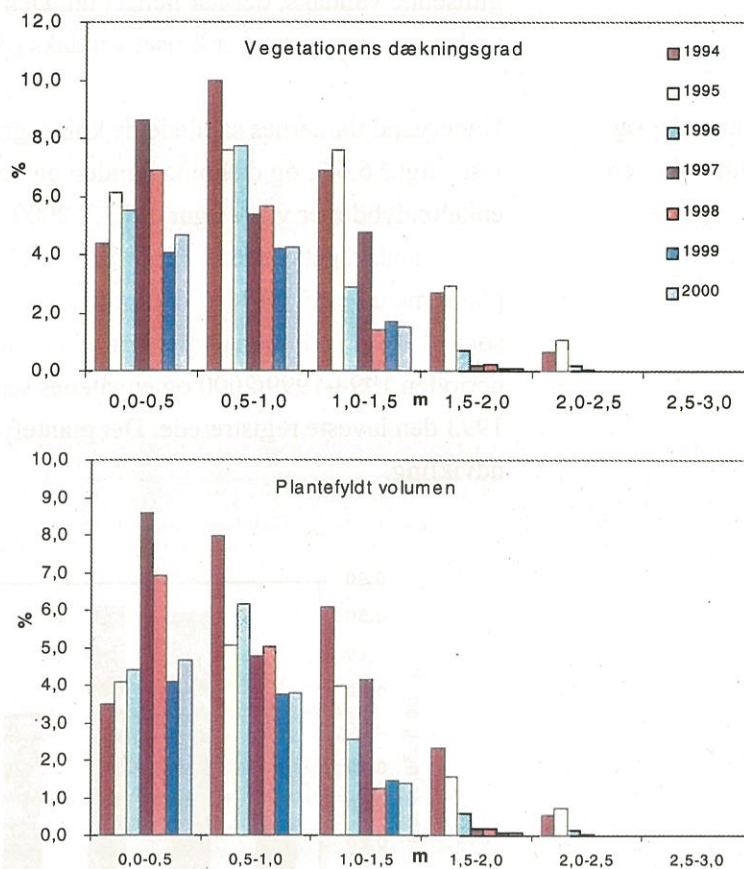
Figur 6.6.2: Dækningsgrad og plantefyldt volumen for

Udbredelse

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

For dybdeintervaller fra 0,5 m og udefter gælder det imidlertid, at der er siden 1994 er sket en tilbagegang, idet både dækningsgrad og plantefyldt

volumen er markant reduceret, mens der ses et andet udviklingsmønster på lavt vand mindre end 0,5 m's dybde. På vanddybde mindre end 0,5 m's dybde ses derimod en forøgelse af både dækningsgrad og plantefyldt volumen fra 1993 –1996, og derefter et fald. Dækningsgrad og plantefyldt volumen i 2000 er dog lidt større end i 1999.



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

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 delområde 6 og 8 på nordsiden, delområde 13, 14, 15, 16 og 17 på sydsiden.

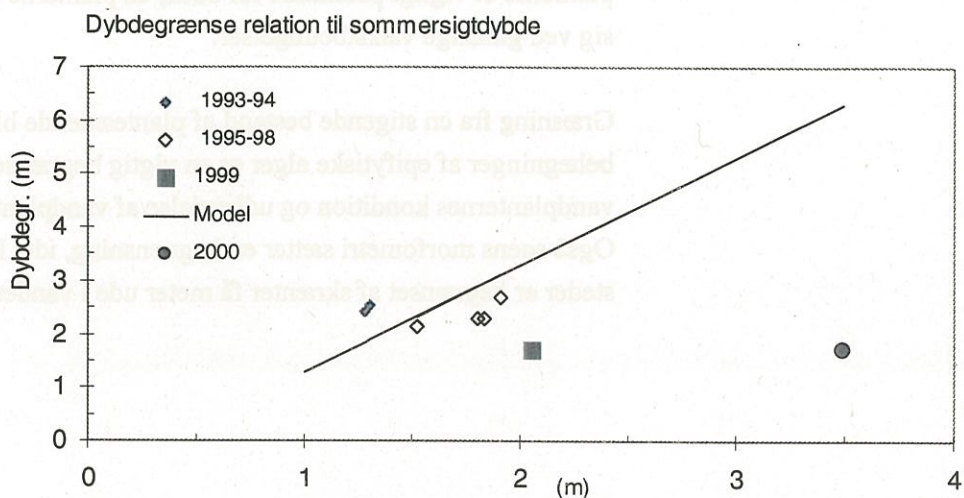
Dybdegrænse

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):

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

Det fremgår af figur 6.7.2, at de målte dybdegrænser for 1995-2000 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 sommersigtdybder 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 sigtdybder disse år.



Figur 6.6.4: Undevandsvegetationens dybdegrænse i forhold sommerens middelsigtdybde 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 sommersigtdybde i søen ikke altid er et resultat af en generel forbedring af sigtdybden i planternes vækstsæson. Tendensen mod forsvinden af de storbladede vandaksarter accelererer trods bedre sigtdybde, 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 planterne mod bunden, men påvækstalgerne kan naturligvis 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 0,33% af det samlede søareal, mens planterne udgør 0,04% 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 en vigtig begrænsende faktor 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.

6.7. Bundfauna

Bunddyrene i Fårup Sø er undersøgt i november 2000. Undersøgelse af bundfaunaen er imidlertid ikke en del af det nationale overvågningsprogram. Undersøgelsen er udført i november 2000 af Bioconsult a/s. Resultaterne af undersøgelsen er beskrevet i en rapport (Bio/consult, 2000). Dette afsnit omfatter de vigtigste resultater af undersøgelsen. Bundfaunaen i søen er ikke tidligere undersøgt.

Anledningen til undersøgelsen er indvandringen af vandremuslingen *Dreissina polymorfa* i søen. Muslingen er første gang registreret i søen omkring 1994 i søens vest-ende og er siden bredt sig til hele søen. Samtidig med at muslingebestanden er vokset, er der sket betydelige ændringer i søens miljøtilstand.

Formålet med undersøgelsen er at få beskrevet udbredelsen og hyppigheden af bundfaunaen, herunder især vandremuslingen, samt vurdere i hvilket omfang vandremuslingen påvirker de økologiske forhold og miljøtilstanden i søen, specielt med hensyn til vandets klarhed og den øvrige bundfauna.

Indsamlingsmetode

Der er taget prøver langs 4 transekter. Alle prøverne er indsamlet ved dykning.

Til undersøgelse af **vandremuslingen** er der indsamlet kvantitative prøver for hver 1 meters dybde på dybderne 0,5 m, 1,5 m, 2,5 m, 3,5 m, 4,5 m, 5,5 m, 6,5 m, 7,5 m og 8,5 m. Den enkelte prøve er taget med en metalring og med et prøvetagningsareal på 526 m². Ved hver dybde er der lavet en vurdering af dækningsgraden. Derudover er der i forskellige dele af søen foretaget en vurdering af dækningsgraden af muslingerne indtil en dybde af 3-4 m. Til undersøgelse af **bundfaunaen** i øvrigt, er der indsamlet kvantitative prøver for hver 2 m's dybde på dybderne 0,5 m, 2,5 m, 4,5 m, 6,5 m, og 8,5 m. Den enkelte prøve er indsamlet med en metalcylinder og med et areal på ca. 123 cm².

Vandremuslingen

Vandremuslingens biologi

Vandremuslingen *Dressina polymorfa* er en ferskvandsmusling, der stammer fra områderne omkring det Kaspiske Hav og Sortehavet, hvorfra de i første halvdel af det forrige århundrede af bredte sig til Mellemeuropa.

Den er formentlig indvandret i Danmark omkring 1840'erne. Den er nu udbredt og meget almindelig i Furesøen og Esrum Sø. Siden er den dukket op i Jels-søerne i Sønderjylland. Muslingen blev første gang registreret i Fårup Sø i 1993/94, og den er formentlig kommet omkring 1990.

Vandremuslingen er speciel, idet den ligesom de marine muslinger har lange og klæbrige byssustråde, hvormed den kan klæbe sig fast på bundsubstrater som sten, vandplanter, andre muslinger m.m. Byssustrådene er årsag til, at vandremuslingen kan optræde i meget stort antal, idet muslingen ofte sidder fast oven på hinanden og danner ret tykke lag, der har karakter af muslingebanker.

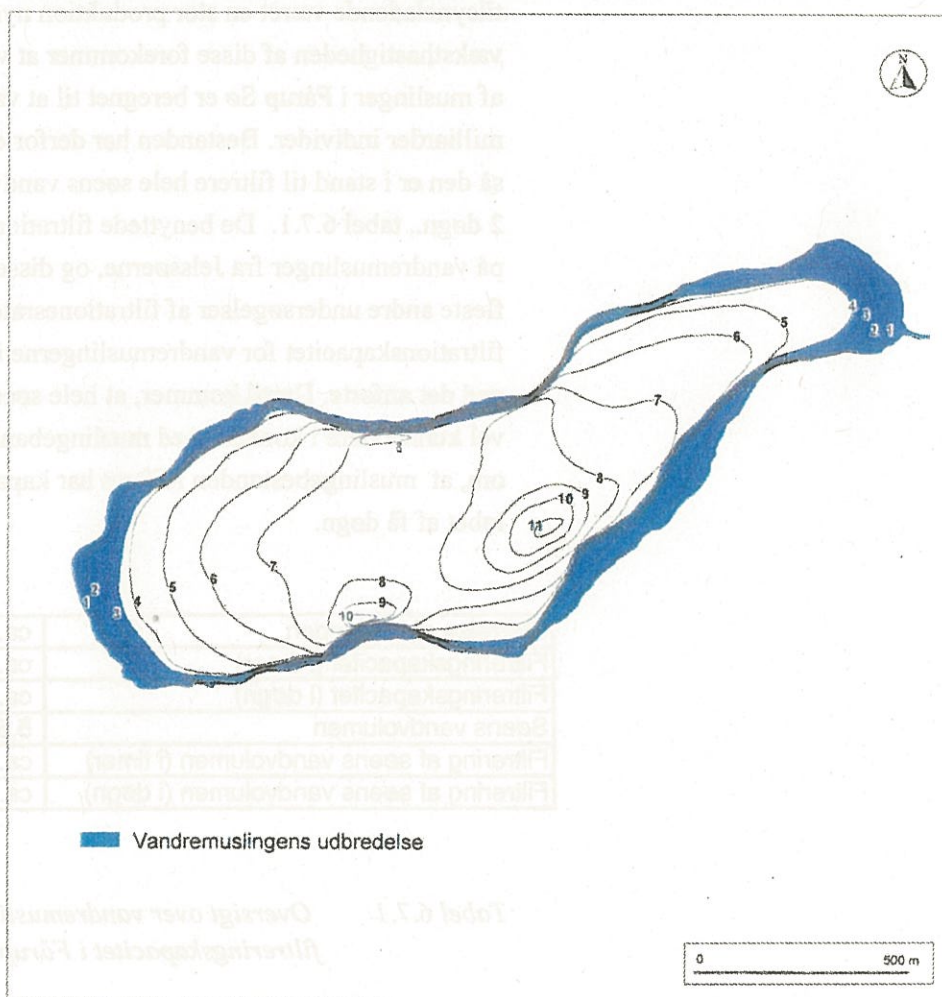
Vandremuslingen lever af at filtrere mikroskopiske partikler, især planteplankton, og en voksen musling kan filtrere op til flere liter om dagen. Vandremuslingen kan således gøre så vandet mere klart, idet den kan filtrere plankton ned til omkring en mikrometer modsat de fleste andre ferskvandsmuslinger.

Vandremuslingen adskiller sig desuden fra de fleste andre ferskvandsmuslinger ved ikke at være tvekönnat, men består af hanner og hunner, der gyder sperm og æg direkte ud i vandet. Gydningen foregår som regel om sommeren og først på efteråret, når der er en passende vandtemperatur. En stor musling kan gyde op til flere hundrede tusinder æg. Efter æggenes klækning kan larverne være fritsvømmende i mange uger, inden de sætter sig fast og udvikler sig til voksne med skaller. I løbet af 3-4 år nås normalt en størrelse på lidt over 3 cm. Vandremuslingen bliver som regel ikke ældre end 5 år.

Vandremuslingen foretrækker forholdsvis dybde og veliltede søer, der ikke er alt for næringssrige. Den findes fra det helt lave vand i bredzonen og ned til dybt vand, men er sædvanligvis mest talrig på dybere vand.



