

 Vandmiljø i Vejle Amt

Overvågning af

FÅRUP SØ 1999

Næringssalte • Belastning • Biologi

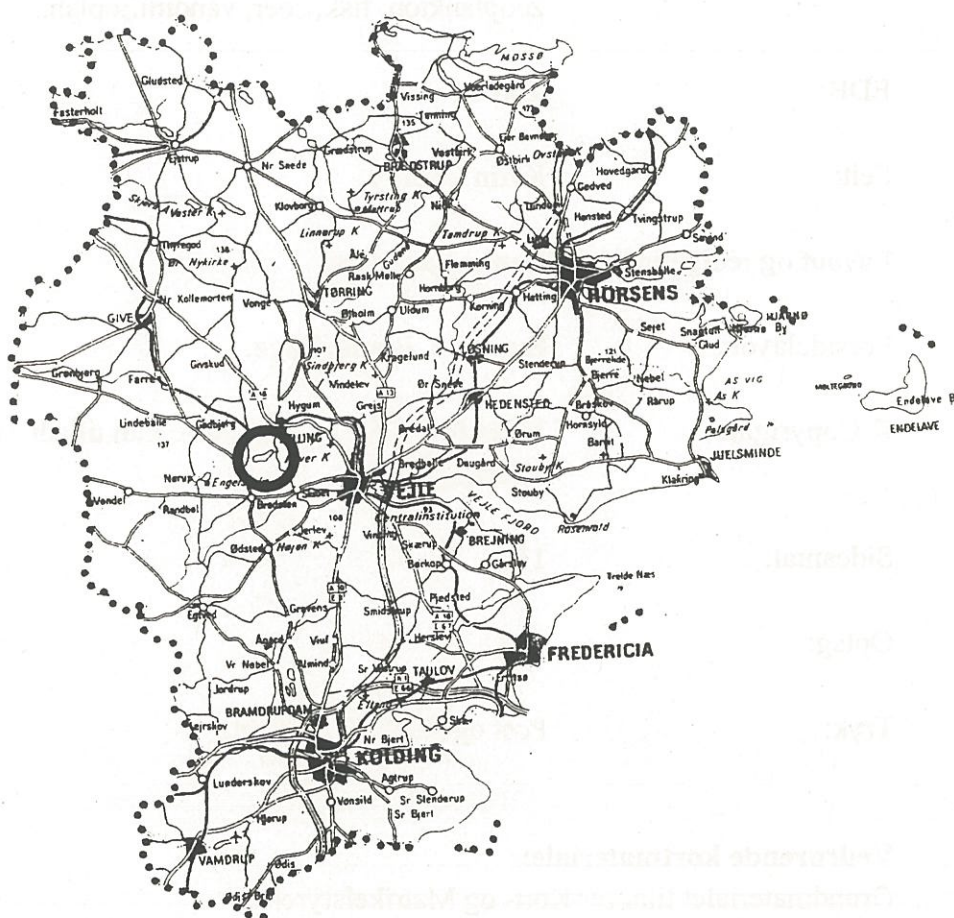


VEJLE AMT
Teknik og Miljø



Overvågning af
FÅRUP SØ 1999

Næringssalte • Belastning • Biologi



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

Udgivelsesår: 2000.

Titel: Overvågning af Fårup Sø, 1999.

Undertitel: Næringssalte, belastning, biologi.

Forfatter: Lisbeth Elbæk Pedersen.

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

EDB: Torben Wiis.

Felt: Karin Overby.

Layout og redigering: Hanne Lauridsen.

Forsidelayout: Bureau 2, Bjarne Bågø.

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

Sideantal: 110.

Oplag: 110.

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: 87-7750-582-4.

Indholdsfortegnelse Side

0. Indledning	4
1. Sammenfatning	5
2. Sø- og oplandsbeskrivelse	7
2.1 Søbeskrivelse	7
2.2 Oplandsbeskrivelse	10
3. Klimatiske forhold	13
4. Vand- og næringsstofftilførsel	17
4.1 Vandtilførsel	17
4.2 Kilder til næringsstofftilførslen.....	19
4.3 Udvikling i næringsstofftilførslen	23
5. Vand- og stofbalance	29
6. Udviklingen i miljøtilstanden	37
6.1 Kvælstof	38
6.2 Fosfor.....	40
6.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre	44
6.4 Sigtdybde og klorofyl	46
6.5 Plante- og dyreplankton.....	47
6.6 Fisk	57
6.7 Undervandsplanter.....	67
6.8 Det biologiske samspil	73
7. Sediment	75
8. Miljøtilstand og fremtidig udvikling	77
8.1 Målsætning og miljøtilstand	77
8.2 Fremtidig udvikling	78
9. Referenceliste	81
10. Bilag	83

0. 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 1989-99.

Rapporten omhandler fysiske, kemiske og biologiske undersøgelser i søerne, hvor hovedvægten er lagt på at belyse ændringer i miljøtilstanden i 1999 i forhold til tidligere år. Rapporteringen er tilrettelagt efter retningslinjerne i Paradigme 2000 (Miljøstyrelsen, 2000). 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 1999 er der udover normalprogrammet gennemført en undersøgelse af fiskebestanden.

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

1. Sammenfatning

Samlet set må 1999 betegnes som varmere og mere solrig end normalt, men som et relativt vådt år. Fosfortilførslen fra grundvand udgør ca. 47%, natur og dambrug hver ca. 20%, og spredt bebyggelse og landbrug 7 og 4% af den samlede tilførsel. Udover kloakering af Fårupgård Skolehjem og ca. 9 ejendomme langs Gammelgårdvej er der ikke sket ændringer i belastningen fra punktkilder.

Sigtdybden i søen har især i sommerperioden været ringe, ofte sammenfaldende med en betydelig opblomstring af blågrønalger. I 1999 er der i gennemsnit i sommerperioden målt 2 m sigtdybde, hvilket er den hidtil bedste måling i overvågningsperioden. Den gode sigtdybde skyldes en meget ringe algevekst, som er tilsvarende den mindste, der er registreret i overvågningsperioden. Algerne har været fosforbegrænsede i længere perioder, men har også været reguleret af dyreplanktonets græsning. Der udvikledes en langvarig temperaturlagdeling en stor del af sommeren.

Undervandsplanterne klarer sig fortsat tiltagende dårligt. Planterne er både mængde- og udbredelsesmæssigt i tilbagegang.

Fiskebestanden i Fårup Sø er fåtallig, med dominans af store aborrer blandt rovfiskene og af relativt få store skaller blandt fredfiskene. Søen rummer en usædvanlig stor bestand af brasen. Fiskenes generelle prædation på dyreplanktonet er moderat, men i perioder, hvor årsynglen er talrig, og hvor adgangen til bunddyr er begrænset, kan fiskene antageligt yde et regulerende prædationstryk på søens dyreplankton.

Den hårde fødekongurrence blandt de benthivore fisk om søens bunddyr kan være årsagen til den ringe mængde græssere på planternes epifytter, og dette kan formentlig være en afgørende årsag til undervandsplanternes ringe udbredelse i søen.

Den gode sigtdybde i 1999 på 2 m samt i perioden 1996-98 kan primært tilskrives klimatiske og økologiske forhold i søen. Der er ikke sket væsentlige ændringer i belastningen af næringsstoffer fra oplandet. Indvandringen af den lille vandremusling er formentlig medvirkende årsag til den forbedrede sigtdybde, der er set de seneste år.

Fårup Sø skal ifølge regionplanen sikres et naturligt og alsidigt plante- og dyreliv, der kun svagt må påvirkes af menneskelig aktivitet. For at sikre dette, er der sat et krav til sommersigtdybden på 2,0 m.

Sigtdybdekravet var opfyldt i 1999, men målsætningen for søen anses ikke for opfyldt, idet søens plante- og dyreliv ikke er stabil. Vandplanterne klarer sig eksempelvis dårligere. Det er nødvendigt at nedbringe belastningen af næringsstoffer fra dambrug, spredt bebyggelse og landbrug.

Nøgletal, Fårup Sø, 1999		
Tilført vandmængde	Total	12,69 mill m ³
	Grundvand	7,99 mill m ³
	Vandets opholdstid	152 dage
Stoftransport	Fosfor, korigeret	1,217 ton
	Kvælstof	39,03 ton
Belastningen, fosfor	Dambrug	2,295 ton
	Ukloak. Ejendomme	0,089 ton
Sigtdybde sommergenomsnit	1999	2,05
	1998	1,83
Søvand sommergenomsnit	Fosfor	0,075 mg/l
	Kvælstof	1,050 mg/l
	Planteplanktonbiomasse	1,51 mg/l
	Dyreplanktonbiomasse,	0,551 mg/l
Fiskebestanden, 1999	Skallers andel af biomassen	46%
	Aborres andel af biomassen	30%
	Brasen andel af biomassen	21%
Målsætning i Regionplan 1997	Generel ((A2)	ikke opfyldt,
	Krav til sigtdybde	ustabilt plante- og dyreliv opfyldt i 1999

Tabel 1.1: Nøgletal for Fårup Sø, 1999.

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 vindeksposteret, 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
Gennemsnitdybde	5,6 m
Største dybde	11,10 m
Omkreds	4.990 m
Areal af opland	13,21 km ²

Tabel 2.1.1: Morfometriske data og oplandsareal, Fårup Sø, 1999.



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 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 sommersigtddybde 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 sigtddybde på 2,0 m, hvilket lige netop er opfyldt i 1999, 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, 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.

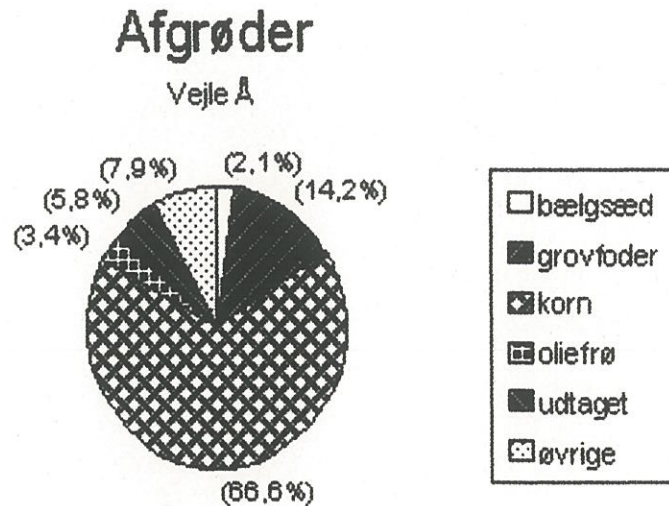
Langt hovedparten af oplandet er landbrugsområder, i alt 94% af søens samlede areal.

	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 næsthøypigste afgrøde er grovfoder.



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

Der blev 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, fordampning, ferskvandsafstrømning og vind er de væsentligste klimatiske og hydrologiske forhold, der har betydning for søer og deres oplande.

I dette afsnit beskrives kort de klimatiske forhold i form af figurer med sæsonvariationer og en tabel med årsværdier.

	Temperatur grader C	Indstråling timer	Nedbør mm	Fordampning mm
1999	8,4	1843	818	459
1989(94)-98	8	1613	792	570

*Tabel 3.1: Klimatiske forhold i 1999 sammenlignet med perioden 1994-97 for temperatur og soltimer, og 1989-97 for nedbør og fordampning. Lufttemperatur er angivet som det årlige gennemsnit, mens soltimer, nedbør og fordampning er angivet som den samlede årlige mængde. *For fordampning anvendes i 1999 data fra st. Båstrup, mens der de øvrige år er anvendt værdier fra st. Bredsten.*

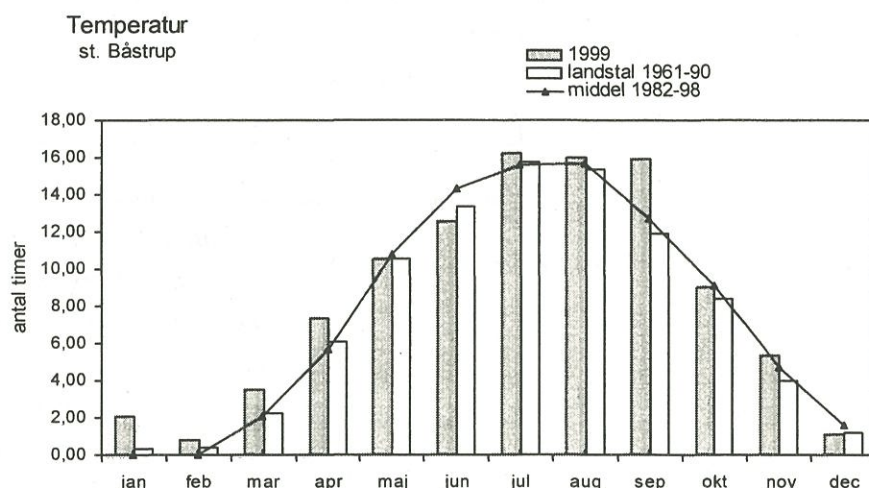
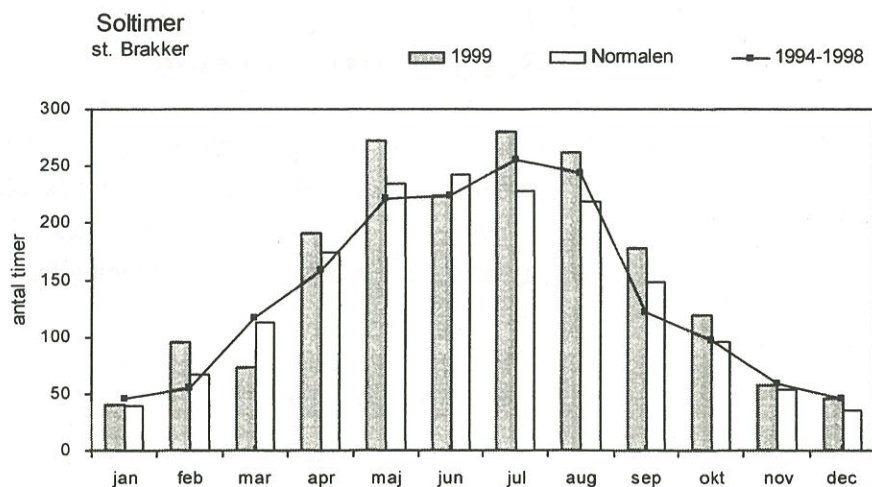
Temperatur og solindstråling

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

Årsmiddeltemperaturen var 8,4° C i 1999 mod 7,8° C som gennemsnit for 1994-98. Temperaturen var fra januar til og med september, dog maj og juni undtaget, over middel for månederne i de foregående år. Især januar og september var usædvanligt varme med henholdsvis 1,8° C og 3,5° C over middel for de foregående år. Fra oktober og resten af året var middeltemperaturen typisk for månederne.