Foto: Bio/consult as



Figur 6.7.1. Udbredelse af vandremuslingen i Fårup Sø, 7.-8. november 2000. Vandremuslingen mangler, hvor bunden består af blød og ustabil dynd.

Vandremuslingens forekomst

Undersøgelsen 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, figur 6.7.2. Muslingen er fundet ned til knap 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.

Vandremuslingen er domineret af yngre individer i Fårup Sø, og bestanden er under opbygning og har endnu ikke toppet antalsmæssigt. Der har tilsyneladende været en stor produktion nye muslinger de sidste år, og væksthastigheden af disse forekommer at være forholdsvis god. Bestanden af muslinger i Fårup Sø er beregnet til at være i størrelsesordenen 1,3 milliarder individer. Bestanden har derfor en meget stor filtreringskapacitet, så den er i stand til filtrere hele søens vandvolumen igennem i løbet af knap 2 døgn., tabel 6.7.1. De benyttede filtrationsrater stammer fra undersøgelser på vandremuslinger fra Jelssøerne, og disse rater er en del højere end ved de fleste andre undersøgelser af filtrationsrater. Den samlede filtrationskapacitet for vandremuslingerne i Fårup Sø kan derfor være lavere end det anførte. Dertil kommer, at hele søens vandvolumen på kort tid ikke vel kunne være i kontakt med muslingebanker. Men der dog ingen tvivl om, at muslingebestanden i Fårup har kapacitet til at filtrere søens vand i løbet af få døgn.

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 vandremuslingen størrelse og filtreringskapacitet i Fårup Sø, 7.-8. november 2000.*

Bundfaunaen

Undersøgelsen af bundfaunaen i Fårup Sø viser, at faunaen er moderat artsrig og har en forholdsvis stor dybdeudbredelse. Der er således registreret i alt 49 arter/grupper af smådyr, og der er fundet en del arter ned til 8,5 m's dybde. Der er ikke registreret nogen rentvandsarter, og faunaen består af typiske arter for en næringsrig sø.

Børsteorme og dansemyg er de to artsrigeste faunagrupper med hver 9 arter/grupper. Herefter følger krebsdyr og snegle med hver 6 arter/grupper samt vårfluer og muslinger med henholdsvis 5 og 4 arter/grupper. De øvrige faunagrupper har alle kun 1 eller 2 arter/grupper.

Muslinger

Muslinger er den mest dominerende faunagruppe i kraft af, at vandremuslingen (*Dressina polymorpha*) udgør 74,2% af det samlede antal individer i bundfaunaprøverne,

I bundfaunaprøverne er registreret slægten *Pisidium* (ærtemuslinger) og *Dressina polymorpha* (vandremusling), mens der tillige i bundprøverne med vandremuslinger og i felten er observeret *Unio tumidus* (malermusling) og *Anadonta cygnea* (dammusling).

Ærtemuslingerne er kun fundet fåtalligt ned til dybder på 4,5 m, mens vandremuslingen er fundet talrigt ned til 6,5 m. I forbindelse med bundprøverne er vandremuslingen på 8 m's dybde registreret med en tæthed på 94.000 muslinger/m².

Malermuslingen er observeret ned til en dybde på 8,0 m, og er almindelig over det meste af søen. Der er ikke registreret nogen med længder under 4 cm, og bestanden synes domineret af ældre individer. Dammuslingen er også observeret ned til dybder på 8,0 m, men er knap så almindelig som malermuslingen. Der er ikke registreret nogen dammuslinger med længder over 5 cm, og bestanden domineres af store individer. Næsten alle maler- og dammuslinger har vandremuslinger hæftet på sig.

Den øvrige bundfauna

Herudover er også børsteorme og dansemyg ret almindelige samt til dels også snegle, krebsdyr og vårfluer. De øvrige 8 faunagrupper udgør hver for sig mindre end 1% af det samlede antal individer.

Bundfaunaen er kun moderat artsrig. Der er bl.a. ikke fundet nogen arter af guldsmede eller vandtæger, hvilket bl.a. hænger sammen med en ringe forekomst af vandplanter. Desuden er der kun registreret enkelte rentvandsarter. De fundne arter er knyttet til stenet, sandet eller dyndet bund, og der er kun registreret få vegetationsarter.

Faunagruppe	% af totalantal
Muslinger	74,8
Børsteorme	11,6
Dansemyg	5,3
Snegle	2,4
Krebsdyr	1,5
Vårfluer	1
Øvrige	6,6
I alt	100

Tabel 6.7.2: Oversigt over de hyppigste faunagrupper i Fårup Sø, 7.-8. november 2000.

I bilag 6.7.1 er angivet det omregnede antal fundne dyr pr. m². Det største antal arter er fundet på dybder fra 0,5 m til 6,5 m, mens det laveste er fundet på 8,5 m's dybde, hvor der blød dyndbund, tabel 6.7.2. Antallet af arter falder generel med dybden, fra 29 arter i 0,5 meters dybde til 13 arter på 8,5 meters dybde.

Dybde (m)	0,5 m	2,5 m	4,5 m	6,5 m	8,5 m
Antal arter	29	27	26	17	13

Tabel 6.7.3. Det samlede antal arter på de forskellige prøvetagningsdybder på transekterne i Fårup Sø, 7.-8 november 2000..

Vurdering af bunddyrs tætheden

Med hensyn til hyppighed er vandremuslingen stærkt dominerende, idet den udgør 745% af det samlede antal smådyr i prøverne. Den største tæthed er på stenet/sandet bund, mens tætheden er lavest på sandet og dyndet bund. Når der ses bort fra vandremuslingen er tætheden af de øvrige arter lidt lavere end forventet ud fra søens næringsniveau og bundforhold.

Vandremuslingerne har en tydelig negativ effekt på maler- og damuslingerne, som stresses af de mange vandremuslinger både med hensyn til fødeindtagelse og bevægelighed. Der er således fasthæftede vandremuslinger på næsten alle individer af de to arter. Dette hænger bl.a. sammen med, at vandremuslinger foretrækker at sidde fasthæftet på levende muslinger fremfor på døde skaller og sten. Begge arter synes at være i tilbagegang, da der ikke er registreret nogen unge individer af disse ved undersøgelsen.

Med hensyn til den øvrige bundfauna er det vanskeligt at vurdere, hvordan indvandringen af vandremuslingen har påvirket disse, da der ikke tidligere er foretaget undersøgelser af bundfaunaen i Fårup Sø. Den ret lave tæthed af

smådyrene har dog muligvis en sammenhæng med vandremuslingens dominerende forekomst.

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 dammusling er i tilbagegang blevet.

Da vandremuslingen stadig er under opbygning, kan det forventes, at vandet også vil blive klart de førstkomende 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.

6.8. Fugle

I forbindelse med de regelmæssige tilsyn på søen er der gennem de seneste få år observeret en stigende bestand af blishøns. Der er også observeret talrige blishønsereder i bredvegetationen. Vegetationen af søkogleaks ser ud til at være favorit, hvor der nogle steder er 20-25 m mellem rederne. 2 flokke på ca. 50 individer samt talrige mindre flokke er observeret. Det vurderes, at bestanden er på 150- 200 individer.

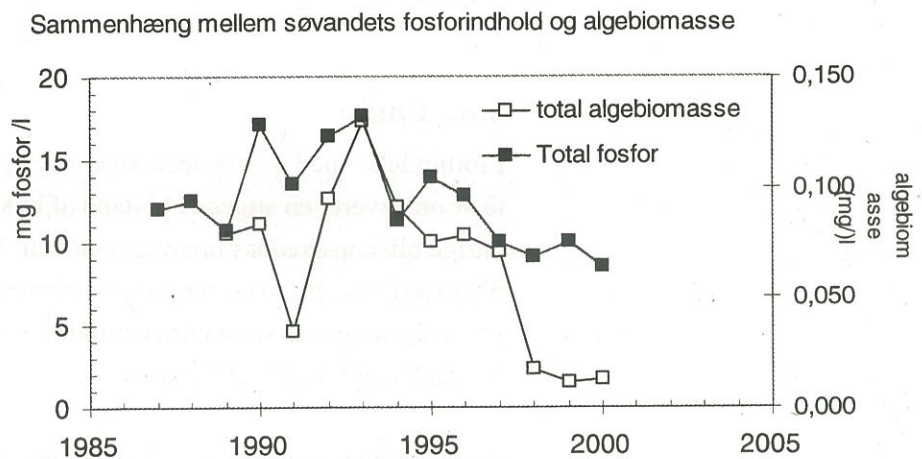
Bedre ynglemuligheder og et godt fødegrundlag kan være de væsentligste årsager til den tilsyneladende stigende bestand ved søen. Stabilisering af vandstanden kan have ført til bedre ynglemuligheder for blishønsene, der nu er sikre på ikke at få tørlagt rederne. Blishøns er planteædere, og den stigende blishønsbestand har dog den uheldige virkning, at øge græsningstrykket på vandplanterne. Flere undersøgelser dokumenterer, at planteædende fugle som blishøns kan virke begrænsende for udbredelse af undervandsplanter. De store mængder vandremuslinger på søbunden er også et godt fødegrundlag og et udtømmeligt spisekammer. Vejle Amt foretog i efteråret 2000 en undersøgelse af kråseindholdet på omkring 25 blishøns fra Fårup Sø, og det kunne det konstateres, at vandremuslingen indgår som et betydelig del af blishønsenes fødeindtag. Der er fundet knuste muslingeskaller i en stor del af kråserne og hele vandremuslinger i enkelte. Selvom blishønsene er planteædere, kan de indtage betydelige mængder vandremuslinger. Det forventes derfor, at bestanden af vandremuslingen i Fårup Sø er et godt fødegrundlag for bestanden af blishøns.

Vejle Amt har i 2001 iværksat en overvågningen af fuglebestanden ved Fårup Sø.

6.9 Det fysisk, kemisk 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 2000 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 søvandet indhold af fosfor og algemængden, figur 6.9.1. Algemængden er dog faldet kraftigere i perioden 1995-2000 end fosforindholdet, hvilket formentlig kan tilskrives den øgede mængde vandremuslinger.



Figur 6.9.1. Udvikling af sommerens udvikling af total fosfor i søvandet og algebiomasse i perioden 1989-2000.

Sigtdybde og algebiomass

Det kraftige fald i algebiomassen resulterer i en voldsom forøgelse af sigtdybden. Der er i klartvandsfasen i maj 2000 registreret sigtdybder på mere end 5,5 m, hvilket resulterer i den højeste middelsomme sigtdybde på 3,5 m, der er registreret i overvågningsperioden.

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 være de bedste betingelser for en veludviklet undervegetation. I stedet er undervandsvegetationen forarmet og i tilbagegang, og bunddyrsfaunaen er under forandring, hvilket forringer fødegrundlaget for de bundlevende fisk.

Den væsentligste årsag til disse forandringer kan formentlig tilskrives indvandringen af vandremuslingen *Dreissina polymorfa*, en øget bestand af blishøns, og til dels stabiliseringen af vandstanden ved stemmmeværket i afløbet

Vandremusling

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 stigning i sommersigtdybden.

Vandremuslingen, der har koloniseret store dele af søen, er nok den væsentligste årsag til den forbedrede sigtdybde, på grund af den kolosale evne til at filtrere partikler, herunder alger m.m. fra søvandet. De store mængder vandremuslinger, der er fundet ved bundfaunaundersøgelsen sandsynliggør, at muslingen er den afgørende faktor for den formindskede algemængde og den stærkt forbedrede sigtdybde.

Vegetationens tilbagegang

Flere faktorer ser ud til at spille ind på vegetationens forringede levevilkår. Græsning fra en stigende bestand af planteædende blishøns samt kraftige belægninger af epifytiske alger er vigtigste begrænsende faktor for vandplanternes kondition og udbredelse af vandplanter i Fårup Sø.

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

Stabiliseringen af vandstanden har muligvis haft den utilsigtede effekt, at have ført til dårligere lysforhold for vandplanterne på dybere vand, idet vandstanden med regulering af vandstanden normalt er lav i sommerperioden. Vandstanden i søen er gennemsnitlig ca. 10 cm højere i perioden 1995-2000 i forhold til 1989-1995. Men den stærkt øgede sigtdybde vil formentlig overskygge denne effekt.

Den mere stabile vandstand kan også have ført til bedre ynglemuligheder for blishøns, der nu "er sikre på" ikke at blive tørlagt. Den tilsyneladende stigende blishønsebestand øger også græsningstrykket på vandplanterne. Flere undersøgelser dokumenterer, at planteædende fugle som blishøns kan virke begrænsende for udbredelse af undervandsplanter. Amtets egne undersøgelser tyder på, at blishøns også indtager vandremuslinger, som en væsentlig del af føden. Så længe der er et stort spisekammer på søbunden i form af friske vandremuslinger, kan det frygtes, at blishønsebestanden i fremtiden vil stige. Dette vil øge græsningstrykket endnu mere på

vandplanterne. Reduceres vandplanterne dramatisk, forsvinder grundlaget for et naturligt plante – og dyreliv.

Miljøtilstanden i Fårup Sø vil de kommende år være ustabil. Indvandringen af vandremuslingen er således stærkt medvirkende til de ændringerne, der er set i miljøtilstanden i Fårup Sø. Hvorledes miljøtilstanden vil ændre sig de kommende år vil formentlig afhænge meget af muslinge- og blishønsbestanden.

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 store 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.

Årsagen til vandplanternes dårlige tilstand og tiltagende tilbagegang er derfor både en effekt af en øget bestand af vandremuslingen, og til dels en højere og mere stabil vandstand. 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 blishønsene. Reduceres vandplanterne til en minimal udbredelse som følge af græsning fra blishøns, forsvinder grundlaget for et alsidigt plante- og dyreliv.

Samlet vurdering

Den væsentligste årsag til den stærkt forbedrede sigtddybe i Fårup Sø vurderes, at være vandremuslingens store filtrationskapacitet.

Den forbedrede sigtddybe i Fårup Sø har imidlertid ikke forbedret søens plante- og dyreliv, tværtimod. Flere faktorer spiller ind på den forarming, der er registreret på søens undervandsvegetation.

7. Sediment

Sedimentet i Fårup Sø er undersøgt i december 2000. Sedimentdata fremgår af tabel 7.1. Sedimentet er tidligere undersøgt i 1990 og 1995.

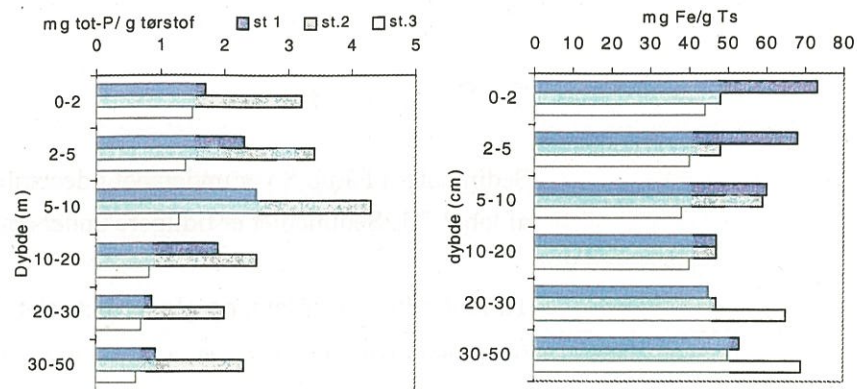
Tørstofindholdet er lavt, og glødetabet relativt højt, hvilket er karakteristisk for et sediment, der er rig på organisk stof, tabel 7.1.

Det højeste indhold af fosfor er målt på st. 2 på mellem 2 og 4,3 mg P/g TS. Indholdet af fosfor er gennem hele profilet betydeligt højere end fosforindholdet på de to andre stationer. Fosforindholdet varierer på st. 1 og 3 mellem 0,7 og 2,5 mg P/g TS.

	Tørstof	Glødetab	Total- P	Jern	Fe/ P
2000	%	%	mg/g TS	mg/g TS	forhold
st 1.					
0-2 cm	7,09	18,8	1,7	73	43
2-5 cm	10,1	17,6	2,3	68	30
5-10 cm	12,2	17,3	2,5	60	24
10-20 cm	14	16,4	1,9	47	25
20-30 cm	14,2	17,8	0,9	45	52
30-50 cm	13,5	19	0,9	53	57
50-70 cm	11,7	21,2	0,9	73	83
st 2.					
0-2 cm	5,22	18	3,2	48	15
2-5 cm	10,8	17,3	3,4	48	14
5-10 cm	13	15,5	4,3	59	14
10-20 cm	14,1	17,1	2,5	47	19
20-30 cm	15,2	16,7	2	47	24
30-50 cm	15,2	17,4	2,3	50	22
50-70 cm	-	-	-	-	-
st 3.					
0-2 cm	6,76	16,4	1,5	44	29
2-5 cm	12,5	14,9	1,4	40	29
5-10 cm	15,6	14,5	1,3	38	29
10-20 cm	17,3	14,7	0,82	40	49
20-30 cm	13,9	17,3	0,7	65	93
30-50 cm	14,4	17,2	0,62	69	111
50-70 cm	-	-	-	-	-

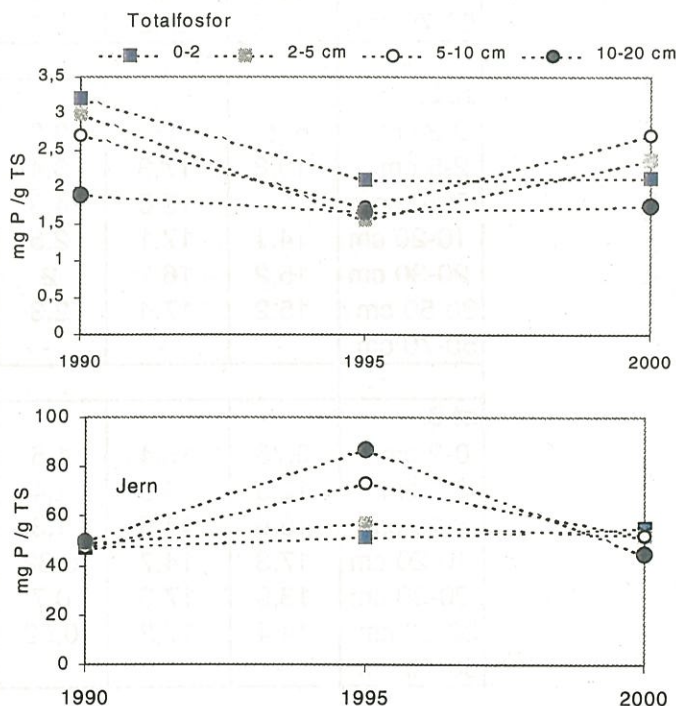
Tabel 7.1: Sedimentdata fra forskellige dybder på tre stationer i Fårup Sø, 2000.

I de øverste 5 cm er jernindholdet størst på st. 1, hvor det er mellem 68 og 73 mg/g TS mens det er mellem 48 og 40-44 mg/g TS på st. 2 og st. 3. I de dybere lag er jernindholdet størst på st. 3.



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. 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.



Figur 7.2: Middelfosforindholdet for de tre stationer i forskellige dybder i 1990, 1995 og 2000.

Jern/fosfor-forholdet kan have stor betydning for sedimentes evne til at tilbageholde fosfor. Jern/fosfor-forholdet i de øverste 5 cm er mellem 15 og 43 på de tre stationer, størst på station 1 og mindst på station 2, tabel 7.1.

Man kan således forvente, at jern er styrende for fosforafgivelse fra sedimentet i Fårup Sø. Jern-/fosforholdet i de øverste 2 cm er, som middel af stationerne, steget fra 1990 til 2000, tabel 7.2.

jern / P	1990	1995	2000
0-2	15	24	26
2-5 cm	16	37	22
5-10 cm	17	42	19
10-20 cm	26	52	26

Tabel 7.2: Jern/fosfor-indholdet, middel af de tre stationer, i forskellige sedimentdybder i Fårup Sø i perioden 1989-2000.

8. Miljøtilstand og fremtidig udvikling

8.1 Målsætning, miljøtilstand.

Målsætning

Fårup Sø er i Regionplanen 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 sigtddybde 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.

Miljøtilstand

Det klare vand i Fårup Sø de seneste år har ikke ført til en bedre miljøtilstand i søen, tværtimod. De store sigtddybder burde være de bedste betingelser for en veludviklet undervegetation. I stedet er undervandsvegetationen forarmet og i tilbagegang, bunddyrsfauna er under forandring, hvilket har forringet fødegrundlaget for de bundlevende fisk.

Som tidligere anført, vurderes det, at de væsentligste årsager til de ændrede økologiske forhold i Fårup Sø, formentlig kan tilskrives direkte og indirekte effekter af vandremuslingen *Dreissina polymorfa*, en øget bestand af blishøns, og i en vis grad også stabiliseringen af vandstanden i søen.

8.2 Fremtidig tilstand og belastning

Søens miljøtilstand vil de kommende år afhænge af udviklingen i de biologiske forhold og af næringsstofftilførslen til søen.

Vandremuslingen har således en meget positiv virkning på søen sigtddybde, men har desuden en række uheldige virkninger, som kan være fatale og af afgørende betydning for søens fremtidige miljøtilstand. Den store bestand af vandremuslinger kan være med til at forstærke den uheldige virkning af den stabiliserede vandstand i søen, ved at være et stabilt og stort fødegrundlag for en bestand af blishøns.

En stor og stabil produktion af alger, som følge af stor tilførsel af næringsstoffer til søen medvirker derfor til at sikre et godt fødegrundlag for en stor bestand af vandremuslinger. Reduceres vandplanterne til en minimal udbredelse, som følge af græsning fra blishøns og epifytbelægninger forsvinder grundlaget for et alsidigt plante- og dyreliv.

De mange muslinger bidrager til at søens økologiske system er usikkert, da bestanden af muslingerne kan forventes at svinge i de kommende år, og fordi der i forbindelse med massedød vil blive frigivet store mængder næringsstoffer, der kan give anledning til stor algevækst.

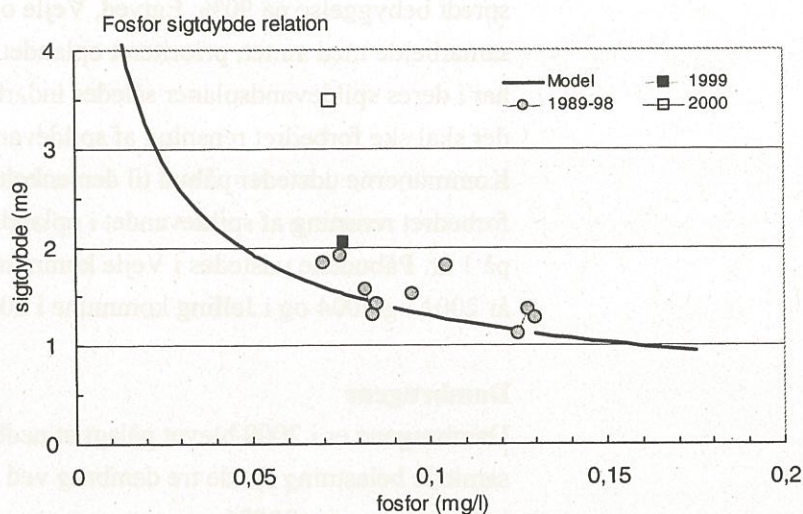
Det vurderes, at søen på sigt kun kan sikres en god og varig miljøtilstand ved indgreb overfor næringsstofftilførslen til søen.

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

Til vurdering af, hvor meget fosforindholdet i søvandet højest må være, anvendes en model for sammenhængen mellem søvandskoncentrationen og sigtdybden, som er vist i figur 8.1. Sammenhørende, målte værdier af sigtdybde og fosforindhold i Fårup Sø i perioden 1989-2000 er placeret i forhold til kurven. Modellen forudsiger imidlertid, at skal søen på sigt opnå en stabil og varig god sigtdybde, skal fosforindhold i søen nedbringes. Dette kan kun ske ved at nedbringe fosfortilførslen til søen.

Sigtdybdemodellen forudsiger, at målet for sommersigtdybden på 2 m vil kunne nås ved en søvandskoncentration på 0,050 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 den sammenhæng i Fårup Sø (Kristensen et al, 1990, model 12), se afsnit 4.3. Årsagen til afvigelserne 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 sommersigtddybe efter $\text{model sigtddybe} = 0,35 \cdot (P)^{-0,57}$. Til sammenligning er vist målte værdier i perioden 1989-2000.