I 1999 skinnede solen i 1843 timer, hvilket er det største antal timer, solen har skinnet i perioden 1992-99. Den højere solindstråling ses i de fleste af månederne fra januar til og med september. Specielt var solindstrålingen i februar, april, maj, juli og september væsentlig højere end middel for de foregående år. I maj skinnede solen således 51 timer mere end de tidligere års middel.

Samlet set må 1999 betegnes som varmere og mere solrig end normalt.



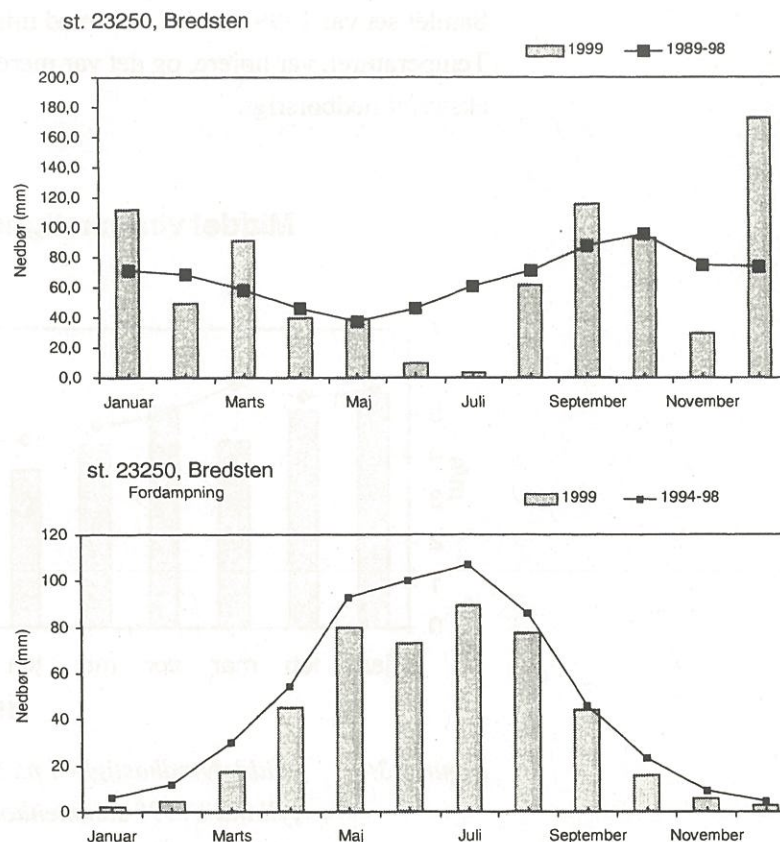
Figur 3.1: Sammenligning af den månedlige middeltemperatur ($^{\circ}\text{C}$), solindstråling og soltimer og middel for perioden 1989-98.

Nedbør og fordampning

Årsnedbøren var 818 mm, hvilket er lidt over gennemsnittet for 1989-98, hvor der faldt 792 mm.

En del af månederne afveg væsentligt fra gennemsnittet af de foregående år. Specielt var nedbøren i januar, marts, september og især december høj. December var med 173 mm således den næstvådeste måned, der er målt. Derimod blev der i juni og juli målt ekstrem lav nedbør på 10 og 3 mm, hvilket er langt under gennemsnittet. Nedbørsdata fra andre stationer tyder dog på, at de lave værdier mere skyldes udfald i målinger end lavere nedbør.

I 1998 var fordampningen 460 mm, hvilket er mindre end gennemsnittet for 1989-98, som var 571 mm. Fordampningen de enkelte måneder var alle mindre end gennemsnittet for de foregående år.



Figur 3.2: Sammenligning af den månedlige nedbør (mm) og fordampning (mm) med middel for perioden 1989-98.

Vind

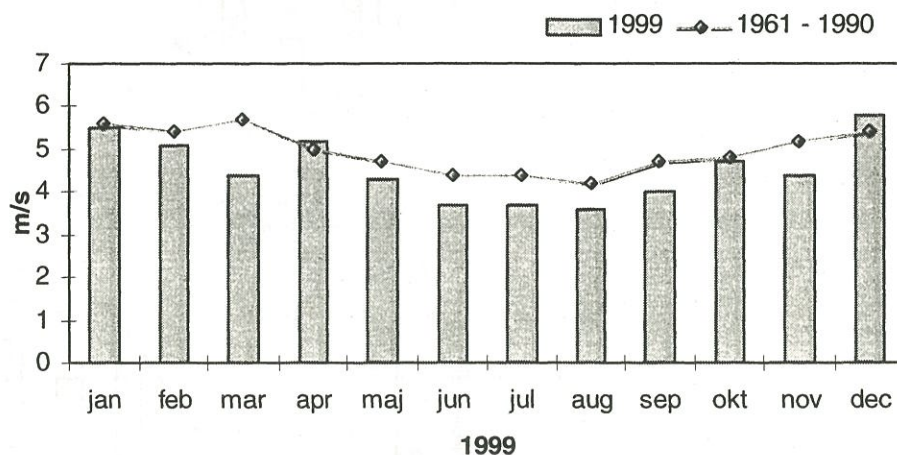
Vinden har betydning for opblandingen af vandmasserne i søerne og er dermed også afgørende for, om vandmasserne lagdeles med springlag og i givet fald, hvor dybt springlaget dannes.

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.

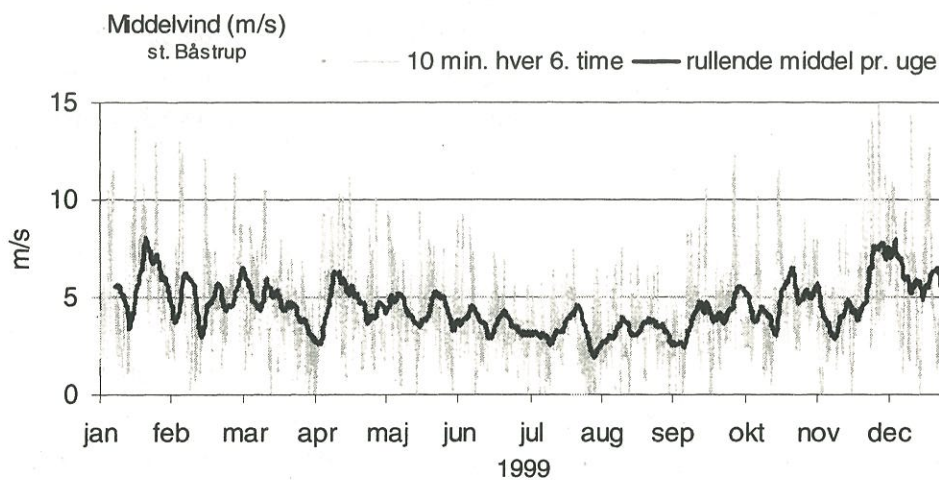
På figur 3.3 er middelvindhastigheden for Skrydstrup Vejrstation i Sønderjylland gengivet. Generelt ses 1999 at have været et forholdsvis vindstille år med vindhastigheder på eller under 30-års-gennemsnittet. Imidlertid dækker især december gennemsnittet over nogle markante vindhændelser. I december oplevede Danmark århundredets værste orkan samt en storm, men alligevel kom den gennemsnitlige vindhastighed kun en smule over 30-års-gennemsnittet. Figur 3.4 viser middelvindhastigheden målt over ti minutter hver 6. time på vejrstationen i Båstrup. Figuren viser også den rullende middel pr. uge, og det fremgår hvor store variationer et gennemsnit dækker over. Bemærk også hvordan målingerne tilfældigvis er faldet sådan, at orkanen d. 3. december og stormen d. 17. – 18. december stort set ikke er registreret.

Samlet set var 1999 således et år med mindre vind end normalt. Temperaturen var højere, og det var mere solrigt, men alligevel blev året ekstremt nedbørsrigt.

Middel vindhastigheder i Sønderjylland



Figur 3.3: Middelvindhastighed på Skrydstrup Vejrstation i Sønderjylland i 1999 sammenholdt med gennemsnittet i perioden 1961 – 1990.



Figur 3.4: Middelvinden over 10 minutter hver 6. time og den tilhørende rullende ugemiddel på Vejrstation Båstrup i 1999.

4. Vand- og næringsstofftilførsel

4.1 Vandtilførsel

Fårup Sø tilføres vand fra nedbør, overfladeafstrømning og grundvand. Nedbøren (og fordampning) er beregnet ud fra månedsvise nedbørsdata fra den nærmestliggende nedbørsstation. Afstrømningen til søen er beregnet på baggrund af målinger i de to betydende tilløb til søen, Saksdal Bæk (F3) og Lildfrost Bæk (F4). Vandtilførslen fra det umålte opland er beregnet ud fra arealkorrektion. Grundvandsbidraget er beregnet som forskellen mellem det samlede afløb og summen af den overfladiske afstrømning, korrigeret for magasinændring. Månedsbalancen og vandtilførsel i perioden 1989-99 fremgår af bilag 4.1.1.

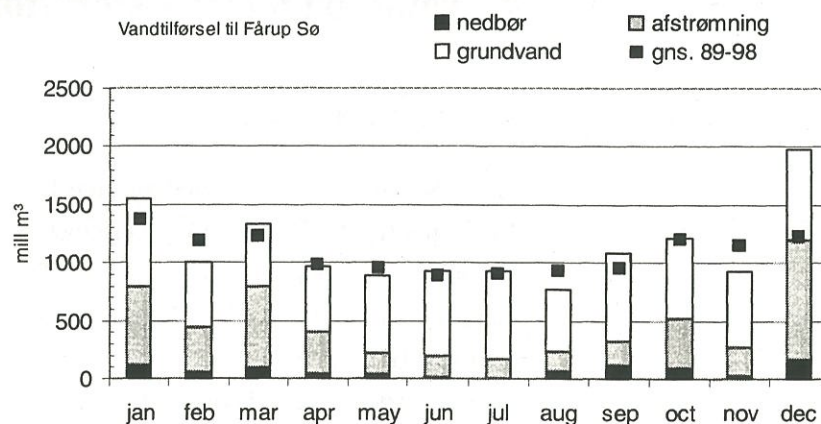
Vandtilførsel (mill m ³)	År	Sommer
Lildfrost Bæk	2,27	0,4453
Saksdal Bæk	1,44	0,2837
Umålt opland	1,04	0,2052
Overfladeafstr.	4,75	0,9342
Nedbør	0,82	0,2267
Grundvand umålt	7,99	3,4231
Total vandtilførsel	13,65	4,584

Tabel 4.1.1: Vandtilførslen til Fårup Sø, 1999.

Den totale vandtilførsel var i 1999 på 13,65 mill. m³, hvilket er noget mere end gennemsnittet for perioden 1989-98, som var på 12,92 mill m³. Størsteparten af den samlede vandtilførsel kommer fra grundvand, i alt 63% i 1999, mens overfladeafstrømningen udgjorde 37%, se figur 4.1.1. Den samlede vandtilførsel varierer kun lidt fra år til år på grund af det relative konstante og høje grundvandsbidrag.

Den totale månedsvise vandtilførsel fordelt på nedbør, afstrømning og grundvand for 1999 er afbildet i figur 4.1.1. 1999 var bemærkelsesværdig med en ekstrem stor nedbør i december måned. Nedbøren på søen i juni og juli er ekstrem lav, hvilket dog kan hænge sammen med manglende nedbørsdata i disse månederne, se afsnit 3. Den samlede nedbørsmængde var i 1999 på 816.400 m³, svarende til 6% af den samlede tilførsel.

Variationen i overfladeafstrømningen følger stort set variationerne i nedbøren. De største afstrømninger var 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.



Figur 4.1.1: Den månedlige vandtilførsel fordelt på nedbør, overfladeafstrømning (10^3 m^3) og grundvand sammenlignet med gennemsnittet af den samlede månedsvise vandtilførsel i perioden 1989-98.

Den samlede overfladeafstrømning var i 1999 høj, primært på grund af den høje december-afstrømning. Afstrømningen var således $4.750.000 \text{ m}^3$, svarende til 37,5% af den samlede vandtilførsel.

Den månedsvise grundvandstilførsel varierede mere end for de øvrige år. Især de første måneder, februar til maj, var grundvandstilførslen mindre end gennemsnittet for de foregående år. Det samlede grundvandsbidrag var i 1999 på $7.993.200 \text{ m}^3$, hvilket er lidt mindre end gennemsnittet for 1989-98. Den årlige grundvandstilførsel til søen varierer kun lidt fra år til år.

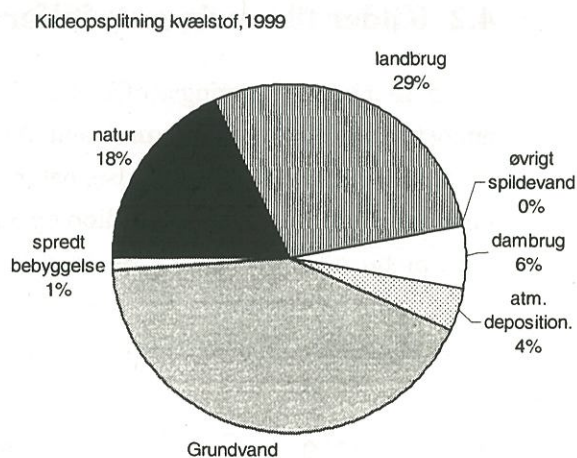
4.2 Kilder til næringsstofftilførslen

Fårup Sø modtager næringsstoffer via afstrømning fra oplandet, punktkilder, atmosfærisk deposition og grundvand. Afstrømningen fra oplandet omfatter afstrømning fra spredt bebyggelse, natur og dyrkning, mens punktkilderne omfatter et regnvandsbetinget udløb og 3 dambrug. Det fremgår af tabel 4.2.1 og bilag 4.2.4, at søen i 1999 samlet modtog 39,031 tons kvælstof mod 38,051 tons for perioden 1989-98. Den samlede fosfortilførsel var i 1999 1,136 tons mod 1,078 tons for perioden 1989-98, se bilag 4.2.1.

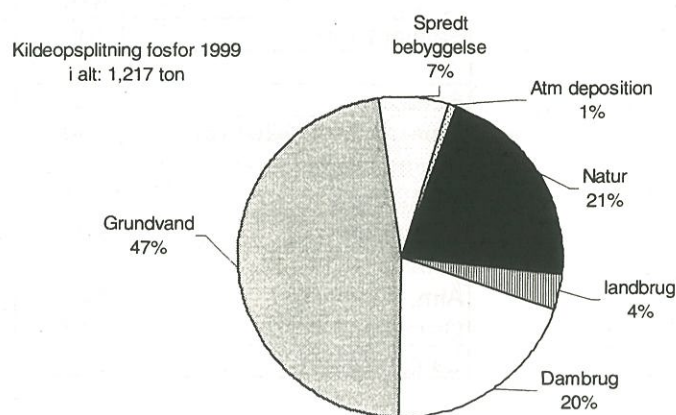
1999	Fosfor	Kvælstof	Jern
År	(ton/år)		
Lildfrost Bæk (320116)	0,141	5,60	2,75
Saksdal Bæk (320118)	0,097	7,63	1,23
Umålt tilløb	0,070	5,52	0,89
Punktkilder	0,242	2,30	
total	0,551	21,03	4,87
Atm. deposition	0,01	1,50	
Grundvand	0,575	16,50	11,34
Samlet tilførsel	1,136	39,03	16,21
Sommer	Fosfor	Kvælstof	Jern
Lildfrost Bæk (320116)	0,030	0,261	0,804
Saksdal Bæk (320118)	0,020	1,006	0,305
Umålt tilløb	0,014	0,725	0,220
Punktkilder	0,101	0,956	
Total	0,170	2,948	1,329
Atm. deposition	0,004	0,622	
Grundvand	0,247	7,069	4,857
Samlet tilførsel	0,421	10,639	6,186

Tabel 4.2.1: Kvælstof- og fosfortilførslen til Fårup Sø, 1999.

Figur 4.2.1 og figur 4.2.2 viser den relative fordeling af kilderne til kvælstof- og fosfortilførslen i 1999. I bilag 4.2.4 og 4.2.2 er tilførslen af kvælstof og fosfor for 1989-99 angivet i tabel.



Figur 4.2.1: Kilder til kvælstoftilførslen til Fårup Sø, 1999.



Figur 4.2.2: Kilder til fosfortilførslen (korrigeret) til Fårup Sø, 1999.

Kvælstof: Bidraget fra landbrug og grundvand er, som de tidligere år, de væsentligste kvælstofkilder med henholdsvis 29 og 42% af den samlede tilførsel. Naturbidraget udgør også en væsentlig kilde til kvælstoftilførslen med 18%, mens bidragene fra dambrug og spredt bebyggelse kun udgør en mindre del.

Fosfor: Det skal her bemærkes, at der ved kildeopsplitningen for fosfor er korrigeret for 26% underestimering af overfladeafstrømningen, se begrundelse senere. På denne baggrund ses, at grundvandsbidraget med 47% og dernæst dambrug (20%), natur (21%) og spredt bebyggelse (7%) er de væsentligste fosforkilder. Fosforbidragene fra landbrug og atmosfærisk deposition udgjorde i 1999 kun en mindre del af den samlede fosfortilførsel.

De enkelte kilder

Bidraget fra **dambrugene** er beregnet ud fra de enkelte dambrugs foderforbrug. Bidraget fra dambrugene er den væsentligste punktkilde, og udledningen af kvælstof og fosfor blev i 1999 beregnet til 2,295 og 0,242 ton, svarende til henholdsvis 6 og 20% af den samlede tilførsel.

Grundvandsbidraget er beregnet på baggrund af gennemsnit af målinger i kilder i oplandet, svarende til 2,065 mg N/l og 0,072 mg P/l.

Grundvandsbidraget er den største kvælstof- og fosforkilde med henholdsvis 42% og 47%. En del af grundvandsbidraget må dog antages at være kulturbetinget og således stamme fra nedsivning fra dyrkede marker.

Den atmosfæriske deposition er beregnet ud fra, at den gennemsnitlige deposition på søens overflade vil være henholdsvis 15 kg N/ha/år og 0,10 kg/ha/år. Deposition af kvælstof og fosfor betyder dog kun lidt for Fårup Sø.

Den diffuse afstrømning til søen omfatter afstrømning fra natur, spredt bebyggelse og landbrug. **Naturbidraget** omfatter den afstrømning, der ville være, hvis hele oplandet henlå som naturområde, og er beregnet som vandføringsvægtede koncentrationer, oplyst af DMU, som i 1999 er 1,49 mg kvælstof og 0,054 mg fosfor/l. Naturbidraget udgør således 18 og 21% af kvælstof- og fosforbelastningen.

Den potentielle belastning fra **spredt bebyggelse** bygger på oplysninger fra kommunerne om antal ejendomme, de enkelte ejendommers rensetyper samt normtal fra Miljøstyrelsen. Der er således regnet med 2,5 Pe/ejendom, 1 kg P/PE/år og 4,4 kg N/PE/år. Der er i 1999 registreret 107 ejendomme med en potentiel udledning på 388 kg kvælstof og 89 kg fosfor, svarende til henholdsvis 1 og 7% af den samlede belastning til søen.

Bidraget fra **landbruget** beregnes som forskellen mellem den totale tilførsel og summen af de øvrige kilder. Afstrømningen fra landbruget står med en udvaskning på 11,26 ton for hovedparten af kvælstofbelastningen, hvilket i 1999 svarede til 29%. Udvasningen af fosfor er beregnet til 0,044 ton, svarende til ca. 4% af den samlede fosforbelastning.

Det er imidlertid stadig usikkert, hvor meget af den diffuse afstrømning til søen, der egentlig stammer fra spredt bebyggelse, og hvor meget, der stammer fra de dyrkede marker. Det skyldes hovedsageligt tre forhold.

Det ene forhold er, at det på nuværende tidspunkt ikke kan beregnes, hvor meget af udledningen fra spredt bebyggelse, der reelt når frem til søen. Det vil bl.a. afhænge af nedbørsmængden, men formentlig har også afstanden til recipienten betydning.

I tørre perioder vil en betydelig del af spildevandet formentlig nedsive under transporten, mens det meste vil nå frem i våde perioder.

Det andet forhold er, at fosforafstrømningen i mindre vandløb underestimeres ved den nuværende prøvetagningsmetode, hvor prøverne udtages punktvist. Ved kildeopsplitningen er der således korrigeret for, at afstrømningen fra oplandet til Fårup Sø er korrigeret med 26% på baggrund af undersøgelser, foretaget af Danmarks Miljøundersøgelser.

For det tredje er den anvendte koncentration til beregning af naturbidraget formentlig for højt. Endelig kan man som tidligere nævnt forvente, at en del af grundvandsbidraget er dyrkningsbetinget, hvilket betyder en underestimering af afstrømningen.

Ovenstående forhold har stor betydning for beregningen af bidraget fra markerne til Fårup Sø. Uden korrigeret af fosforafstrømningen til søen vil der således de fleste år beregnes et negativt markbidrag, se bilag 4.2.7.

4.3 Udvikling i næringsstilførslen

I dette afsnit gives et beskrivelse af udviklingen af næringsbelastningen fra punktkilder og afstrømningen til Fårup Sø.

Punktkilder

I tabel 4.2.2 er angivet belastningen af de enkelte punktkilder til Fårup Sø i perioden 1989-99. Udledning fra Fårupgård Skolehjem ophørte i efteråret 1997.

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

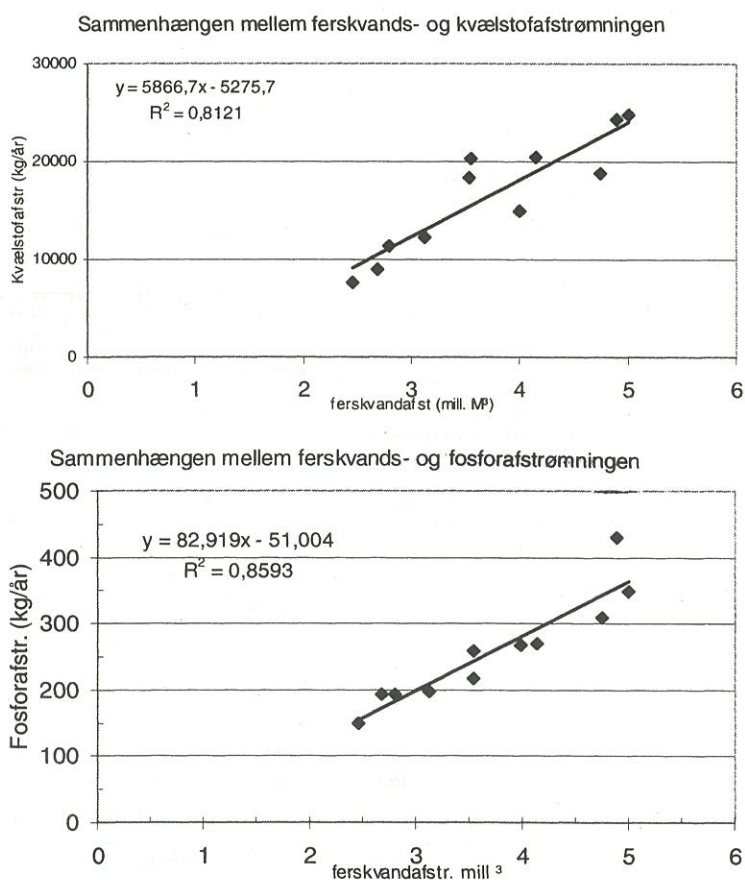
Punktkilder (kg/år)											
Fosfor	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Dambrug											
- Ollerupgård	48	57	66	69	73	63	105	106	120	115	124
- Fårup Sø Dambrug	56	77	49	48	33	30	24	16	58	57	86
- Fårup Gl. Mølle	75	167	43	68	22	33	35	12	15	14	31
Dambrug, ialt	179	301	158	185	128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

Tabel 4.2.2: Udviklingen i belastningen fra punktkilderne til Fårup Sø i perioden 1989-99.

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. De forskelle, der kan ses, er primært udtryk for forskelle i beregningsmetoder og anvendelse af forskellige fodertyper med forskelligt næringsindhold. Således var den beregnede udledning fra dambrugene højere i 1999 i forhold til de foregående år, hvilket skyldtes et skift til en fodertype med højere fosfor- og kvælstofindhold. Mængden af foder er den samme som de tidligere år.

Diffus afstrømning

Både kvælstof- og fosforafstrømningen afspejler i høj grad ferskvandsafstrømningen. Der er en god sammenhæng mellem ferskvandsafstrømningen og afstrømningen af både kvælstof og fosfor til søen, således at øget vandafstrømning også medfører øget kvælstof- og fosforafstrømning, figur 4.2.3.

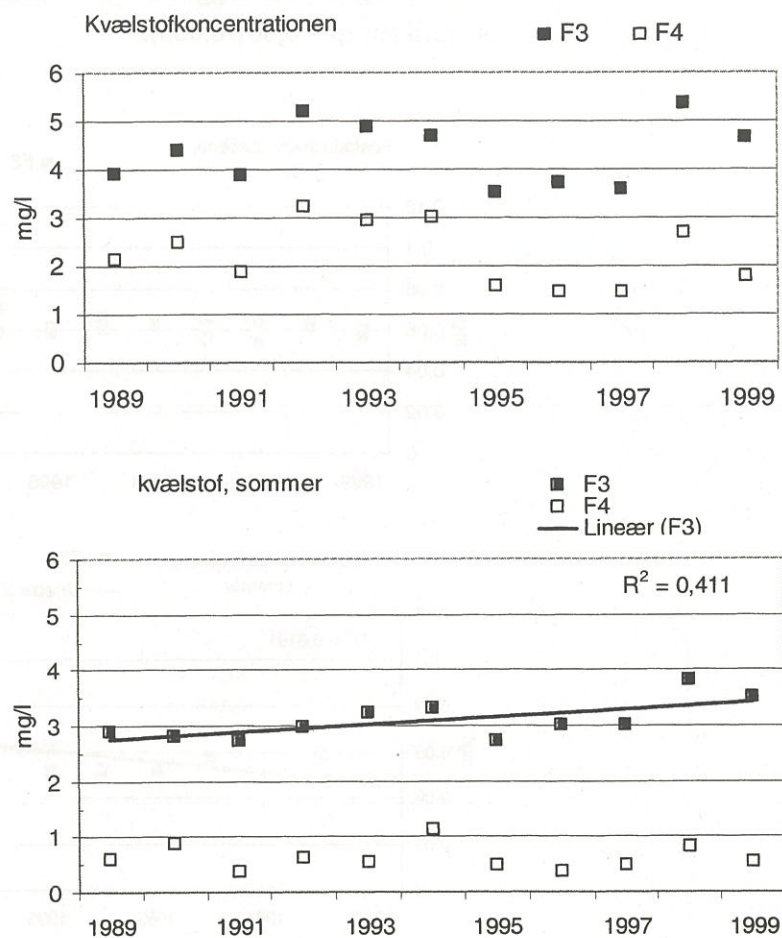


Figur 4.2.3: Sammenhængen mellem ferskvandsafstrømningen og henholdsvis kvælstof- og fosforafstrømningen.

Kvælstofafstrømningen til søen var også i 1999 høj med 18739 kg, hvilket er 14% mere end gennemsnittet for perioden 1989-98. Den høje afstrømning skyldes primært den ekstrem store afstrømning i december. Den største afstrømning kom i 1999 fra oplandet til Saksdal Bæk (F3), som udgjorde 40,7% af den samlede kvælstofafstrømning.

Kvælstofkoncentrationen (år og sommer) for F3 er med 4,64 mg/l betydelig højere end i F4 (1,75 mg/l), ligesom for alle de tidligere år, se figur 4.2.4. For begge tilløb gælder det, at i år med høj afstrømning er kvælstofkoncentrationen tilsvarende høj. I 1999, hvor afstrømningen er lavere end i 1998, falder også koncentrationen.

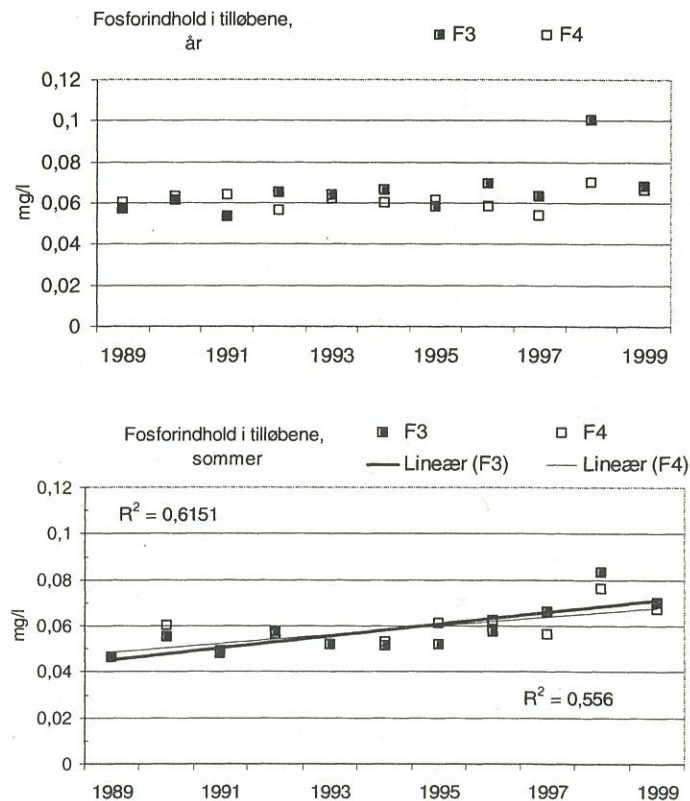
Der er en mindre stigning i kvælstoffindholdet fra Saksdal Bæk (F3) i sommerperioden, som er signifikant. ($P = 0,05$).