Med disse forbehold taget i betragtning forudsiger modellen, at med et maksimalt indhold af fosfor i søvandet på 0,50 mg/l må indløbskoncentrationen højst være **0,060 mg/l**. Det vil svare til, at der højst må tilføres ca. 780 kg fosfor ved en gennemsnitlig vandtilførsel på 1302 mill. m³/år i perioden 1989-2000. Der skal således ske betydelige reduktioner i fosfortilførsel for opnå en sigtddybe på 2,0 m.

Nedbringelse af fosfortilførsel til Fårup Sø kan ske ved:

- Bedre rensning af husspildevandet fra den spredte bebyggelse.
- Reducering af udledningen fra de tre dambrug ved søen.
- Begrænsning af næringstabene, fra markerne.

8.3 Muligheder for at nedbringe næringsstofftilførslen

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.

Spredt bebyggelse

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

Spildevandsplanerne skal være i overensstemmelse med regionplanen. I følge Regionplan 97 skal der ske en reduktion af fosforudledningen fra spredt bebyggelse på 90%. Egtved, Vejle og Jelling kommuner, har i samarbejde med amtet, prioriteret oplandet til Fårup Sø højt. Kommunerne har i deres spildevandsplaner således indarbejdet regionplanens krav, om at der skal ske forbedret rensning af spildevandet fra den spredte bebyggelse. Kommunerne udsteder påbud til den enkelte husstand, om at iværksætte forbedret rensning af spildevandet i oplandet til Fårup Sø inden for en frist på 1 år. Påbudene udstedes 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 søen. Den samlede belastning fra de tre dambrug ved søen skal nedbringes til 30 kg inden udgangen af 2006.

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. Selvom forbruget af handelsgødning er reduceret meget siden midt i 1980'erne forekommer der i dag stadig nettotilførsel af fosfor til jordene i forbindelse med husdyrproduktion. Især gyllen indeholder store mængder fosforrester, som dyrene ikke har kunnet optage i kroppen.

Fosfor bliver hovedsageligt transporteret fra land til vand ved erosion, og nedvaskning via dræn og grundvand. *Nedvaskning* af fosfor, især i drænedde jorde, betragtes i dag som en vigtig tabsproces. Undersøgelser viser, at de øverste 50 cm i dansk landbrugsjord mange steder har en fosformætning, som er kritisk høj, og at fosforindholdet i underjorden er stigende. En række *erosionprocesser* kan medføre, at fosforrig jord transporteres ud i vandmiljøet eller hen, hvor risikoen for tab er stor.

Gennem en mere miljøvenlig jordbrugsdrift er det muligt at reducere fosforudledningen. En del af oplandet til Fårup Sø, i alt 73 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.

Udvaskning og overfladeafstrømning kan også nedbringes ved at ekstensivere de sø- og vandløbsnære arealer ved at sikre de dyrkningsfri bræmmer og ved konturpløjning på skrånende arealer, det vil sige, 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 2000 er et usædvanligt varmt år, der starter med en mild vinter og et meget varmt forår. 2000 er nedbørsmæssigt sammenligneligt med perioden 1989 - 1999, men i februar og marts falder der dog mere nedbør.
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.
Stoftilførelse	Det største bidrag til fosfortilførslen af den samlede tilførsel på 1103 kg, stammer fra grundvand med 61%, landbrug og spredt bebyggelse med 20% og dambrug med ca. 18%. De største kvælstofkilder er fortsat grundvand og landbrugsdrift. Der er imidlertid ikke sket væsentlige ændringer i hverken kvælstof- eller fosforbelastningen til Fårup Sø. Vandmiljøplanerne har således ikke haft nogen effekt på næringsstofbelastningen til Fårup Sø.
Stoftilbageholdelse	Forholdet mellem jern og fosfor i søbunden er højt, hvilket betyder, at søen kan tilbageholde fosfor under iltede forhold. Iltforholdene i søen er rimelig gode det meste af sommeren. Kun under de korterevarende temperaturlagdelinger i løbet af sommeren falder iltindholdet på det dybere vand. På grund af søens øst-vest vendte beliggenhed er søen vindpåvirket, og der sker derfor nemmere omrøring af vandmasserne. Den interne belastning har således været mindre end i 1999, hvor der var længerevarende temperaturlagdelinger.
Sigtdybden er forbedret	I 2000 er der i gennemsnit i sommerperioden målt 3,5 m sigtdybde, hvilket er den hidtil bedste måling i overvågningsperioden. Den gode sigtdybde skyldes en meget ringe algemængde, som tilsvarende er den mindste, der er registreret i overvågningsperioden. Søens indhold af fosfor og kvælstof er faldet i overvågningsperioden, som følge af de mindre algemængder. Algerne var fosfor- og siliciumbegrænsede i april/maj, men også reguleret af dyreplanktonets græsning. Den væsentligste årsag til de små planktonmængder skyldes den stigende mængde vandremusling, som kan filtrere søvandet så meget, at det påvirker algemængden og dermed også sigtdybden.
Vandplanterne klarer sig	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 på undervandsplanternes forringede levevilkår, bl.a. skygning fra epifytiske alger og prædation fra blishøns. Søens øvrige dyreliv viser også tegn på forandringer.

Søens miljøtilstand

De væsentligste årsager til disse forandringer skyldes forekomsten af vandremuslingen *Dreissina polymorfa*, en øget blishønebestand og til dels stabiliseringen af vandstanden i søen.

Så længe fosforbelastningen er stor, vil der være et grundlag for en stor algeproduktion og dermed også en stor bestand af vandremuslinger. Skal søen sikres en god miljøtilstand på sigt, skal der ske reduktioner i fosforbelastningen til søen.

Regionplanens mål

En sommersigtedybde på 3,5 m i Fårup Sø i 2000 opfylder regionplanens krav til sigtedybde. Den eneste måde, som giver forudsætningen for et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv, der er varigt, er at begrænse algemængde ved at nedbringe tilgængeligheden af næringsstoffer i søen. Dette kan kun ske ved at nedbringe tilførslen af næringsstoffer, især fosfor, fra marker, dambrug og spredt bebyggelse.

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

		Middelværdier	
2000	Enhed	Sommer	År
Vandtilførsel	1000m ³	4,764	13732
Opholdstid	år ⁻¹	0,52	0,041
Fosfortilførsel	Tons	1,103	0,399
Kvælstoftilførsel	Tons	10,425	36,337
Sigt	m	3,49	3,20
PH		8,16	8,07
Klorofyl	mg/l	0,017	0,014
Total fosfor	mg/l	0,064	0,072
Filt. Uorg. Fosfor	mg/l	0,026	0,065
Total kvælstof	mg/l	0,982	1,40
Ammonium	mg/l	0,078	0,08
Nitrit-nitrat-N	mg/l	0,581	1,06
Silicium	mg/l	7,16	11,3
Total-jern	mg/l	0,105	0,12
Alkal.	meq/l	2,02	1,94
Susp. Stof	mg/l	5,72	5,64
Gløde-tab	mg/l	5	
COD	mg/l		-
Algeplankton	mg VV/l	1,7	
Dyreplankton	mg TV/l	135	
Fiskeyngel tæthed	antal/m ³		
Littoralen		0,76	
Pelagiet		2,49	

Tabel 9.1: Nøgletal for Fårup Sø, 2000.

Ar	Stations	Antal	Andel
1997	11	11	100
1998	11	11	100
1999	11	11	100
2000	11	11	100
2001	11	11	100
2002	11	11	100
2003	11	11	100
2004	11	11	100
2005	11	11	100
2006	11	11	100
2007	11	11	100
2008	11	11	100
2009	11	11	100
2010	11	11	100
2011	11	11	100
2012	11	11	100
2013	11	11	100
2014	11	11	100
2015	11	11	100
2016	11	11	100
2017	11	11	100
2018	11	11	100
2019	11	11	100
2020	11	11	100
2021	11	11	100
2022	11	11	100
2023	11	11	100
2024	11	11	100
2025	11	11	100
2026	11	11	100
2027	11	11	100
2028	11	11	100
2029	11	11	100
2030	11	11	100
2031	11	11	100
2032	11	11	100
2033	11	11	100
2034	11	11	100
2035	11	11	100
2036	11	11	100
2037	11	11	100
2038	11	11	100
2039	11	11	100
2040	11	11	100
2041	11	11	100
2042	11	11	100
2043	11	11	100
2044	11	11	100
2045	11	11	100
2046	11	11	100
2047	11	11	100
2048	11	11	100
2049	11	11	100
2050	11	11	100
2051	11	11	100
2052	11	11	100
2053	11	11	100
2054	11	11	100
2055	11	11	100
2056	11	11	100
2057	11	11	100
2058	11	11	100
2059	11	11	100
2060	11	11	100
2061	11	11	100
2062	11	11	100
2063	11	11	100
2064	11	11	100
2065	11	11	100
2066	11	11	100
2067	11	11	100
2068	11	11	100
2069	11	11	100
2070	11	11	100
2071	11	11	100
2072	11	11	100
2073	11	11	100
2074	11	11	100
2075	11	11	100
2076	11	11	100
2077	11	11	100
2078	11	11	100
2079	11	11	100
2080	11	11	100
2081	11	11	100
2082	11	11	100
2083	11	11	100
2084	11	11	100
2085	11	11	100
2086	11	11	100
2087	11	11	100
2088	11	11	100
2089	11	11	100
2090	11	11	100
2091	11	11	100
2092	11	11	100
2093	11	11	100
2094	11	11	100
2095	11	11	100
2096	11	11	100
2097	11	11	100
2098	11	11	100
2099	11	11	100
2100	11	11	100

Side 86 Overvågning af Fårup Sø, 2000

10. Referenceliste

Andersen, B., Jensen, H.A., Christensen, I.G og Møller, P.H., (1999).
Kilder og Vandløb, 1999, Vejle Amt.

Bøgestrand, J. (2000).
Vandløb og kilder 1999, 1999, NOVA 2003. Faglig rapport DMU, nr. 336.

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

Danmarks Miljøundersøgelser (2001):
Notat om naturoplande

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 (1999):

Fiskebestanden i Fårup Sø, september 1999. Fiskeøkologisk Laboratorium,
december 1999.

Müller, J.P et al (2000):

Fiskeyngel i Fårup Sø, september, juni 2000. Fiskeøkologisk Laboratorium,
december, november 2000.

Mortensen, E. et al. (1990) :

Fiskeundersøgelser i søer. Teknisk anvisning nr. 3, Danmarks Miljø-
undersøgelser.

Olrik, K. (1991):

Planteplanktonmetoder, Miljøprojekt nr. 187, Miljøstyrelsen

Olrik, K. (1993):

Planteplanktonøkologi. Miljøprojekt nr. 243, Danmarks Miljøundersøgelser.

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 korigeret 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

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

Beregning af udledning af spildevand fra spredt bebyggelse bygger på oplysninger fra Egtved og Jelling kommune om antal ukloakerede ejendomme, ejendommens rensetyper, samt normtal fra Miljøstyrelsen. ifølge normen er indholdet af fosfor og kvælstof i 1 person-ækvivalent (PE) 1,0 kg P/år og 4,4 kg N /år. Det er forudsat, at hver ejendom som gennemsnit udleder for 2.5 person- ækvivalenter

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

Stoftransport

Vejle Amt har i perioden 1989-2000 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 1,35 mg N/l og 0,041 mg P/l (Danmarks Miljøundersøgelser, 2000).

Naturbidraget beregnes ved at multipliceret 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)
Qmagasinerings	(vandstandsvariationer, m)
Qgrundvand ind-/udsivning	(månedsværdier, m ³)
Asøareal	

Vandbalancen er således opgjort månedsvis som:

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

hvor

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

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

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

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

Ovenstående beregningsforskelle kan medføre, at den beregnede opholdstid ikke umiddelbart er sammenlignelige de to metoder imellem.

Stofbalancen opstilles tilsvarende ud fra følgende størrelser:

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

Stofbalancen er således opgjort månedsvis som:

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

hvor

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

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

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

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

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

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 middeldkoncentrationen 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 1989-2000 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.

	Årstal																				
Fåryp Sø	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00
Stoftransport			X							X	X	X	X	X	x	X	X	X	X	X	X
Vandkemi			(x)		(x)		(x)	(x)	(x)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fytoplankton										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zooplankton										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
Fisk										X					X					X	
Fiskeyngel																				X	X
Sediment			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 Vejle Miljølaboratorium til analysering for flere *parametre*: COD (DMU 88), totalkvælstof (DS 221), ammonium-N (DS 224), nitrit+nitrat-N (DS 223), totalfosfor (DS 292), orthofosfat (DS 291), suspenderede stoffer (DS 207), glødetab (DS 207), siliciumdioxid (Koroleff) og jern (DS 219) og Klorofyl-a. Vedrørende laboratorieskift, se under afsnittet Laboratorieanalyser.

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

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

Fårup Sø : 0,5 l, 3 og 5 m

Fra baljeprøven udtages i felten følgende prøver til dyreplanktonbestemmelse:

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

Laboratorieanalyser

Kemi

En blandingsprøve sendes til Vejle Miljølaboratorium til analysering for følgende *kemiske parametre* for COD (DMU 88), totalkvælstof (DS 221),

ammonium-N (DS 224), nitrit+nitrat-N (DS 223), totalfosfor (DS 292), orthofosfat (DS 291), suspenderede stoffer (DS 207), glødetab (DS 207), siliciumdioxid (Koroleff) og jern (DS 219).

Planteplankton

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

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

Kolonidannede blågrønalger, bl.a. slægten *Microcystis*, 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 planteplanktonprogrammet ALGESYS.

Dyreplankton

Dyreplanktonprøverne oparbejdes i eget laboratorium. Den i feltet 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 konstant-værdier.

Tabeller og kurver - Fårup Sø

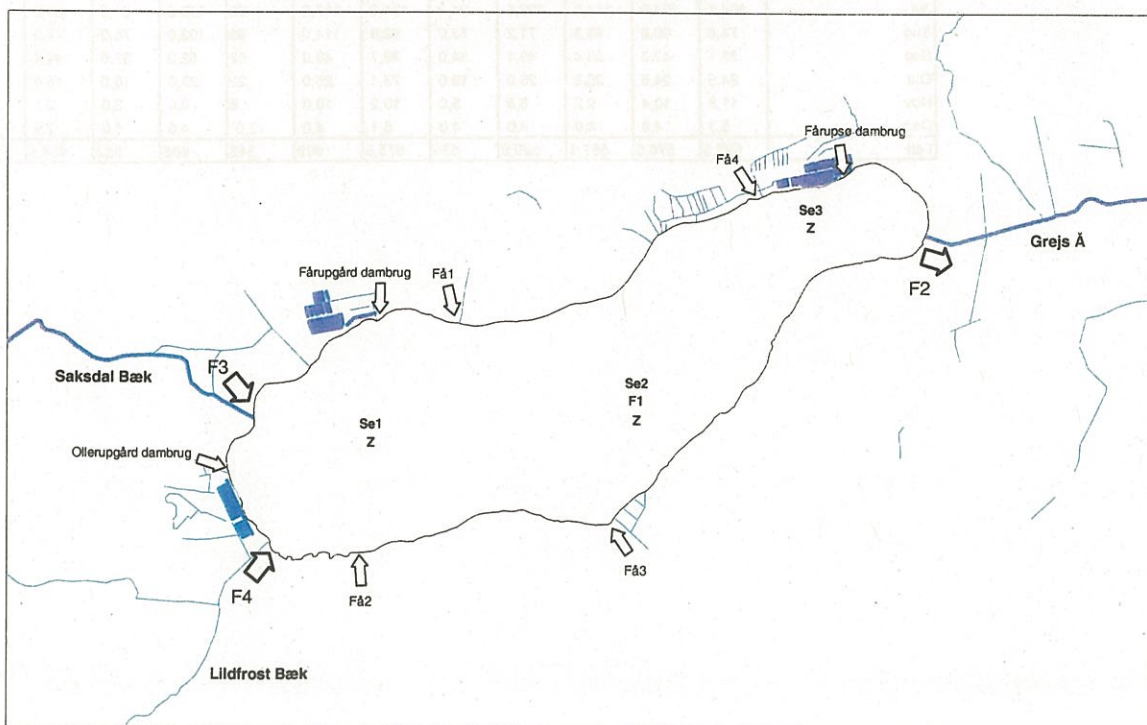
Bilag 2.1: Antal besøg pr. station, 2000.

Antal besøg i 1999		
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, 2000.

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



Bilag 2.2.2: Oplandsdata for Fårup Sø, 2000. 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, 1989-2000.

Nedbør (mm)												
st. 23250, Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
Potentiel fordampning (mm)												Båstrup
st. 23250, Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Jan	6,4	5,2	7,8	7,0	7	6,3	7	4	7	7	2,5	5,1
Feb	12,7	13,4	12,4	11,6	12,0	9,4	14,0	11	12,0	10,0	4,8	8,3
Mar	28,8	33,3	26,8	26,6	31,0	29,3	29,0	26	34,0	36,0	17,5	23,8
Apr	52,1	63,6	52,0	44,0	60,0	53,3	56,0	63	59,0	38,0	45,1	43,3
Maj	106,5	102,2	88,5	112,5	98,0	84,3	89,0	69	79,0	102,0	79,8	84,5
Jun	116,6	81,0	77,2	132,8	108,0	98,9	93,0	93	108,0	95,0	73,2	84,4
Jul	104,7	104,9	114,8	107,5	84,0	131,3	117,0	96	116,0	91,0	89,2	77,6
Aug	74,8	90,8	83,3	71,2	73,0	83,6	111,0	95	103,0	75,0	77,6	70,0
Sep	53,1	42,3	55,4	49,1	34,0	38,7	43,0	52	52,0	37,0	44,4	38,3
Okt	24,5	24,5	25,3	25,0	19,0	25,1	25,0	23	23,0	18,0	15,8	15,1
Nov	11,8	10,4	9,2	8,5	5,0	10,2	10,0	8	8,0	8,0	5,7	5,4
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
I alt	597,3	576,5	557,6	599,8	535	575,5	598	542	605	522	458,5	458,4

Bilag 4.1.1: Vandbalance i Fårup Sø, 2000.

VANDBALANCE

Sø 8888003 Fårup Sø	2000	Alle værdier i 1000 m3											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Somme/År
Tilløb 320116	284,3	267,1	241,9	109,6	89,3	86,1	73,8	70,2	67,4	93,6	214,7	192,7	386,8 1790,8
Tilløb 320118	180,3	169,3	153,6	69,1	56,3	53,9	46,1	44,2	42,2	59,2	135,9	122,1	242,8 1132,4
Umålt opland	129,5	121,6	110,3	49,6	40,4	38,7	33,1	31,7	30,3	42,5	97,6	87,7	174,3 813
Nedbør	58,1	81,4	76,7	36,4	63,8	56,2	47,1	69,4	81,1	99,7	93,4	68,1	317,6 831,4
Punktkilde D605059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0
Punktkilde D617004	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	645,1	825	691,2	690,3	728,7	755,2	720,5	705,8	732,1	724,2	889,8	1056,7	3642,3 9164,7
Samlet tilløb	1297,4	1464,4	1273,8	955,1	978,5	990,1	920,7	921,3	953,2	1019,2	1431,4	1527,2	4763,8 13732
Afløb 320232	1286,6	1490	1300,8	946,5	923,7	899,7	824,2	828,7	935,5	947,4	1401,2	1531,4	4411,8 13316
Fordampning	5,1	8,3	23,8	43,2	84,1	83,9	77,2	69,7	38,2	15,1	5,4	2,6	353,1 456,6
Samlet fraløb	1291,7	1498,3	1324,6	989,7	1007,8	983,6	901,4	898,5	973,6	962,4	1406,6	1534	4764,9 13772
Magasinerings	5,6	-33,9	-50,8	-34,6	-29,3	6,5	19,3	22,8	-20,4	56,7	24,8	-6,9	-1,1 -39,9

Bilag 4.1.2: Vandtilførsel til Fårup Sø, 1989-2000.

Sø: Fårup Sø	År											
Vandtilførsel (mill m³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
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
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
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
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
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
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
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

Sø: Fårup Sø	Sommer											
Vandtilførsel (mill m³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Lildfrost Bæk	0,28	0,47	0,36	0,36	0,38	0,46	0,36	0,34	0,35	0,44	0,45	0,39
Saksdal Bæk	0,23	0,28	0,22	0,26	0,24	0,33	0,27	0,21	0,22	0,24	0,28	0,24
Umålt opland	0,51	0,75	0,16	0,19	0,17	0,24	0,20	0,55	0,16	0,17	0,21	0,17
Overfladeafstr.	1,03	1,50	0,74	0,81	0,79	1,03	0,83	1,09	0,72	0,86	0,93	0,80
Nedbør	0,22	0,08	0,25	0,32	0,42	0,45	0,33	0,24	0,28	0,36	0,23	0,32
Grundvand umålt	3,81	2,89	3,41	3,43	3,47	3,66	3,67	4,1375	3,1284	3,0771	3,42	3,64
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

Bilag 4.1.3: Vandbalance i Fårup Sø, 1989-2000.

ARS	Vandbalance											
(mill m³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Total vandtilførsel	12,01	12,47	12,38	13,14	12,96	14,94	13,53	13,26	11,55	12,69	13,56	13,73
Vandfratørsel	11,31	11,55	11,99	12,24	12,11	14,17	13,05	12,91	10,993	12,059	13,0206	13,3156
Fordampning	0,71	0,69	0,67	0,72	0,64	0,69	0,59	0,647	0,6015	0,5198	0,4567	0,4566
Total vandfratørsel	12,02	12,24	12,66	12,95	12,75	14,85	13,65	13,56	11,5945	12,579	13,4772	13,772
Magasinerings	-0,0099	0,2887	-0,278	0,1889	0,2088	0,0895	-0,0398	0,0398	-0,0398	0,1064	0,0822	-0,0399

Sommer												
(mill m³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
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
Vandfratørsel	4,13	3,76	3,95	3,97	3,93	4,35	4,41	4,62	3,78	3,87	4,14	4,44
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
Total vandfratørsel	4,67	4,26	4,45	4,54	4,40	4,87	4,86	5,02	4,23	4,39	4,50	4,76
Magasinerings	0,046	0,027	-0,058	0,020	0,282	0,2736	-0,03	0,06	-0,11	0,03	0,01	0,00

Vandets opholdstid												
Vandets opholdstid	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
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
På årsbasis (dage)	180	175	170	164	164	142	156	158	185	162	152	149
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
1/5 - 30/9 (dage)	201	223	214	210	209	189	191	183	224	199	188	178
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

Bilag 4.2.1: Fosforbalance for Fårup Sø, 2000.

Afstrømningsområde: FÅRUP
2000

FOSFORBALANCE enhed: kg

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 320116	16,1	16,3	12,8	8,8	7,2	4,3	3,9	4	4,2	5,6	12,1	11,9	23,7	107,3
Tilløb 320118	10,8	10,7	8,3	4,2	2,8	2,7	2,3	2,4	2,2	2,8	8,5	8,5	12,3	66,2
Umålt opland	7,8	7,7	6	3	2	1,9	1,6	1,7	1,6	2	6,1	6,1	8,9	47,5
Ollerupgård Dambru	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	49	117,5
Fårup Sø Dambrug	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	2,8	6,6
Fårup gl. Mølle	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	33	79,3
Grundvand	47,1	60,2	50,5	50,4	53,2	55,1	52,6	51,5	53,4	52,9	65	77,1	265,9	669
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	4,1	10
Samlet tilførsel	99,5	112,7	95,2	84,2	83,1	81,8	78,2	77,4	79,2	81,1	109,5	121,5	399,7	1103,4
Samlet fraløb	92,4	89	61,1	35	26	41,8	69,5	61	95,7	100,8	132,5	142,4	294,1	947,2
Magasinering og retention														
Magasinering	-85,9	-49,3	-74	-103,4	68,4	-45,7	192,4	138,6	132,5	-20,6	-96,9	-21,5	486,2	34,6
Retention	93,1	73	108,1	152,6	-11,4	85,7	-183,6	-122,2	-149	0,9	73,9	0,6	-380,6	121,6
Ialt	7,1	23,7	34,1	49,2	57	40	8,7	16,4	-16,5	-19,7	-23	-20,9	105,6	156,2

Bilag 4.2.2: Fosfortilførsel for Fårup Sø, 1989-2000.