Figur 4.2.4: Kvælstofkoncentrationen i tilløbene til Fårup Sø i perioden 1989-99.

Fosforafstrømningen var høj i 1999 med 309 kg, også som følge af den høje december-afstrømning, og dermed 22,4% større end den gennemsnitlige afstrømning for 1989-98. Den største fosforafsstrømning stammer også fra Saksdal Bæk (F3), svarende til 45,7% af den samlede afstrømning til søen.

Fosforkoncentration (års) i tilløbene F3 og F4 var nogenlunde den samme i 1999 med henholdsvis 0,068 og 0,066 mg/l, se figur 4.2.5. Der kan ikke konstateres en udvikling i den samlede fosforafstrømning, derimod ses en mindre stigning for begge F3 og F4 i sommerkoncentrationen, som er signifikant ($p = 0,001/0,005$).



Figur 4.2.5: Kvælstofkoncentrationen i tilløbene til Fårup Sø i perioden 1989-99. Regressionlinier indlagt R^2 for F3 ligger over kurverne, mens R^2 for F4 ligger under kurverne.

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. På det foreliggende grundlag er det svært at forklare årsagen til stigningen.

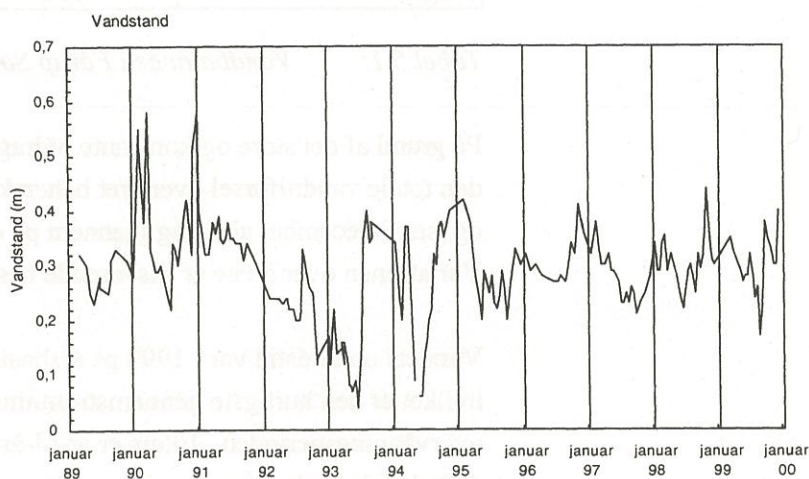
En mulig forklaring kunne være, at jorden er mættet med fosfor, hvorved fosfor 'lettere' udvaskes ved selv mindre regnhændelser eller ændrede dyrkningsforhold.

Der kan ikke konstateres en udvikling i de enkelte punktkilders udledning af kvælstof og fosfor til Fårup Sø, men det øgede kvælstof i Saksdal Bæk (sommer) samt stigningen i fosforindhold i Lildfrost Bæk tyder på øget udvaskning fra bl.a. landbrugsdriften i oplandet.

5. Vand- og stofbalance

Vandstand

Højeste og laveste vandstand (lokalvandstand) i søen var henholdsvis 40 cm og 17 cm. De største vandstandsændringer skete i sommerperioden dels som et kraftigt fald i den tørre sommerperiode juli-august for derefter at stige kraftigt i løbet af september på grund af de efterfølgende større nedbørsmængder. Vandstandsændringer er dog lidt større, end det er set siden 1995.



Figur 5.1: Vandstanden i Fårup Sø, 1989-99.

Vandstanden har siden 1940'erne og indtil 1995 været reguleret af et stemmевærk 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. Stemmевærket er nu indrettet med en fast overløbskant, hvilket betyder, at vandspejlet nu varierer mere naturligt, afhængigt af afløbsmængden.

Vandbalance

Årsbalancen for 1999 er angivet i tabel 5.1 og for perioden 1989-99 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 5.2.

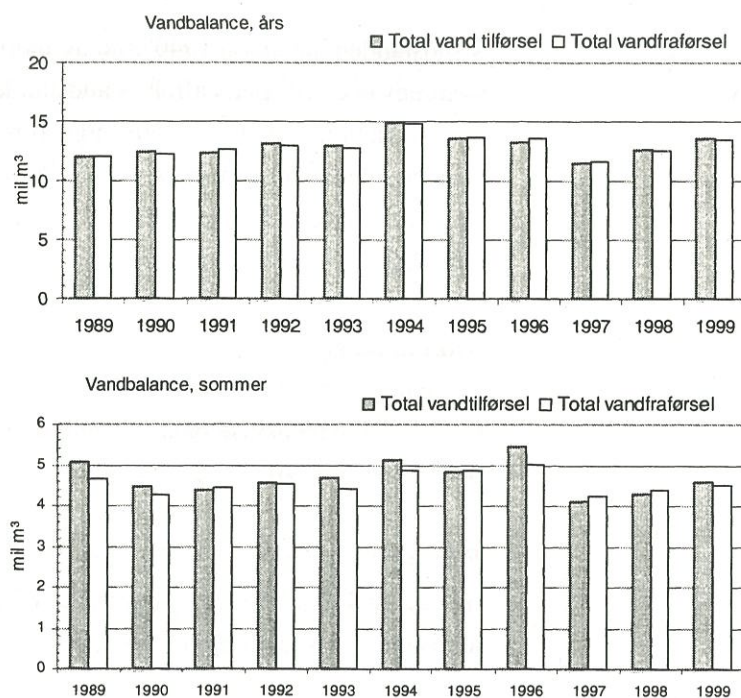
Den samlede vandtilførsel til søen i 1999 var på 13,56 mill m³, hvilket er på niveau med de øvrige år. På grund af den store nedbørsmængde og afstrømning i september er der samlet set en positiv opmagasinering i 1999.

Vandbalance (mill. m ³)		
1999	Års	Sommer
Total vandtilførsel	13,56	4,58
Vandfraførsel	13,02	4,14
Fordampning	0,457	0,36
Total Vandfraførsel	13,477	4,5
Magasinering	0,0822	0,01
Vandets opholdstid		
År	0,42	0,52
Dage	152	188

Tabel 5.1: Vandbalance i Fårup Sø, 1999.

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 var i 1999 på årsbasis 0,42 år, svarende til 152 dage, hvilket er den hurtigste gennemstrømning, der er registreret i overvågningsperioden. Ellers er år-til-år-variationen i søens opholdstid forholdsvis beskeden.



Figur 5.2: Vandtilførsel og -fraførsel på års- og sommerbasis i Fårup Sø i perioden 1989-99.

Kvælstof

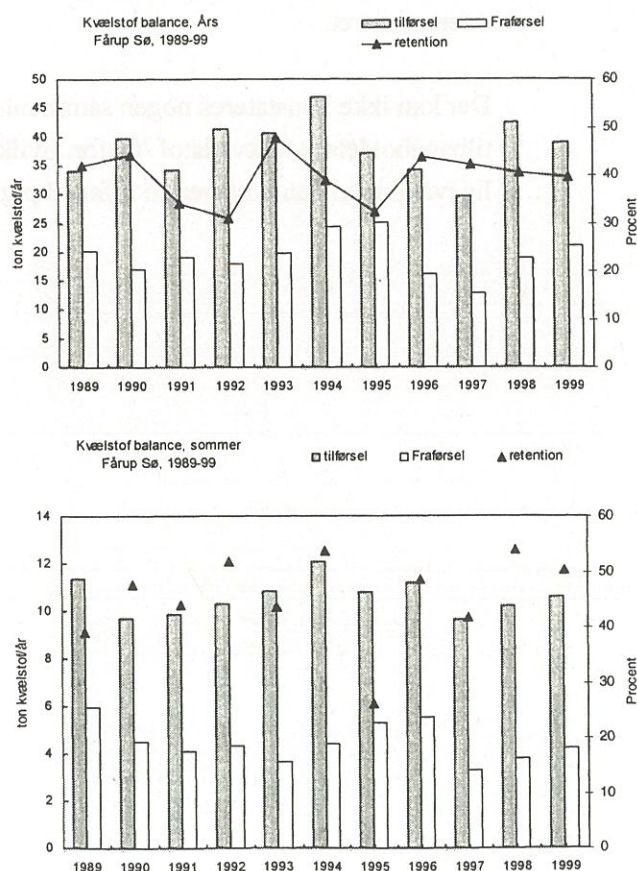
Stofbalance

Års- og sommerbalancen for kvælstof er angivet i tabel 5.3, og balancen i perioden 1989-99 er vist i figur 5.3.

1999	Sommer	Året
Samlet tilførsel, ton/år	10,641	39,031
Samlet fraførsel, ton/år	4,235	21,101
Magasinering	-3,427	-2,521
Retention	9,834	20,450
Retention i %	50,2	39,5
Indløbskonc., mg/l	2,321	2,878
Udløbskonc. mg/l	0,940	1,566

Tabel 5.3: Årsbalance for kvælstof i Fårup Sø, 1999.

Der blev i 1999 tilført relativ meget kvælstof, i alt 39,03 ton, som følge af den store decemberafstrømning. I alt blev der tilbageholdt 20,45 ton, svarende til en relativ fjernelse på 40%. Den relative fjernelse om sommeren var i 1999 høj som året, nemlig 50%, 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 5.3: Massebalance for kvælstof i Fårup Sø, 1989-99.

Fosfor

Års- og sommerbalancen for fosfor er angivet i tabel 5.4, og balancen i perioden 1989-99 er vist i figur 5.4.

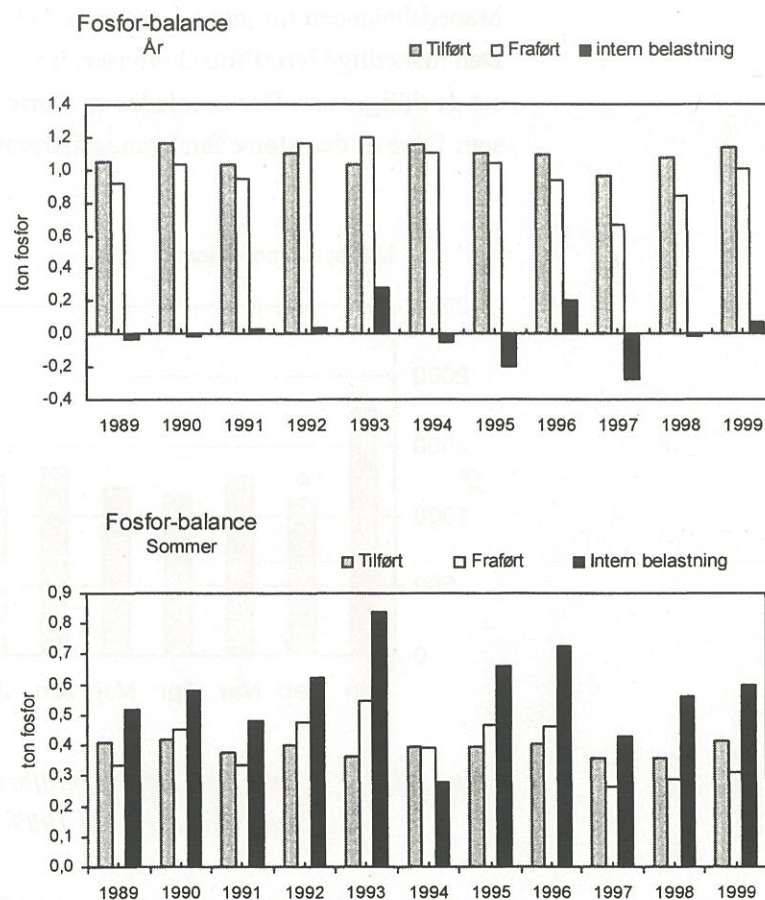
1999	Sommer	Året
Samlet tilførsel,	0,415	1,136
Total fraførsel	0,311	1,011
Indløbskonc, mg/l	0,091	0,084
Udløbskonc, mg/l	0,069	0,075
Magasinering	0,702	0,200
Intern belastning	0,598	0,075

Tabel 5.4: Års- og sommerbalancen for fosfor i Fårup Sø, 1999.

Der blev i 1999 tilført 1,136 tons fosfor (ukorrigeret), hvilket er 5% mere end i gennemsnittet for perioden 1989-98. Den store tilførsel skyldes primært den store afstrømning i december. På grund af det relative store og konstante grundvandstilskud varierer den samlede tilførsel kun relativt lidt over årene, figur 5.4.

I 1999 blev der på årsbasis frigivet 75 kg fosfor og i sommerperioden 599 kg. Der er ingen udvikling i den interne belastning. På grund af underestimeringen af fosforafstrømningen vil den interne belastning være overestimeret.

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 p.g.a. bl.a. frigivelse fra sedimentet.



Figur 5.4: Massebalance for fosfor i Fårup Sø, 1989-99.

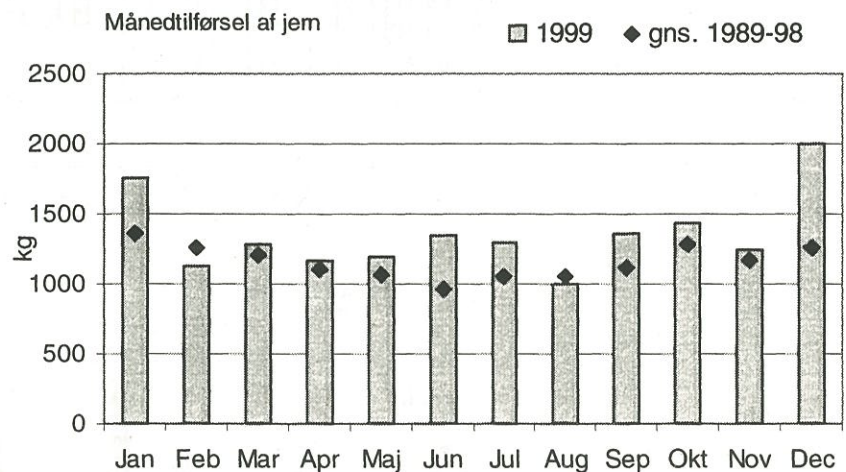
Jern

Søen tilføres store mængder jern, som har betydning for sedimentets evne til at binde fosfor. I 1999 blev der tilført 16,208 ton, hvilket er den største registrerede tilførsel.

1999	Sommer	Året
Lildfrost Bæk	804	2748
Saksdal Bæk	305	1231
Umålt opland	220	890
Punktkilder		
Grundvand	4857	11338
Samlet tilførsel	6186	16208
Samlet fraførsel	672	2123
Tilbageholdelse i	5514	14085
1 %	89	87
Indløbskoncentration	1,35	1,20

Tabel 5.5: Års- og sommerbalance af jern i Fårup Sø, 1999.