Fosfortilførsel (kg/år)												
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Lildfrost Bæk (320116)	94,7	111,4	17,8	19,4	21	146,3	119,2	77,7	63,8	162,2	141,3	107,3
Saksdal Bæk (320118)	56,5	91,9	10,3	14,9	13,5	117,9	86,6	67,4	49,8	155,7	97,3	66,2
Umålt tilløb	40,6	66	40,7	54,4	55,5	84,7	62,2	48,4	35,7	111,8	70,4	47,5
Punktkilder	223,2	333,6	158,4	186	110,4	127,2	163,2	134,4	193,2	186	242	203
Atm. deposition	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	10	10	10
Grundvand	618,6	541	617,7	631,9	617,5	640,5	628	727,9	600,5	453,7	575,3	669
Samlet tilførsel	1053,5	1163,8	864,8	926,5	837,8	1136,5	1079,1	1075,7	962,9	1079,4	1136,3	1103
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Lildfrost Bæk (320116)	30,6	29,5	6,9	11,8	25,2	26,3	22,3	21,2	19,5	33,5	29,9	23,7
Saksdal Bæk (320118)	6,7	17,1	3,6	13	15,1	19,9	14,1	11,8	14,3	21,4	19,7	12,3
Umålt tilløb	7,8	12,3	7,4	10,7	9,7	14,3	10,1	8,5	10,3	15,3	14,2	8,9
Punktkilder	74	125,5	66	77,5	46	53	68	56	80,5	77,5	100,8	84,8
Atm. deposition	7,8	12,3	7,4	10,7	9,7	14,3	10,1	8,5	10,3	4,1	4,1	4,1
Grundvand	278,3	211,2	249,1	250,6	253,6	267,3	260,8	293,8	222,1	206,2	246,5	265,9
Samlet tilførsel	405,2	407,9	340,4	374,3	359,3	395,1	385,4	399,8	357	358	415,2	399,7

Bilag 4.2.3: Fosforbalance for Fårup Sø, 1989-2000.

Fosforbalance (ton)												
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Samlet tilførsel	1,054	1,1638	1,0299	1,1007	1,0332	1,1521	1,1052	1,0937	0,967	1,079	1,136	1,103
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
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
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
Magasinerings Intern belastning	0,100 -0,032	0,111 -0,020	0,114 0,030	-0,024 0,038	0,120 0,283	0,000 -0,048	-0,136 -0,202	0,356 0,202	0,020 -0,279	0,223 -0,017	0,200 0,075	0,035 -0,122
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
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
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
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
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
Magasinerings Intern belastning	0,596 0,519	0,543 0,578	0,523 0,480	0,547 0,623	0,652 0,837	0,282 0,276	0,592 0,661	0,671 0,726	0,520 0,427	0,629 0,560	0,702 0,598	0,486 0,380

Bilag 4.2.4: Fosfortilførsel fra punktkilder for Fårup Sø, 1989-2000.

Punktkilder (kg/år)												
Fosfor	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Dambrug												
- Ollerupgård	48	57	66	69	73	63	105	106	120	115	124	117
- 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
Dambrug, ialt	179	301	158	185	128	126	164	134	193	185	241	202,9
Fårupgård Skolehjem	46	32	36	46	28	16	26	18	20	-	-	-
Regnvandsbetinget udløb	2	5	5	5	5	5	5	3	3	5	4	4
I alt	225	335	199	236	161	147	195	155	216	190	245	206,9

Bilag 4.2.5: Kildeopsplitning af fosfortilførsel for Fårup Sø, 1989-2000.

Kildeopsplitning af fosfortilførsel (ton/år)												
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Fårupgård Skolehjem	0,046	0,032	0,036	0,046	0,028	0,016	0,027	0,018	0,020	-	-	-
- Regnvandsbetinget udløb	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,003	0,003	0,005	0,004	0,004
Dambrug	0,178	0,301	0,158	0,186	0,110	0,127	0,163	0,134	0,193	0,185	0,242	0,203
Spredt bebyggelse	0,173	0,173	0,173	0,173	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139	0,092	0,085	0,076
Spildevand, ialt	0,402	0,511	0,372	0,410	0,282	0,287	0,333	0,294	0,355	0,282	0,331	0,283
Atm. deposition	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,010	0,010
Grundvand	0,619	0,541	0,618	0,632	0,618	0,641	0,628	0,728	0,601	0,454	0,575	0,669
Naturbidrag	0,134	0,247	0,160	0,191	0,177	0,275	0,207	0,131	0,103	0,225	0,261	0,153
dyrkningsbidrag	-0,121	-0,156	-0,140	-0,151	-0,063	-0,070	-0,083	-0,079	-0,112	0,099	-0,041	-0,012
Samlet tilførsel	1,054	1,164	1,030	1,101	1,033	1,152	1,105	1,094	0,967	1,079	1,136	1,103

Bilag 4.2.6: Kvælstofbalance for Fårup Sø, 2000.

STOFBALANCE

Sø 8888003 Fårup Sø 2000 Nitrogen, ~~Alt~~ værdier i kg

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Somme	År
Tilløb 320116	989,1	959,3	645,7	151	39,4	30,9	16,8	24,3	30,9	154,8	818,2	654,4	142,3	4514,8
Tilløb 320118	1052,4	924,5	740,6	280,9	181,5	172,1	140,4	139,4	136,1	250,5	818,5	661,2	769,5	5498,2
Umålt opland	755,6	663,8	531,8	201,7	130,3	123,6	100,8	100,1	97,7	179,8	587,7	474,7	552,5	3947,7
Punktkilde D605059	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	456,8	1096,3
Punktkilde D617004	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	100	240
Punktkilde D617010	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7	318,3	764
Grundvand	1321,8	1690,4	1416,3	1414,5	1493,1	1547,4	1476,4	1446,1	1500,1	1484	1823,2	2165,1	7463,1	18778
Atm. deposit	125,5	125,4	125	124,7	124,4	124,3	124,4	124,5	124,6	124,7	125,2	125,2	622,1	1497,8
Ialt	4419,5	4538,5	3634,5	2347,9	2143,8	2173,3	2033,9	2009,4	2064,4	2368,8	4347,8	4255,7	10425	36337
Samlet fraførsel	2272,7	3182	2598,6	1692,5	1277,3	1163,4	833,2	575,1	538,3	905	1712,1	2266,6	4387,4	19017
Magasinering	1287,2	-115,6	-817,9	-2590	-1377	-1365	-592,8	-2974	1859,1	2146,5	1617,8	453,5	-4450	-2468
Retention	859,6	1472,1	1853,7	3245,1	2243,4	2375	1793,4	4408,6	-333	-682,7	1017,9	1535,6	10487	19789
Ialt	2146,8	1356,4	1035,8	655,4	866,5	1009,8	1200,6	1434,3	1526,1	1463,8	2635,7	1989,1	6037,3	17320

Bilag 4.2.7: Kvælstoftilførsel for Fårup Sø, 1989-2000.

Kvælstoftilførsel (kg/år)													
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Lildfrost Bæk (F4)	4283	7382	4711	7801	8146	9894	5267	2973	2583	9081	5596	4515	
Saksdal Bæk (F3)	4098	7566	4467	7291	5986	8667	5590	3447	2970	8868	7628	5498	
Umålt Opland	2942	5432	3127	5235	4298	6223	4013	2475	2132	6367	5516	3948	
Punktkilder	3102	1698	1909	1620	2528	1555	1926	1607	2266	1979	2294	2100	
Atm. deposition	1495	1502	1502	1488	1488	1488	1488	1488	1488	1488	1497	1497	
Grundvand	18230	16193	18384	17970	18205	19098	18946	22181	18241	14642	16506	18778	
Samlet tilførsel	34149	17694	19885	19458	19693	20586	20434	23669	19730	42434	39037	36336	39036
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Lildfrost Bæk (F4)	180	677	135	284	319	1001	180	128	175	421	261	142	
Saksdal Bæk (F3)	677	868	602	835	805	1151	740	630	660	984	1006	770	
Umålt Opland	486	624	422	599	578	826	531	453	474	706	728	553	
Punktkilder	1293	708	796	675	1054	648	803	670	944	825	956	875	
Atm. deposition	622	623	623	621	621	621	621	621	621	621	622	622	
Grundvand	8114	6202	7275	7311	7460	7856	7947	8696	6761	6653	7069	7463	
Samlet tilførsel	11372	6825	7898	7932	8081	8477	8568	9317	7382	7274	7691	10424	

Bilag 4.2.8: Kvælstofbalance for Fårup Sø, 1989-2000.

Kvælstofbalance													
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Samlet tilførsel, ton/år	34,15	39,77	34,18	41,41	40,65	46,93	37,24	34,18	29,68	42,43	39,03	36,34	
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	
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	
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	
Retention i %	42	44	34	31	48	39	32	44	42	41	40	42	
Indløbskonc., mg/l	2,84	3,15	2,76	3,15	3,14	3,14	2,74	2,58	2,57	3,35	2,88	2,65	
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	
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Samlet tilførsel, ton/år	11,37	9,70	9,86	10,33	10,83	12,10	10,82	11,20	9,63	10,21	10,64	10,42	
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	
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	
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	
Retention i %	39	48	44	52	44	54	26	49	42	54	50	55	
Indløbskonc., mg/l	2,25	2,17	2,24	2,27	2,31	2,35	2,24	2,05	2,33	2,38	2,32	2,19	
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	

Bilag 4.2.9: Kvælstoftilførsel fra punktkilder for Fårup Sø, 1989-2000.

Kvælstof	Punktkilder (kg/år)											
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Dambrug												
- Ollerupgård	2379	831	488	167	507	752	957	968	1098	1057	1131	1096
- 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
Dambrug, ialt	2996	1352	2577	1405	3449	1420	1833	1515	2196	1979	2295	2100
Fårupgård Skolehjem	106	345	346	266	148	136	262	92	69	-		
Regnvandsbetinget udløb		9	21	21	21	21	16	12	14	21	16	16
I alt	3102	1706	2944	1692	3618	1577	2111	1619	2279	2000	2311	2116

Bilag 4.2.10: Kildeopsplitning af fosfortilførsel for Fårup Sø, 1989-2000.

Kildeopsplitning af kvælstoftilførsel (ton/år)												
Ar	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
natur	4,479	6,380	4,379	6,001	5,660	8,507	6,384	4,020	3,195	8,215	7,078	5,049
landbrug	-9,838	-10,342	-8,554	-9,872	-10,440	-12,313	-10,725	-7,869	-7,705	-12,108	11,258	8,564
øvrigt spildevand	0,127	0,367	0,367	0,287	0,169	0,157	0,278	0,104	0,083	0,021	0,016	0,017
dambrug	2,996	1,352	1,564	1,354	2,381	1,420	1,833	1,515	2,196	1,979	2,295	2,100
atm. deposition	1,495	1,502	1,502	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,496	1,497
Grundvand	18,230	16,193	18,384	17,970	18,205	19,098	18,946	22,181	18,241	14,642	16,500	18,778
spredt bebyggelse	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,405	0,388	0,332
Samlet tilførsel	18,230	16,193	18,384	17,970	18,205	19,098	18,946	22,181	18,241	14,642	39,031	36,337

Bilag 4.2.11: Jernbalance for Fårup Sø, 2000.

STOFBALANCE

Sø 8888003 Fårup Sø 2000 Jern Alle værdier i kg

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Somme	År
Tilløb 320116	238,5	200,4	192,6	175,6	176	124,1	120	102,8	91,5	96	181,2	171,9	614,4	1870,5
Tilløb 320118	105,5	100,5	96,8	61,1	51,3	44,4	45,1	40,1	32	36,2	88,1	88,1	212,8	789
Umålt opland	75,7	72,1	69,5	43,9	36,8	31,8	32,4	28,8	23	26	63,3	63,2	152,8	566,5
Punktkilde D605059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Punktkilde D617004	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	932,2	1192,1	998,8	997,5	1052,9	1091,3	1041,2	1019,9	1057,9	1046,5	1285,8	1526,9	5263,1	13243
Atm. deposit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ialt	1351,8	1565,1	1357,7	1278,1	1317	1291,6	1238,6	1191,5	1204,4	1204,6	1618,4	1850,1	6243,1	16469
Samlet fraførsel	155,6	327,9	646,3	104	71,3	86,1	99,2	61,5	150,6	78,3	122,1	194,1	468,8	2097
Magasinering	-43,3	-109,4	-170,3	-174,8	157,7	-72	138,6	-116,7	659,2	-245,4	-242,8	-0,8	766,8	-219,9
Retention	1239,6	1346,6	881,7	1348,9	1088	1277,5	1000,7	1246,7	394,6	1371,7	1739,1	1656,8	5007,5	14592
Ialt	1196,3	1237,2	711,4	1174,1	1245,7	1205,5	1139,3	1130	1053,8	1126,4	1496,3	1656	5774,3	14372

Bilag 4.2.12: Jerntilførsel for Fårup Sø, 1989-2000.