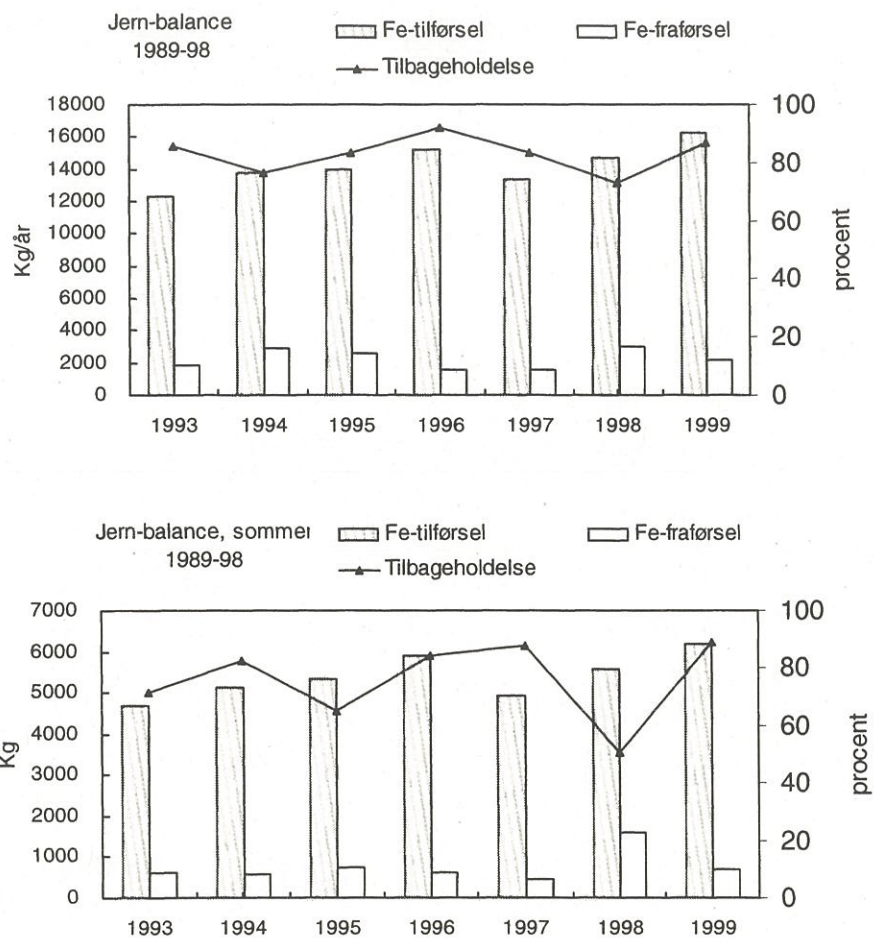
Månedsbalancen for jern i 1999 er vist i bilag 4.2.8 og illustreret i figur 5.5. Den månedlige jerntilførsel udviser, ligesom i 1998, en større variation end set de tidligere år. Der er således en større jerntilførsel i januar og december som følge af den større ferskvandsafstrømning disse måneder.



Figur 5.5: Den månedsvise jerntilførslen i 1999 sammenlignet med midlen for perioden 1989-98.

Jernbalancen i perioden 1989-99 er vist i figur 5.6. 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 kan tyde 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 89% på årsbasis i 1999 mod middel for perioden 1989-98 på henholdsvis 82% og 74%. 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 tildels i 1995. Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem fosfortilførslen og jernretentionen eller omvendt.



Figur 5.6: Jernbalancen i Fårup Sø i perioden 1989-99.

6. Udviklingen i miljøtilstanden

Resultaterne af årets målinger fremgår af bilag 6.1.1 og bilag 6.1.3.

De tidsvægtede års- og sommergennemsnit for 1999 fremgår af tabel 6.1, mens de beregnede års- og sommergennemsnit for de år, hvor der foreligger målinger, er vist i bilag 6.1.2. Der er foretaget en test af, om der er en udvikling af de enkelte parametre i perioden 1989-99. Testen foretages som lineær regression. Udviklingen vurderes at være signifikant, hvis P-værdien er mindre end 0,05.

		Målte værdier		Udvikling	
1999		Sommer	År	Sommer	År
Sigtd.	m	2,05	2,50	+	++
pH		8,12	8,12		
Klorofyl	mg/l	0,020	0,013		
Total fosfor	mg/l	0,075	0,076		-
Filt. uorg. fosfor	mg/l	0,042	0,045		
Total kvæl stof	mg/l	1,050	1,53	-	
Uorg. kvælstof	mg/l	0,627	1,21		
Ammonium	mg/l	0,094	0,08		
Nitrit- nitrat-N	mg/l	0,533	1,13		
Sili cium	mg/l	15,8	17,3	+	+
Total- jern	mg/l	0,172	0,16		
Alkal.	meq/l	2,14	2,09		
Susp. stof	mg/l	< 5,5	5,27		-
Gløde- tab	mg/l	< 5	5,00		
COD	mg/l	5,0	5,00		

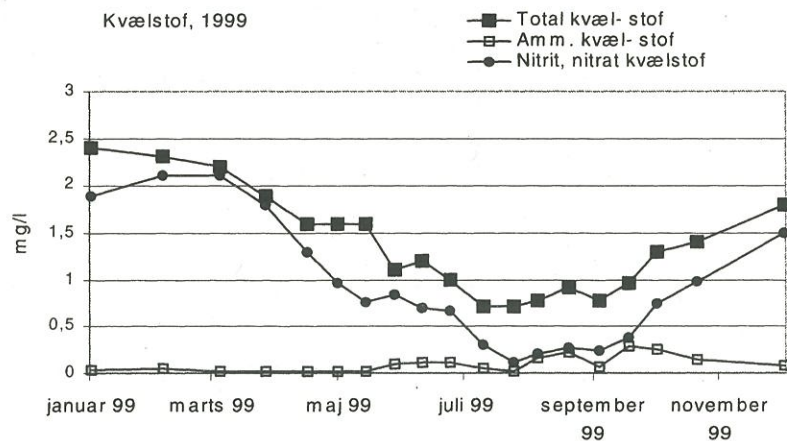
Tabel 6.1: Tidsvægtede år- og sommergennemsnit af sigtddybde, klorofyl, kvælstof og fosfor i Fårup Sø, 1999. (-/+)/(--/++) angiver signifikant fald/stigning ved ($P < 0,05$)/($P < 0,001$).

6.1 Kvælstof

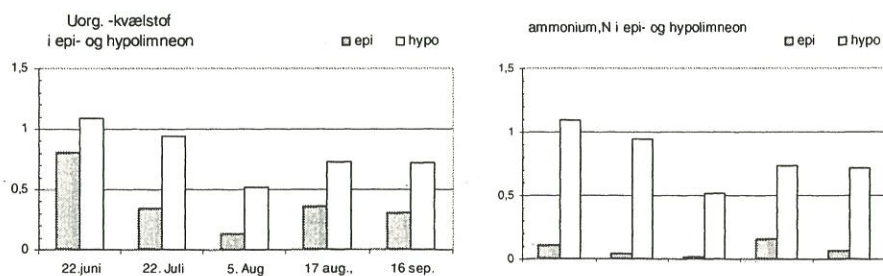
1999

Årsmiddelkoncentrationen af total kvælstof var på 1,53 mg/l og sommermiddel var på 1,05 mg/l, hvilket er højere end de foregående tre år. Årsmiddel og sommermiddel af uorganisk kvælstof var på niveau med 1998, men betydeligt højere end i 1996 og 1997.

De højeste koncentrationer af kvælstof optræder i vintermånederne, figur 6.1.1. 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 juni-august afgives store mængder ammonium og nitrit-nitrat til hypolimnion fra søbunden, som i september opblandes i hele vandsøjlen, figur 6.1.2. Den samlede kvælstofmængde stiger herefter resten af året. Mængden af uorganisk kvælstof har ikke på noget tidspunkt i 1999 været begrænsende for algevæksten.

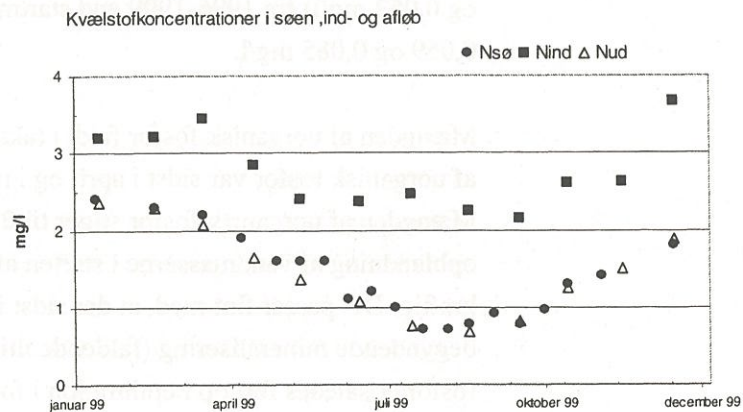


Figur 6.1.1: Sæsonudvikling i overfladevandets indhold af kvælstof i Fårup Sø, 1999.



Figur 6.1.2: Koncentrationen af uorganisk kvælstof i epi- og hypolimneon på prøvetagningsdatoer, med temperaturspringlag i Fårup Sø, 1999.

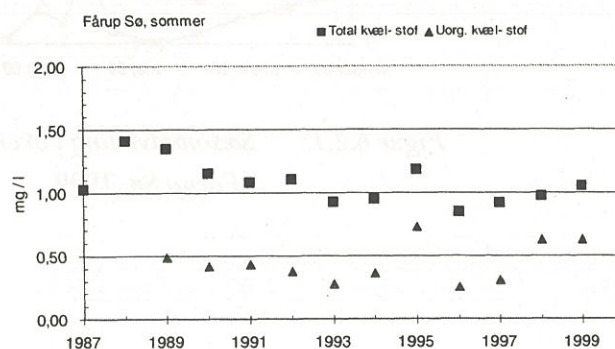
Figur 6.1.3 viser sæsonudviklingen i søvandets, indløbs- og udløbsvandets indhold af kvælstof. Over hele året er søvandets kvælstofindhold lavere end indløbsvandet som følge af algernes optagelse samt denitrifikation. Forskellen øges i løbet af sommeren og er størst i juni-september. Kvælstofindholdet i søvandet og afløbet er hele året sammenfaldende.



Figur 6.1.3: Sæsonudvikling i søvandets, indløbs- og udløbsvandets indhold af kvælstof. Søvandskoncentrationer er målte værdier, mens indløbs- og afløbskoncentrationerne er beregnede vandføringsvægtede månedsværdier.

Udvikling i perioden 1989-99

Indholdet af totalkvælstof i sommerperioden i 1989-99 falder signifikant ($p=0,05$), til trods for at indholdet de seneste to år har været højere. På årsbasis ses ingen udvikling i søvandets kvælstofindhold, mens der derimod er en stigning i kvælstoftilførslen til søen. Det observerede fald i sommerindholdet af kvælstof må tilskrives interne processer i søen, som bl.a. færre alger.



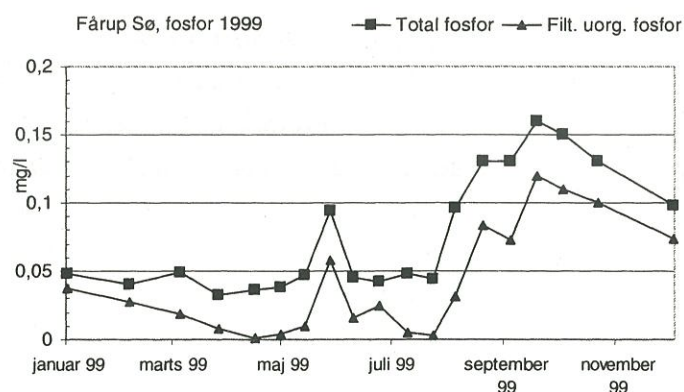
Figur 6.1.4: Kvælstofindholdet i sommerperioden i søvandet i Fårup Sø i perioden 1989-99.

6.2 Fosfor

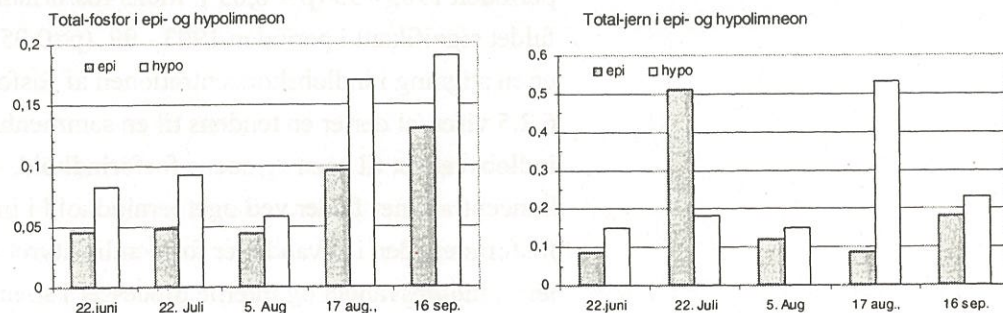
Både sommermiddel af totalfosfor på 0,078 mg/l og uorganisk fosfor på 0,04 mg/l var højere end det foregående år.

Indholdet af totalfosfor var ved årets begyndelse i 1999 lav med 0,048 mg/l. Startmængden af fosfor har i perioden været væsentlig lavere (mellem 0,009 og 0,052 mg/l) fra 1996-1999 end startmængderne i 1989-95, der lå mellem 0,059 og 0,085 mg/l.

Mængden af uorganisk fosfor faldt i takt med algernes optagelse. Indholdet af uorganisk fosfor var sidst i april og i maj begrænsende for algernes vækst. Mængden af uorganisk fosfor stiger til 0,058 mg/l den 9. juni som følge af opblandning af vandmasserne i starten af juni, hvor der blæste rimeligt kraftig. Det passer fint med, at der sidst i maj kunne 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 materiale i forbindelse med omrøring af vandmasserne. Herefter følger en periode, hvor den nytilførte fosfor optages af algerne indtil midten af juli, hvor fosformængden igen er begrænsende for algevæksten. Fosfor er således begrænsende for algevæksten fra sidst i juli og først i august.



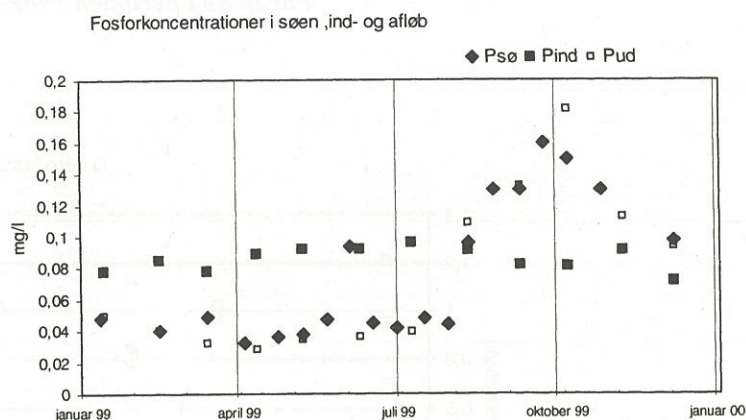
Figur 6.2.1: Sæsonudvikling i overfladevandets indhold af fosfor i Fårup Sø, 1999.