Jernbalance (kg/år)								
År	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Lildfrost Bæk	1557	1914	1722	1480	1493	2644	2748	1871
Saksdal Bæk	832	1147	889	810	661	1333	1231	789
Umålt opland	597	824	638	581	475	957	890	567
Punktkilder	-880	-712						
Grundvand	10210	10589	10676	12375	10742	9730	11338	13243
Samlet tilførsel	12316	13762	13925	15246	13370	14664	16208	16469
Samlet fraførsel	1840	2920	2568	1504	1506	3013	2123	2097
Tilbageholdelse i l %	10557	10548	11624	13993	11107	10730	14085	14372
Indløbskoncentration	86	77	83	92	83	73	87	87
udløbskonc	0,95	0,92	1,02	1,15	1,16	1,16	1,20	1,20
	0,15	0,24	0,20	0,12	0,12	0,20	0,16	0,15
Sommer	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Lildfrost Bæk	498	521	477	510	552	744	804	614
Saksdal Bæk	221	276	234	226	238	243	305	213
Umålt opland	159	198	168	162	171	175	220	153
Punktkilder	-377	-297						
Grundvand	4193	4420	4434	4994	3973	4434	4857	5263
Samlet tilførsel	4693	5118	5314	5892	4935	5596	6186	6243
Samlet fraførsel	592	563	737	612	428	1602	672	468
Tilbageholdelse i l %	3363	4236	3453	4974	4334	2845	5514	5775
Indløbskoncentration	72	83	65	84	88	51	89	93
udløbskoncentration	1,00	0,99	1,10	1,08	1,20	1,30	1,35	1,31
	0,12	0,13	0,17	0,13	0,09	0,31	0,14	0,09

Bilag 6.1.1: Målte værdier af vandkemiske variabler incl. hypolimnion, Fårup Sø, 2000.

	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
11-01-00	3,5	7,82	0,002	0,074	0,058	2	1,873	0,073	1,8	19,2	0,15	2	5	5	5
08-02-00	3,5	7,74	0,0038	0,066	0,046	2,2	2,058	0,058	2	18,5	0,15	2	5	5	5
14-03-00	2,7	7,95	0,013	0,056	0,041	2,1	1,963	0,063	1,9	16,3	0,12	0,94	5	5	5
03-04-00	1,6	8,72	0,061	0,046	0,002	2	1,507	0,007	1,5	10,8	0,1	2	10	5	5
26-04-00	2,9	7,22	0,011	0,032	0,001	1,7	1,331	0,031	1,3	4,4	0,078	1,9	5	5	5
09-05-00	5,1	8,19	0,0036	0,027	0,006	1,3	1,133	0,033	1,1	2,1	0,06	1,9	5	5	5
23-05-00	5,75	7,76	0,004	0,026	0,01	1,2	1,077	0,097	0,98	6,2	0,061	1,9	5	5	5
06-06-00	5,4	7,65	0,001	0,049	0,025	1,4	1,1	0,16	0,94	8,3	0,12	2	5	5	5
20-06-00	5,6	7,87	0,0045	0,037	0,029	1,3	1,07	0,18	0,89	9,4		2,1	5	5	5
04-07-00	3,5	8,33	0,0096	0,032	0,003	1	0,766	0,026	0,74	6,9	0,079	2,1	5	5	5
18-07-00	2	8,5	0,033	0,1	0,013	1,1	0,545	0,015	0,53	7,7	0,16	2,1	8	5	5
07-08-00	2,9	8,04	0,017	0,052	0,013	0,9	0,462	0,092	0,37	8,9	0,089	2	5	5	5
14-08-00	1,9	8,29	0,042	0,084	0,028	0,81	0,35	0,01	0,34	9,2	0,049	2,1	6,2	5	6,4
30-08-00	1,5	8,68	0,051	0,091	0,026	0,42	0,017	0,009	0,008	5,2	0,083	2	7,7	5	6
12-09-00	2,15	8,2	0,014	0,1	0,064	0,51	0,137	0,073	0,064	6,3	0,15	2	5,4	5	5
26-09-00	2,75	8,35	0,006	0,11	0,085	0,71	0,41	0,19	0,22	9,2	0,2	2	5	5	5
11-10-00	2,6	8,18	0,012	0,13	0,091	0,89	0,58	0,2	0,38	11,6	0,23	2	5,7	5	5
14-11-00	3,2	8,05	0,0024	0,099	0,079	1,3	1,12	0,26	0,86	11,1	0,12	2	5	5	5
12-12-00	3,3	8,18	0,0074	0,09	0,07	1,5	1,415	0,015	1,4	16,4	0,12	2,1	5	5	5
Median	2,9	8,18	0,0096	0,066	0,028	1,3	1,077	0,063	0,89	9,2	0,12	2	5	5	5
min	1,5	7,22	0,001	0,026	0,001	0,42	0,017	0,007	0,008	2,1	0,049	0,94	5	5	5
max	5,75	8,72	0,061	0,13	0,091	2,2	2,058	0,26	2	19,2	0,23	2,1	10	5	6,4

HYPO	Sigtd.		Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat kvælstof	Silicium	Tot. jern	Alkal.	Susp. stof	Glødetab	COD
	m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l
9.maj				0,031	0,012	1,3	1,089	0,089	1		0,083				
23.maj				0,042	0,022	1,2	1,03	0,21	0,82		0,11				
4. juli				0,032	0,008	1	0,786	0,066	0,72		0,9				

Bilag 6.1.2: Vandkemiske analyser i Fårup Sø, 1989-2000.
Tidsvægtede sommer- (1.5-1.10) og helårslige gennemsnit.

Tidsvægtede års- gennemsnit	Sigtd.	pH	Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat- kvælstof	Sili- cium	Total- jern	Alkal.	Lt	Susp. stof	Gløde- tab	COD
	m	0,00	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l
1989	1,94	8,35	0,032	0,082	0,045	1,64	0,95	0,13	0,81	9,0		2,06	361	7,57	5,97	
1990	1,80	8,31	0,039	0,098	0,039	1,41	0,86	0,10	0,76	6,6		1,99	359	9,69	5,74	
1991	1,76	8,27	0,031	0,089	0,039	1,50	1,00	0,19	0,81	6,6		2,02	356	7,56	5,09	
1992	1,56	8,40	0,048	0,105	0,052	1,48	0,88	0,12	0,76	9,6		1,92	339	9,94	6,20	7,99
1993	1,76	8,30	0,032	0,103	0,042	1,56	0,98	0,09	0,90	11,0	0,15	2,05	371	7,99	5,60	8,17
1994	1,82	8,42	0,033	0,077	0,049	1,50	1,03	0,07	0,96	9,8	0,14	1,89	348	8,26	5,77	7,34
1995	2,01	8,32	0,051	0,083	0,035	1,62	1,20	0,17	1,03	9,2	0,16	2,01	345	7,58	5,31	6,84
1996	2,20	8,13	0,032	0,072	0,007	1,10	0,71	0,10	0,61	11,5	0,12	2,05	369	8,01	6,14	7,91
1997	2,44	8,27	0,027	0,067	0,045	1,14	0,75	0,18	0,57	14,7	0,13	2,00	311	6,21	5,48	5,74
1998	2,03	8,29	0,028	0,067	0,025	1,48	1,10	0,12	0,98	8,0	0,19	2,10	380	7,88	5,23	5,23
1999	2,50	8,01	0,013	0,076	0,042	1,53	1,21	0,08	1,13	17,3	0,16	2,09		5,27	5,00	5,00
2000	3,20	8,07	0,014	0,072	0,065	1,40	1,14	0,08	1,06	11,3	0,12	1,94		5,64		

r ²	0,63	0,47	0,450	0,500	0,01	0,11		0,07	0,10	0,4	0,03	0,01		0,51		
P-værdi	0,002	0,014	0,017	0,01	0,74	0,287		0,391	0,324	0,025	0,892	0,778		0,01		

Tidsvægtede sommer- gennemsnit	Sigtd.	pH	Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat- kvælstof	Sili- cium	Total- jern	Alkal.	Lt	Susp. stof	Gløde- tab	COD
	m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	uS/cm	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	357	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	336	11,59	0,00	0,0
1983																
1984	1,41	8,48										1,79	310			
1985																
1986	1,43	8,28										2,00	332			
1987	1,22	8,35	0,054	0,090	0,008	1,02						1,96	333			
1988	1,36	8,41	0,043	0,094	0,031	1,40						1,94	338			
1989	1,56	8,50	0,038	0,080	0,019	1,35	0,480	0,062	0,42	3,73		1,92	349	7,33	6,50	
1990	1,36	8,46	0,052	0,128	0,041	1,15	0,413	0,103	0,31	4,924		1,92	343	11,67	6,22	
1991	1,42	8,43	0,037	0,101	0,031	1,08	0,487	0,183	0,30	3,791	0,34	1,92	346	8,36	5,10	
1992	1,12	8,51	0,058	0,123	0,036	1,10	0,377	0,106	0,27	7,093		1,76	341	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	6,598	0,15	1,97	357	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	5,634	0,12	1,77	327	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	339	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	6,249	0,15	1,86	342	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	12,6	0,10	1,86	279	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	376	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	15,8	0,172	2,14		5,6	5,0	5,0
2000	3,49	8,16	0,017	0,064	0,026	0,982	0,659	0,078	0,581	7,157	0,105	2,018		5,72		

r ²	0,56	0,39	0,330	0,450	0,01	0,33		0,10	0,01	0,3	0,02	0,25		0,36		
P-værdi	0,0050	0,028	0,049	0,016	0,723	0,049	0,921	0,322	0,061	0,742	0,096	0,096		0,03		

Bilag 6.1.3: Ilt- og temperaturprofiler i Fårup Sø, 2000, fortsættes...

Dybde	Ilt	Iltmætning	Temp
cm	mg/l	%	C
11.01			
21	14,1	104,5	2,9
105	14,1	104,4	2,9
302	14,2	105,1	2,9
509	14,3	105,8	2,9
707	14,3	106,4	2,9
899	14,4	107	2,9
1003	14,4	107	2,9
08.02			
21	14,1	108,6	4,3
194	14,3	109,9	4,3
404	14,4	111,3	4,3
504	14,5	111,6	4,3
610	14,6	112,5	4,3
811	14,6	112,8	4,3
902	14,8	114	4,3
1007	14,6	112,9	4,3
14.03			
21	13,7	105,9	4,5
203	13,9	107,2	4,4
399	14	108,6	4,5
599	14	108,7	4,5
800	14,1	109,1	4,4
849	14,1	109	4,4
03.04			
19	16,8	135,5	6,2
201	17,3	139,7	6,1
304	17,4	140,7	6,1
503	17,5	140,5	5,9
701	17,2	137,7	5,8
900	16,9	135,6	5,8
952	16,2	130,1	5,8
26.04			
23	12,8	113,1	10
102	12,9	114,5	10
209	13	115,5	9,9
302	13,1	116,3	9,9
395	13,3	117,4	9,9
500	13,4	118,1	9,8
596	13,2	115,5	9,5
700	12,8	111,2	9,3
804	11,8	102,5	9,2
906	11,2	97,4	9,1
920	10,7	92,6	9,1

Dybde	Ilt	Iltmætning	Temp
cm	mg/l	%	C
09.05			
23	11,9	120,4	15,8
101	12	121,1	15,8
197	12,1	121,9	15,7
300	12,3	122	15,1
401	12	117,6	14,5
463	12,1	116	13,4
509	11,6	110,7	13,1
602	11	104,5	12,8
699	9	82,4	11,5
805	5,9	52,9	10,7
898	4,5	40,2	10,6
952	1,9	17,4	10,5
23.05			
24	8,7	88,6	16,3
101	8,6	88,3	16,3
199	8,7	89,2	16,3
302	8,8	90	16,3
503	8,9	90,8	16,3
602	7,9	80	16,1
651	7,2	73	15,7
673	5,2	51,5	14,9
705	3,1	29,6	13,1
798	1,5	13,7	12,5
900	0,7	6,5	11,9
901	0,4	3,6	11,9
951	0,1	1,4	11,9
06.06			
23	9,1	89,1	14,5
106	9,1	89	14,5
200	9	88,8	14,5
302	9,2	90,3	14,4
400	9,2	90,4	14,3
501	9,1	89,1	14,2
601	8,9	86,6	13,9
701	8,8	85,2	13,9
802	8,4	81,8	13,9
853	8,4	81,2	13,9
900	8,3	80,8	13,9
950	8	78	13,9
20.06			
20	11,5	123,9	18,8
101	12	128,9	18,5
200	12,2	128	17,6
303	13	134,4	16,9
402	13,1	133,8	16,3
501	13	132,1	16,1
601	12,3	124,7	15,8
702	11,9	119,6	15,5
800	11,5	115,4	15,4
899	9,9	98,5	15,1
951	9,4	93,5	15,1
1001	8,4	83,2	15,1