Figur 6.2.2: Koncentrationen af fosfor og jern i epi- og hypolimnionet på prøvetagningsdatoer, med temperaturspringlag i Fårup Sø, 1999.

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.

Figur 6.2.3 viser sæsonudviklingen i søvandets, indløbs- og udløbsvandets indhold af fosfor. Fra årets start og hen til august samt i december er indløbskoncentrationen højere end søkoncentrationen.

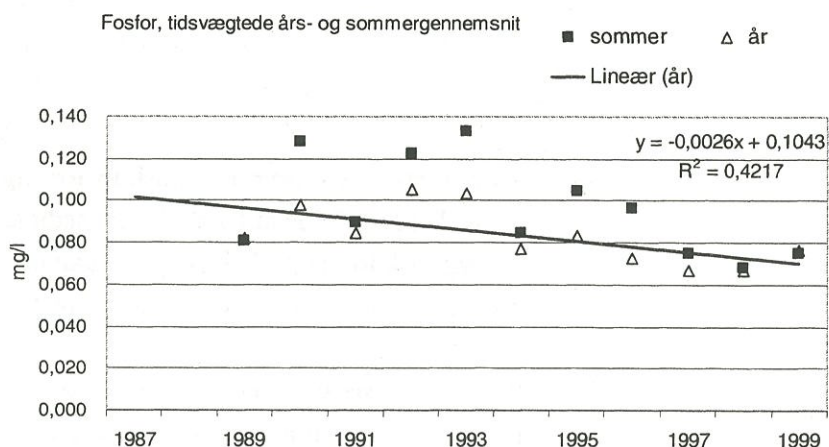


Figur 6.2.3: Sæsonudvikling i søvandets, indløbs- og udløbsvandets indhold af total fosfor i Fårup Sø i 1999.

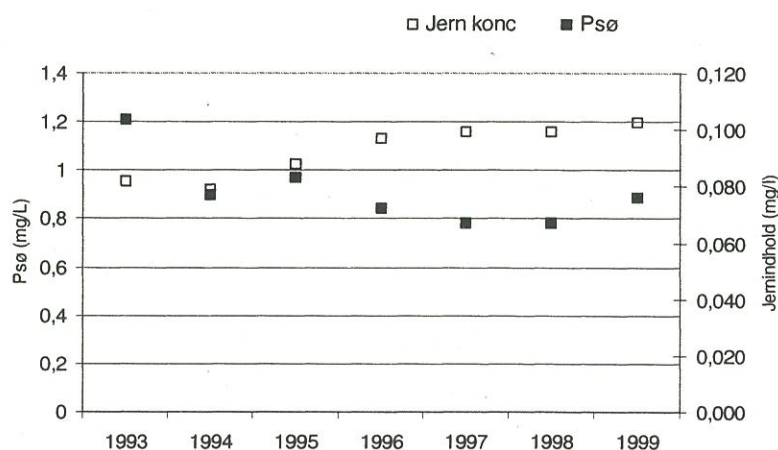
I juni samt fra august/september til oktober er søkoncentrationen den højeste som følge af intern frigivelse fra søbunden. Søkoncentrationen og udløbskoncentrationen er nogenlunde den samme hele året. Dog er udløbskoncentrationen højere i august samt oktober - i august kan forklaringen bl.a. være henfaldne blågrønalger.

Udvikling

Til trods for store udsving er fosforindholdet på årsbasis faldet signifikant i perioden 1989 - 99 ($p = 0,05$). Mens fosforindholdet i sommerperioden er faldet signifikant i perioden 1993 - 99 ($p=0,05$). Dette er interessant, da der er en stigning i indløbskoncentrationen af fosfor i sommerperioden. Figur 6.2.5 viser, at 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. Ændringer i fosformængden i søvandet er formentlig styret af flere faktorer, som bl.a. jern i indløbsvandet og interne processer i søen.

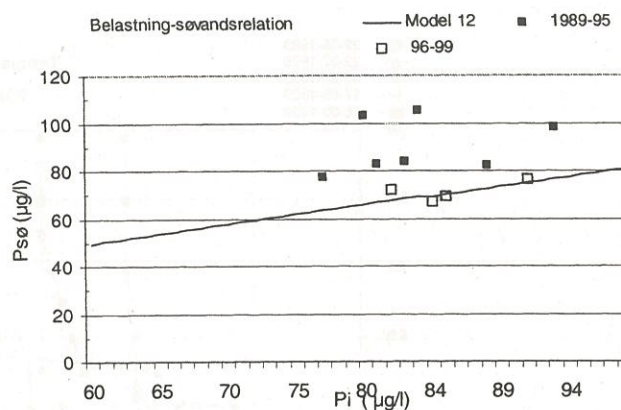


Figur 6.2.4: Fosforindholdet (mg/l) i sommerperioden i søvandet i Fårup Sø i perioden 1989-99.



Figur 6.2.5: Jernindholdet i indløbsvandet (årsmiddel) og fosforindholdet (årsmiddel) i søvandet i Fårup Sø i perioden 1989-99.

I figur 6.2.6 er der opstillet en sammenhæng mellem fosfortilførslen og koncentrationen i søvandet. Det fremgår, at den målte søkoncentration i perioden ligger betydeligt over den modelberegnete, mens koncentrationerne i de seneste år ligger tæt på den modelberegnete koncentration. Der er således tegn på ændringer i de interne processer.

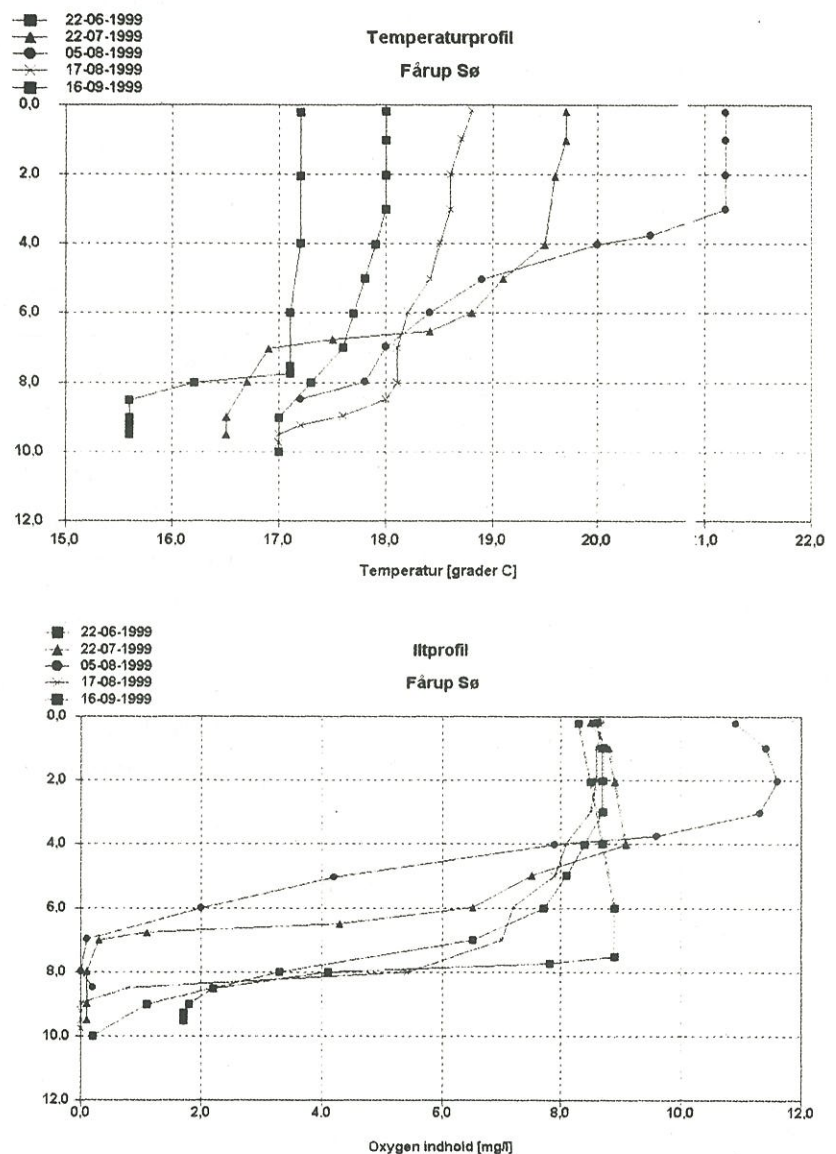


Figur 6.2.6: Relation mellem den årlige fosfor-indløbskoncentration og den gennemsnitlige årlige søvandskoncentration. Der er skelnet mellem værdier i perioden 1989-95 og 96-99. Den anvendte model 12 (Kristensen et al, 1990) $P_{sø} = P_i (1 - (0,11 + 0,18 \cdot TW) / (1 + 0,18 \cdot TW))$, hvor tw er vandets opholdstid, P_i = den årlige fosfortilførsel/årlig tilført vandmængde og $P_{sø}$ = gennemsnitlige årlige totalkoncentration i søvandet.

6.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

Ilt- og temperatur

Der var is på søen ved prøvetagningerne i januar og februar. Herefter var søen isfri året ud. Temperaturen i overfladevandet steg fra 3,4 grader i marts, til den højeste temperatur blev målt den 5. august til 21,2 grader.



Figur 6.3.1: Temperatur- og iltprofiler på datoer med springlag eller faldende temperaturer ned gennem vandsøjlen i Fårup Sø, 1999.

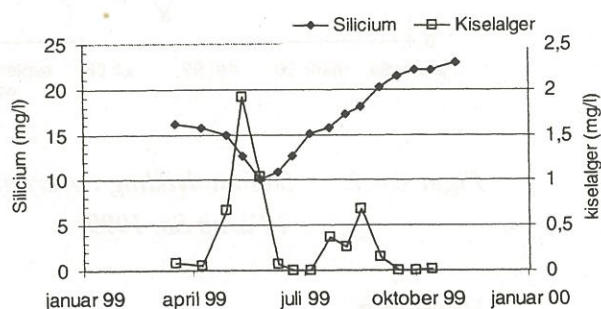
Den varme og ikke mindst vindstille sommer har haft stor betydning for forholdene i søen. Den 22. juni blev der målt temperaturlagdeling af vandmasserne, som holdt hele sommeren. Først den 1. september var søen igen opblandet.

Den lange temperaturlagdeling af vandmasserne havde stor betydning for søvandets indhold af ilt. Iltindholdet falder den 22. juni til under 2 mg/l fra 9 meters dybde, og den 22. juli er denne grænse rykket op til omkring 6,5-7 m, samtidig med at iltindholdet var tæt på nul lige over bunden. Herefter forringedes iltforholdene dramatisk. I august er søvandet fra 7-8 meters dybde uden ilt. Længerevarende temperaturlagdelinger i søen som i 1999 hører ellers til sjældenhederne, idet søen på grund af den øst-vestvendte udstrækning er meget vindeksponeret.

Øvrige parametre

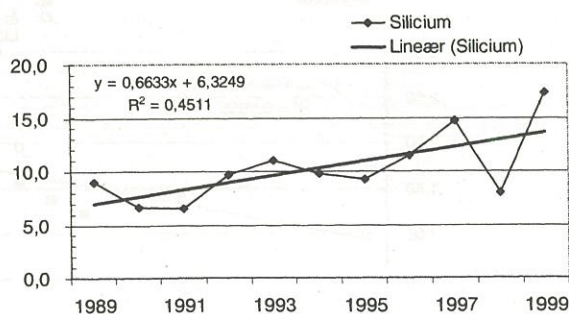
Kiselalger udnytter silicium ved opbygning af deres skaller. Variationer i silicium afspejler derfor primært mængden af kiselalger, figur 6.3.2.

Mængden af silicium i søvandet er høj fra starten af året, 16,5 mg/l og falder i takt med algernes optagelse indtil sidst i maj, hvorefter silicium stiger resten af året. Silicium bliver imidlertid ikke på noget tidspunkt begrænsende for væksten af alger.



Figur 6.3.2: Sæsonudviklingen i silicium og kiselalger i Fårup Sø, 1999.

Års- og sommergennemsnittet af silicium i 1999 var på 17,3 og 15,8 mg/l, hvilket er det største, der er registreret i hele overvågningsperioden. Der er en signifikant stigning i mængden af silicium både på års- og sommerbasis ($p=0,05$), figur 6.3.3. Faldet må tilskrives et tilsvarende fald i mængden af kiselalger, se afsnit 6.4. Derudover ses også et fald i det årlige gennemsnit af suspenderet stof ($P=0,05$).

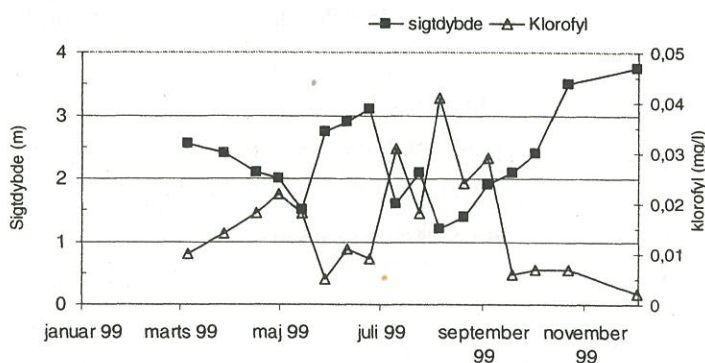


Figur 6.3.3: Siliciumindholdet (mg/l) i sommerperioden i søvandet i Fårup Sø i perioden 1989-99.

6.4 Sigtdybde og klorofyl

Algemængden, udtrykt som klorofyl-a, var også i 1999 lav gennem hele året, med en års- og sommermiddel af klorofyl-a på hhv. 0,013 og 0,2 mg/l som det absolut laveste, der er registreret i overvågningsperioden.

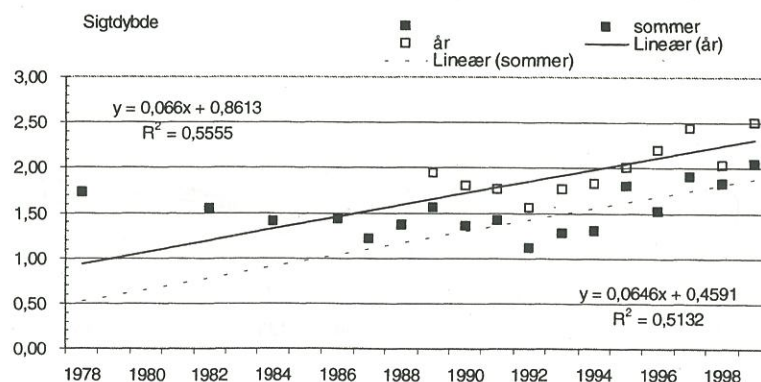
Tilsvarende var sigtdybden med års- og sommermiddel på hhv. 2,5 og 2,05 m den størst registrerede. Sigtdybden varierede i 1999 mellem 1,2 og 3,6 m. Det er første år, at der ikke er målt sigtdybder under 1,0 m, se figur 6.4.1.



Figur 6.4.1: Sæsonudvikling i overfladevandets indhold af fosfor, i Fårup Sø, 1999.

Udvikling

Sommersigtdybden har i 1995, 1997, 1998 og 1999, ligget mellem 1,8 og 2,0 m, hvilket er markant højere end i perioden 1989-94, hvor sommersigtdybden lå mellem 1,12 og 1,56 m. Der er en signifikant stigning i sommersigtdybden i perioden 1989-99 ($P = 0,05$) som følge af meget lave algebiomasser de seneste år. Algerne har været begrænsede af fosfor i juni og er formentlig også reguleret af fiskeyngel. På grund af lagdelingen af vandmasserne blev der ikke tilført fosfor 'nede' fra før omrøring af vandmasserne i september.

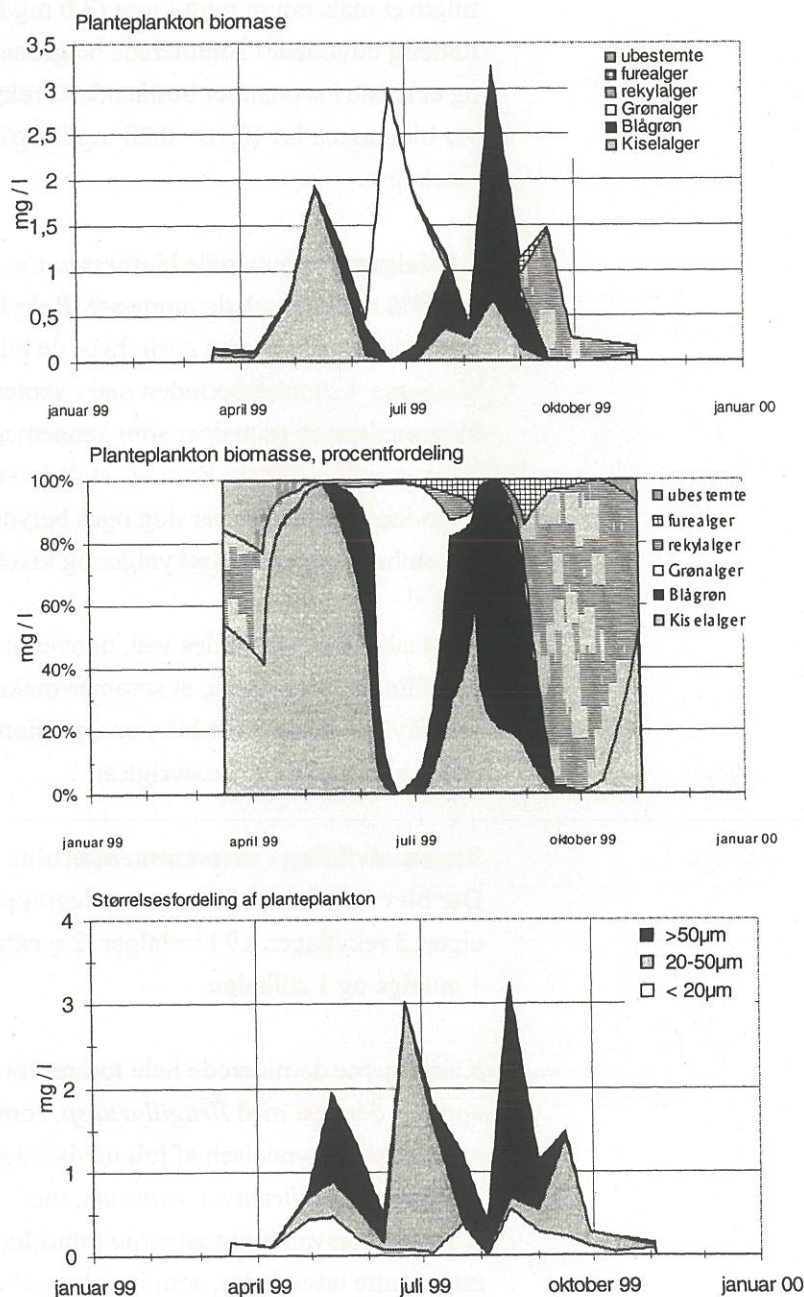


Figur 6.4.1: Tidsvægtede års- og sommergennemsnit af sigtdybde i Fårup Sø i perioden 1989-99.

6.5 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 6.5.1: Fytoplanktonbiomassen som absolutte og relative værdier, fordelt på algegrupper, samt størrelsesfordeling i Fårup Sø.

Sæsonudvikling, 1999

Sæsonvariationen af planteplanktonbiomassen fordelt på de enkelte grupper samt deres procentvis andel af den totale biomasse i 1999 ses af figur 6.5.1. Den totale algebiomasse varierede mellem 0,1 - 0,15 i marts/april og november og 3,25 i juni. Den gennemsnitlige sommerbiomasse (maj - september) var 1,51 mg/l.

I 1999 var planteplanktonets biomasse gennem hele sæsonen generelt lavere end de øvrige år. Planteplanktonet udviklede fire maksimum i løbet af perioden, maj, juni, august og september. Der forekom et forårsmaksimum i maj (1,9 mg/l) med totaldominans af kiselalger. Efter en klarvandsperiode fulgte et maksimum midt i juni (3,0 mg/l) med dominans af grønalger. Endelig udvikledes sommerens blågrøinalgemaksimum i august (3,2 mg/l), og et sidste i september bestående af rekylalger (1,4 mg/l). Resten af året var biomassen lav (0,16 - 0,28 mg/l) og bestod af især rekylalger og kiselalger.

Kiselalgerne dominerede biomassen i marts til midt i maj, hvor de udgjorde 41-99% af den samlede biomasse. Rekylalgerne forekom også i betydelige mængder marts - primo april, hvor de udgjorde 25-30% af den totale biomasse. I sommerperioden maj - september udgjorde kiselalger, blågrønalger og grønalger som gennemsnit en lige stor del af den totale biomasse (28 - 29%) i kraft af, at de hver dominerede et maksimum i perioden. Rekylalger var dog også betydende med 12%. I oktober og november dominerede rekylalger og kiselalger med henholdsvis 96 og 51% .

1999 adskiller sig således ved, udover at have en ekstrem beskeden udvikling af biomassen, at sommer-maksimumet primært udgøres af grønalger. Det skyldes manglende blågrønalge-biomasse, men også at grønalgebio-massen er større end de øvrige år.

Sæsonudvikling - artssammensætning

Der blev i alt fundet 90 arter/samlegrupper i Fårup Sø i 1999, 16 blågrønalger, 3 rekylalger, 19 kiselalger, 2 øjealger, 45 grønalger, 2 furealger, 1 gulalge og 1 stilkalge.

Kiselalgerne dominerede hele foråret først med *centriske kiselalger* i marts - april og dernæst med *Fragillaria sp.* som dominerende arter. I løbet af juni og frem til begyndelsen af juli udvikledes grøinalgemaksimum, som især bestod af *Coelaltrum microporum*, med 86-95% af den totale biomasse. I løbet af juli forsvandt grønalgerne samtidig med, at årets blågrønalge-maksimum udvikledes, som især bestod af *Microcystis wesenbergii*, *Microcystis aerogenosa* og *Aphanizomeon flos-aqua*. Blågrønalger aftog i løbet af september, dog toppede *Aphanizomeon flos-aqua* i begyndelsen af september, hvor algen udgjorde halvdelen af den totale algebiomasse.

Rekylalgemaksimaet midt i september domineres fuldstændig af *Cryptomonas* sp. Ved de lave biomasser i oktober/november dominerede *cryptomonas* sp. i oktober, mens planteplanktonet i november bestod af *Rhodomonas lacustris*, *Melosira granulata* var *angustisima*, samt *centriske* kiselalger.

Algerne var fosforbegrænsede i maj måned og igen fra sidst i juli til først i august. Algerne var ikke på noget tidspunkt begrænsede af kvælstof eller silicium. Kiselalgernes nedgang i maj er formentlig et resultat af dels fosformangel og til dels græsning fra dyreplankton, men også de klimatiske forhold kan have forstyrrende virkninger, idet omrøring af vandmasserne i forbindelse med blæsevejr i maj/først i juni kan have forringet kiselalgernes vilkår.

FYTOPLANKTON VOLUMEN (MM ³ /L) = BIOMASSE (% AF DAGSTOTAL)					
	Biomasse	Dominante arter	%	sub-dominante arter	%
	mg/l				
17.3.99	0,16	centriske kiselalger, små	54	Rhodomonas lacustris.	30
				Rhodomonas lacustris.	25
8.4.99	0,11	centriske kiselalger, små	28	Små ubestemte	23
28.4.99	0,74	centriske kiselalger, små			
12.5.99	1,94	fragillaria sp.	60	centriske kiselalger, små	23
				blågrønalgekoloni, c.d. < 2µm	17
26.5.99	1,31	fragillaria sp.	52	aulacoseira granulata små centriske kiselalger	13
9.6.99	0,47	blågrønalgekoloni, c.d. < 2 µm	60	coelastrum microporum	11
22.6.99	3,02	coelastrum microporum	95		14
6.7.99	1,82	coelastrum microporum	86	blågrønalgekoloni, c.d. < 2 µm	9
		blågrønalgekoloni, c.d. < 2 µm	35	små centriske kiselalger	22
22.7.99	1,21	microcystis aerogenosa	15	Rhodomonas lacustris.	8
				microcystis wesenbergii	15
4.8.99	0,4	fragillaria sp.	58	aphanizomeon flos aqua	8
				microcystis aerogenosa	16
17.8.99	3,25	microcystis wesenbergii	38	aphanizomeon flos aqua centrisk kiselalger, mellem	14
				peridinium sp	12,7
1.9.99	1,13	aphanizomeon flos aqua	50	cryptomonas sp.	12
16.9.99	1,48	cryptomonas sp.	90		11
29.9.99	0,28	cryptomonas sp.	86	chrysocromolina sp.	8
13.10.99	0,22	cryptomonas sp.	91	Aulacoseira granulata var. angustisima	4
3.11.99	0,16	Rhodomonas lacustris.	33	Aulacoseira granulata var. angustisima	27

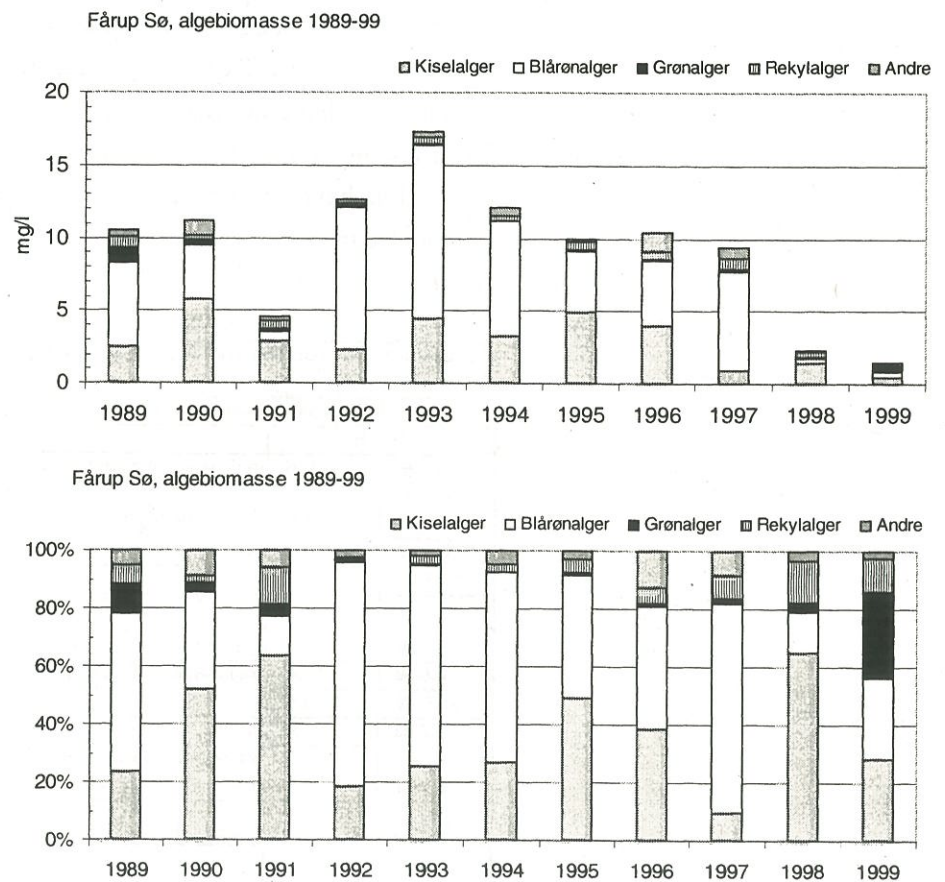
Tabel 6.5.1: Dominerende og sub-dominerende planteplanktonarter på de enkelte prøvetagningsdatoer i Fårup Sø i 1999.

Udviklingen i algesamfundet i perioden 1989-99

Planteplanktonets biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit for sommerperioden maj-september fra 1989-99 ses i figur 6.5.2.

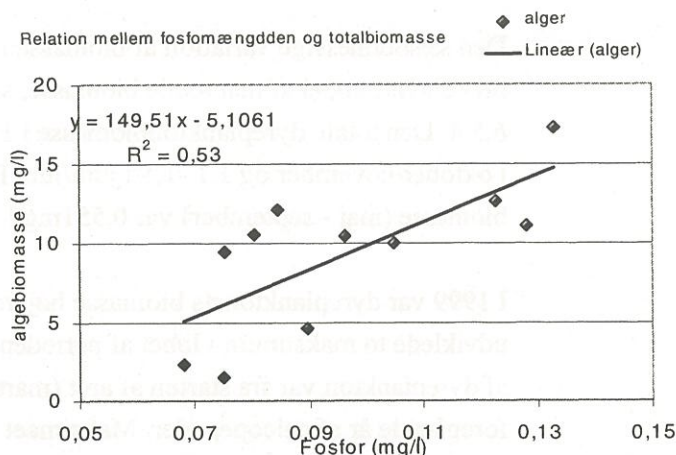
I 1998 og 1999 har algebiomassen i Fårup Sø været ekstremt lille og dermed også meget lavere end de øvrige år. Kun i 1991 var algebiomassen tilsvarende lille. Den maksimale biomasse var i 1998 og 1999 henholdsvis 8,9 og

Den gennemsnitlige sommealgebiomasse på 1,51 mg/l i 1999 er den laveste, der er registreret i hele perioden. Kun i 1998 og 1991 var biomassen tilnærmelsesvis lav med henholdsvis 2,29 og 4,6 mg/l, mens gennemsnittet for de øvrige år har varieret mellem 9,4 og 17,3 mg/l.



Figur 6.5.2: Den gennemsnitlige sommerbiomasse som absolutte og relative værdier, fordelt på algegrupper i Fårup Sø i perioden 1989-99.