Dybde cm	Ilt mg/l	Iltmæt- ning %	Temp C
04.07			
17	17,4	187,1	18,6
98	19,3	202,9	17,6
198	20,4	211,6	17,1
308	20,1	204,2	16,1
400	19,7	200,1	16
604	18,1	182	15,7
701	16,7	167,9	15,6
798	16,1	161,6	15,6
899	10,3	103,7	15,4
18.07			
22	9,6	100	17
103	9,7	100,7	17
304	9,9	103,1	17
500	10	103,6	16,9
700	9,6	99	16,6
755	7,8	79,5	16,3
801	6,2	63,2	15,9
853	5,8	58,5	15,9
901	5	51	15,8
07.08			
20	8	83,5	17,2
97	7,9	82,5	17,2
208	8	83,4	17,2
401	8,1	84	17,2
613	8,1	84,3	17,1
14.08			
20	24,8	267,5	37,9
102	13,8	145,7	17,7
105	14,2	150,4	18
173	12	125,6	17,3
200	13,3	138	17,2
208	11,5	119,5	17,1
301	11,8	122,1	16,9
310	8,9	91,6	16,8
398	7,2	73,9	16,7
402	11	113,7	16,8
448	6,8	69,5	16,6
476	5,4	55,5	16,6
501	10,7	109,9	16,8
599	9,8	100,5	16,7
701	8,3	84,8	16,5
800	6,6	67,2	16,4
900	5,2	53,3	16,3
948	4,3	44	16,3

Dybde cm	Ilt mg/l	Iltmætning %	Temp C
30.08			
21	9,8	102,1	17,2
99	10	104,3	17,2
202	10,2	106,5	17,1
299	10,3	106,6	17
401	9,5	97,8	16,9
501	9,3	95,7	16,8
600	9,1	94,2	16,7
701	8,7	89,1	16,6
801	8	82	16,6
901	5,2	53	16,4
956	4,5	45,6	16,4
12.09			
107	8,6	86,4	15,5
200	8,6	86,2	15,5
299	8,5	85	15,5
303	8,4	84,6	15,5
399	8,5	84,9	15,5
501	8,4	84,9	15,5
601	8,3	83,6	15,5
698	8,2	82,5	15,5
804	8,1	81,7	15,4
902	7,9	79,1	15,4
990	6,9	69	15,2
1040	6,3	62,6	15,2
26.09			
21	9,6	91,5	13,1
104	9,5	90	13,1
153	9,4	89,4	13
200	9,4	89,5	13,1
296	9,5	90	13
401	9,5	90,3	13
505	9,5	90,8	13
601	9,6	91	13
704	9,6	91,4	13
801	9,7	92,4	13
11.10			
21	8,8	82	12,2
102	8,7	81	12,2
203	8,6	80,4	12,2
303	8,7	80,9	12,2
400	8,7	81	12,2
501	8,7	81	12,2
599	8,7	81,2	12,2
700	8,7	81,3	12,2
808	8,7	81,4	12,2
898	8,7	81,2	12,2

Bilag 6.1.3: ...fortsat: Ilt- og temperaturprofiler i Fårup Sø, 2000

Dybde cm	Ilt mg/l	Iltmæt- ning %	Temp C
14.11			
19	10	83,9	7,8
102	9,9	83,2	7,8
300	10,1	84,9	7,8
500	10,2	86,1	7,8
699	10,5	88,3	7,8
902	10,6	88,9	7,8
1000	10,5	88,7	7,8
12.12			
18	12,6	104,1	6,9
201	12,7	104,9	6,9
400	12,9	106,5	6,9
601	13	107,2	6,9
800	12,7	104,7	6,9

Bilag 6.4.1: Biomasse af fytoplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Fårup Sø, 2000.

	Kiselalger	Blågrøn- alger	Grønalger	Rekyl- alger	Furealger	Stilkalger	Ubestemte	Total- biomasse
2000	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
03/14	1,166			0,776		0,013	0,006	1,961
04/03	10,209			0,074		0,021		10,304
04/26	1,604			0,214				1,818
05/09				0,5				0,5
05/23			0,163	0,057				0,22
06/06	0,048		0,013	0,125				0,186
06/20	0,424	0,135	0,053	0,135				0,747
07/04	0,024	1,574	0,148	0,163				1,909
07/18	1,465	2,082	0,029	0,259				3,835
08/07	0,591	0,044	0,002	0,048			0,015	0,7
08/14	4,389		0,039	0,209			0,011	4,648
08/30	3,937	0,002	0,025	0,105				4,069
09/12	1,031			0,045				1,076
09/26	0,029			0,18				0,209
10/11	0,268			0,329				0,597
11/14				0,023			0,02	0,043
Medium								0,912
Minimum								0,043
Maksimum								10,304

Bilag 6.4.2: Plantebiomasse (sommergennemsnit) som absolutte og relative, fordelt på grupper i Fårup Sø i perioden 1989-2000.

Tidsvægtede sommergns.	Kiselalger	Blågrøn- alger	Grønalger	Rekylalger	Furealger	Stilkalger	Ubestemte	Total- biomasse
	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	0,00	0,05	10,55
1990	5,79	3,73	0,39	0,25	0,83	0,00	0,16	11,14
1991	2,92	0,62	0,18	0,59	0,09	0,00	0,18	4,57
1992	2,35	9,74	0,16	0,10	0,09	0,00	0,19	12,63
1993	4,45	11,97	0,09	0,45	0,15	0,00	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	0,00	0,06	9,99
1996	4,03	4,43	0,06	0,58	1,27	0,00	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	0,00	0,00	1,51
2000	1,09	0,39	0,04	0,18	0,00	0,00	0,00	1,70
Relativ fordeling	Kisel- alger	Blågrøn- alger	Grøn- alger	Rekyl- alger	Fure- alger	Stilk- alger	Ube- stemte	Total- biomasse
%	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	0,0	0,4	100
1990	51,9	33,4	3,5	2,3	7,4	0,0	1,4	100
1991	63,9	13,5	3,9	12,8	2,1	0,0	3,9	100
1992	18,6	77,1	1,3	0,8	0,7	0,0	1,5	100
1993	25,7	69,3	0,5	2,6	0,9	0,0	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	0,0	0,6	100
1996	38,6	42,5	0,6	5,6	12,2	0,0	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	0,0	0,0	100
2000	63,9	23,1	2,5	10,4	0,0	0,0	0,1	100

Bilag 6.4.3: Biomasse af zooplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Fårup Sø, 2000.

	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder	Total-biomasse
2000	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l
03/14	7,9	0,0	19,4	83,8	111,1
04/03	0,27	30,8	28,4	142,7	202,1
04/26	1,7	96,7	32,6	275,0	406,0
05/09	4,5	338,8	97,4	263,0	703,7
05/23	0,6	419,5	109,6	33,8	563,5
06/06	0,5	732,7	78,0	1,5	812,7
06/20	118,7	1055,6	86,0	1,7	1261,9
07/04	9,93	198,1	22,9	1,0	232,0
07/18	9,7	28,9	26,1	8,7	73,4
08/07	22,4	23,9	4,3	18,5	69,2
08/14	25,3	10,0	5,8	23,5	64,7
08/30	28,9	30,9	1,0	47,9	108,8
09/12	9,1	65,2	8,0	66,9	149,2
09/26	0,37	414,6	0,0	3,4	418,3
10/11	5,03	29,5	7,4	12,3	54,3
11/14	0,09	50,8	8,2	9,4	68,5
Medium					175,7
Minimum					54,3
Maksimum					1261,9

Bilag 6.4.4: Dyreplanktonbiomasse (sommergenomsnit) som absolutte og relative, fordelt på grupper i Fårup Sø i perioden 1989-2000.

sommegns.	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide	Cyclopoide	Total-
	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	397,0
1999	12,5	312,3	155,5	70,3	550,6
2000	21,0	29,0	40,0	45,0	135,0

Relativ fordeling	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder	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	8,0	34,8	26,9	30,3	100
1999	2,3	56,7	28,2	12,8	100
2000	15,6	21,5	29,6	33,3	100

Bilag 6.5.1: Fiskeyngeldata i Fårup Sø, 2000.

Sektionsnr		1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Pelagiet 1	Vandmængde Filtret, m ³	8,20	6,30	8,10	7,40	7,10	8,70	45,80							
	Navn	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal pr. m ³	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g pr.
	Skalle	3	4	5	6	5	7	0,66	0,30	0,40	0,60	0,60	0,50	0,80	0,07
	Aborre	3	1		1			0,11	1,10	0,50		0,30			0,04
Total		6	5	5	7	5	7	0,76	1,40	0,90	0,60	0,90	0,50	0,80	0,11

Sektionsnr		1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Littoral	Vandmængde Filtret, m ³	8,90	6,20	8,70	8,10	9,10	9,60	50,60							
	Navn	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal pr. m ³	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g pr.
	Skalle	19	1	25	1	58	18	2,41	2,40	0,10	2,80	0,10	5,70	2,00	0,26
	Aborre	1			3			0,08	0,50			1,00			0,03
Total		20	1	25	4	58	18	2,49	2,90	0,10	2,80	1,10	5,70	2,00	0,29

Bilag 6.6.1: Areal af delområder ved områdeundersøgelse af undervandsvegetation i Fårup Sø, 2000.

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
Sum: 15 og 16	2,068	2,068	1,686	1,687	0,889	0,889	9,287

Bilag 6.7.2: Plantedækket areal i delområder, samt dækningsgrader i dybdeintervaller og for hele søen i Fårup Sø, 2000.

Delområde nr.	Normaliseret vanddybde interval (m)						Sum
		0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	
	Plantedækket areal i delområders dybdeintervaller, 10 ³ m ²						
1							
2							
2a							
3							
4							
5							
6	0,020	0,009					0,029
7							
8	0,083	0,017	0,002				0,101
9			0,000				0,000
10			0,009				0,009
11	0,402	0,345	0,399	0,027			1,172
12		0,014	0,007				0,021
13	0,208	0,522	0,091				0,820
14	0,448	0,143					0,591
15	0,235	0,215	0,008				0,459
16	0,008	0,003					0,011
17	0,047	0,047	0,003				0,096
18							
19							
Sum	1,450	1,314	0,519	0,027			3,309
Samlet bund-areal, 10 ³ m ²	31,054	31,051	34,705	34,704	26,667	26,666	184,847
Gns. dækningsgrad, %	4,67	4,23	1,49	0,08			1,79
Samlet plantedækket areal i sø, 10 ³ m ² :				3,309			
Søareal (ekskl. rørskov), 10 ³ m ² :				974			
Samlet dækningsgrad, %:				0,34			

Bilag 6.7.3: Plantefyldt volumen i delområder og for hele søen i Fårup Sø, 2000.

Delområde nr.	Normaliseret vanddybde interval (m)						Sum
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	
	Plantefyldt volumen i delområders dybdeintervaller, 10³m³						
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2a	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011
7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	0,021	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,023
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,004
11	0,100	0,237	0,465	0,042	0,000	0,000	0,845
12	0,000	0,010	0,008	0,000	0,000	0,000	0,018
13	0,052	0,359	0,106	0,000	0,000	0,000	0,516
14	0,112	0,089	0,000	0,000	0,000	0,000	0,201
15	0,059	0,148	0,009	0,000	0,000	0,000	0,216
16	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
17	0,012	0,029	0,003	0,000	0,000	0,000	0,044
18	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sum, 10³m³	0,363	0,879	0,598	0,042	0,000	0,000	1,882
Vandvolumen 10³ m³	7,764	23,288	43,381	60,732	60,001	73,332	268,498
Relativt plante- fyldt volumen, %	4,670	3,776	1,378	0,069	0,000	0,000	0,701
Samlet plantefyldt volumen i sø, 10³ m³:				1,882			
Søvolumen (ekskl. rørskov), 10³ m³:				5546			
Relativt plantefyldt volumen, %:				0,034			