Den lave biomasse i 1998 og 1999 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 1999 udgjorde blågrønalger, kiselalger og grønalger en lige stor del af sommerplanktonet, omkring 28-29%. Den gennemsnitlige kiselalgebiomasse på 0,43 mg/l er den laveste, der overhovedet er registreret. Der er en tendens til et fald i kiselalgebiomassen såvel som i den totale algebiomasse, men faldet er ikke signifikant.



Figur 6.5.3: Relation mellem middel-fosforkoncentrationen i søvandet (sommer) og middel-algebiomasse (sommer) i Fårup Sø.

Figur 6.5.3 viser, at der er en positiv sammenhæng mellem middel-fosforkoncentrationen i søvandet (sommer) og middel-algebiomasse (sommer). Det er dog bemærkelsesværdigt, at der fra 1997 til 1998 kunne konstateres et relativt lille fald i fosforkoncentrationen og samtidig en enorm stor nedgang i algebiomassen.

Sammenfatning

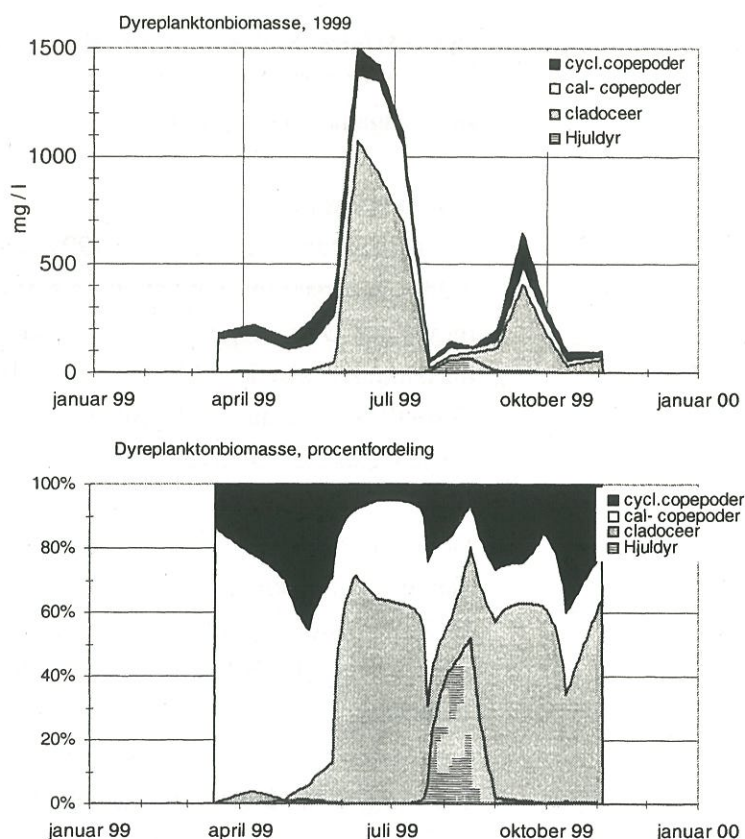
Planteplanktonet adskiller sig i 1999 dermed ved at udvikle et betydende grønalgemaksimum, samt at efterårsmaksimum hovedsagelig bestod af rekyalger. Udviklingen i algesamfundet i Fårup Sø er typisk et forårsmaksimum bestående af kiselalger, dernæst et sommermaksimum, som i de fleste tilfælde består af blågrønalger, ellers kiselalger. Nogle år udvikles et tredje maksimum af enten blågrønalger eller kiselalger.

Der er en tendens til et fald på sommerbasis i kiselalgebiomassen såvel som i den totale algebiomasse, men faldet er ikke signifikant. Årsagen er til dels faldende fosforindhold i søvandet, men også andre faktorer synes at spille en rolle. Klimatiske forhold kan også spille en betydende rolle. Således var 1998 kold, hvilket ikke har favoriseret algevæksten, ligesom 1999 var varm men vindstille, og der således udvikledes en længerevarende temperaturlagdeling af vandmasserne, hvilket tildels har hindret tilførsel af næringsstoffer fra de nedre vanddybder. Derudover er der sket ændringer i den økologiske balance, idet der er observeret en indvandring af den lille vandremusling *Dreissina polymorpha*. Det kan ikke udelukkes, at denne lille musling kan have betydning for udviklingen af algebiomassen. Det er kendt, at muslingen kan filtrere større mængder algebiomasse, se afsnit 6.8.

Dyreplankton

Den sæsonmæssige variation af biomassen af de enkelte grupper, deres procentvise andel af den totale biomasse, samt græsning i 1999 ses af figur 6.5.4. Den totale dyreplanktonbiomasse i 1999 varierede mellem 0,094 mg/l i oktober/november og 1,1 - 1,5 i juni/juli. Den gennemsnitlige sommerbiomasse (maj - september) var 0,551 mg/l.

I 1999 var dyreplanktonets biomasse højere end året før. Planteplanktonet udviklede to maksimum i løbet af perioden, i juni og september. Biomassen af dyreplankton var fra starten af året (marts) lav 0,18 mg/l og bestod som de foregående år af calcoepoder. Maksimaet i juni (1,5 mg/l), som primært bestod af cladoceer, er sammenfaldende med grønlægmaximaet. Herefter falder biomassen til et minimum (0,059 mg/l) i slutningen af juli. I løbet af august øges biomassen (0,1 mg/l), primært som følge af en opblomstring af hjuldyr. Et egentlig maksimum (0,65 mg/l) udvikles i september, primært bestående af cladoceer. Resten af året er biomassen lav (0,094-0,098 mg/l).



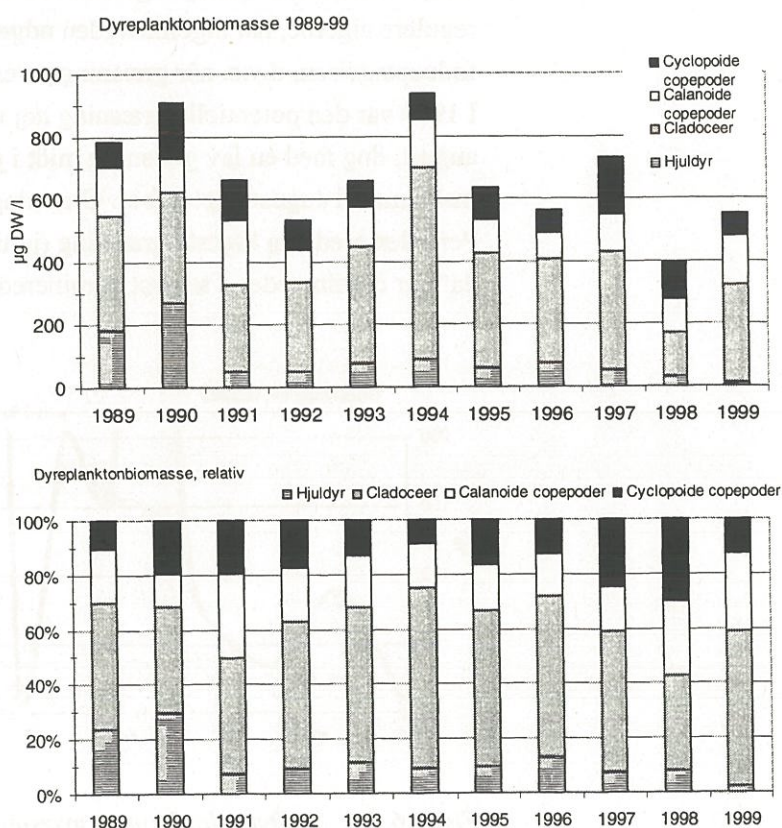
Figur 6.5.4: Dyreplanktonbiomassen som absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Fårup Sø.

Copepoderne dominerede biomassen fra marts - maj, med calanoide copepoder i marts/april og af både calanoide og cyclopoide copepoder i maj. Resten af sommerperioden domineres af cladoceer, som udgør hovedparten af maksimaet i juni og september. I august udgør hjuldyrene knap halvdelen af den samlede biomasse. I oktober og november dominerede hjuldyr og cladoceer med h.h.v. 68 og 64% af den totale biomasse. Chydorus ses kun under blågrønalgemaksimaet midt i august. Den menes ikke at leve af blågrønalgerne men af de bakterier og flagellater, der findes i forbindelse med kolonierne.

Udviklingen i dyreplanktonsamfundet i perioden 1989-99

Dyreplanktonets biomasse og procentvise sammensætning som gennemsnit for sommerperioden maj-september fra 1989-99 ses i figur 6.5.5.

Den gennemsnitlige sommerbiomasse var 0,55 mg/l større end biomassen i 1998, men ellers indenfor intervallet i 1989-97 (0,53- 0,9 mg/l, omend i den lavere ende af skalaen. Biomassen af dyreplankton har været stærkt svingende gennem årene. Cladoceerne har langt de fleste år været den dominerende dyreplanktongruppe og har de fleste år udgjort 50-59% af den totale biomasse.



Figur 6.5.5: Den gennemsnitlige sommerbiomasse som absolutte og relative værdier, fordelt på dyreplanktongrupper i Fårup Sø i perioden 1989-99.

Den relativ lave biomasse kan tilskrives en mindre biomasse af både hjuldyr og cyclopoide copepoder. Biomassen af hjuldyrene er faldet signifikant i perioden 1989-99. Biomassen af cyclopoide copepoder på 0,07 mg/l var sammenlignelig med biomasse i 1996 men mindre end i den øvrige periode 0,083-0,18 mg/l.

Dyreplanktonets biomasse og artssammensætning er i høj grad bestemt af mængden og karakteren af algerne samt af fiskenes prædation.

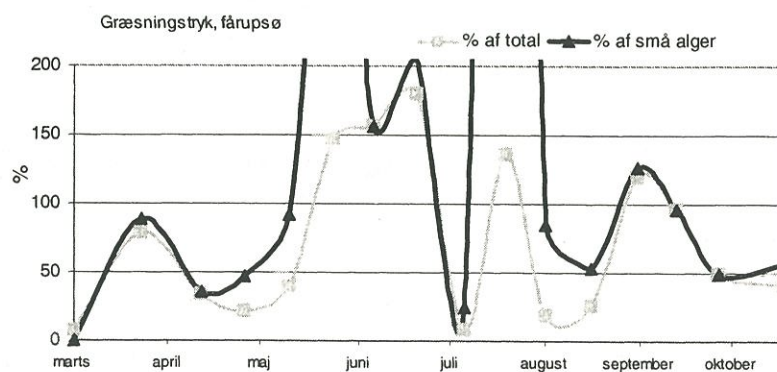
Græsning

Mange dyreplanktonarter lever som planteædere, hvor føden foruden at bestå af planteplankton også udgøres af bakterier og organisk stof. Det gælder mange hjuldyr, mange af de store cladoceer, 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. Størrelsesfordelingen af algene i Fårup Sø i 1999 ses i figur 6.5.1.

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.

I 1999 var den potentielle græsning høj i starten af april og igen fra juni til august, dog med en lav græsning midt i juni, og lav under blågrønalgemaksimaet i august-september. Græsningen var høj igen i september. Perioden med den højeste græsning (juni-juli) svarer til perioden, hvor store dafnier dominerede. I august dominerede hjuldyr planktonet.

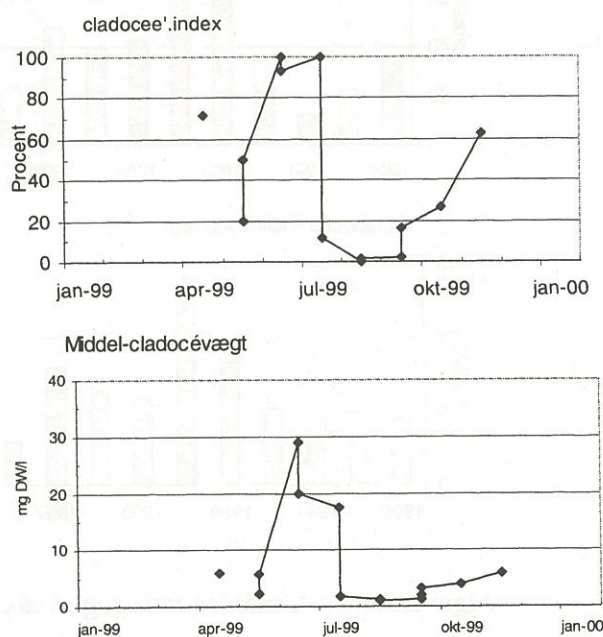


Figur 6.5.6: Dyreplanktonets græsning i Fårup Sø, 1999.

Dyreplanktonet har kunnet regulere planteplanktonet periodevis i løbet af 1999, men ikke i april/maj, den 4. august samt i september, hvor der var opblomstring af blågrønalgekolonier, som på grund af størrelsen ikke er tilgængelig føde for dyreplanktonet. Dyreplanktonet kan have været 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 cladocerer.



Figur 6.5.7: Cladocéeindex og cladocéevægt i Fårup Sø i 1999.

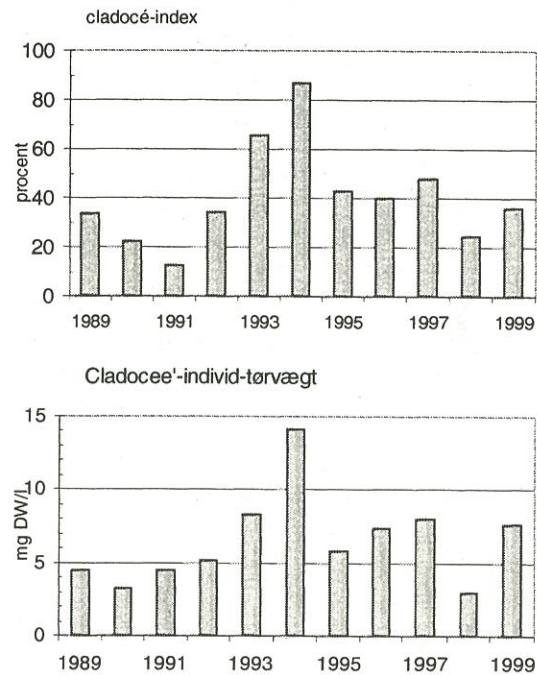
Kraftig prædation påvirker gennemsnitslængden af cladocerer og cladocéeindexet. Både individvægten og cladocéeindexet er høj fra maj til juli, hvorefter den falder brat, se figur 6.5.7. Det skyldes sandsynligvis en kraftig prædation på dyreplanktonet af fiskeyngel. Fiskeyngel er på det tidspunkt nået det stadie, hvor de begynder at leve af dyreplankton. Mængden af dafnier stiger herefter jævnt, mens der kun er tale om en noget beskeden stigning i middelvægten, hvilket skyldes, at dafnier i juni-perioden udgjordes af *daphnia* sp., mens *bosmina* sp. var den dominerende i løbet af efteråret.

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 1999 i perioder har været udsat for prædation.

Udvikling

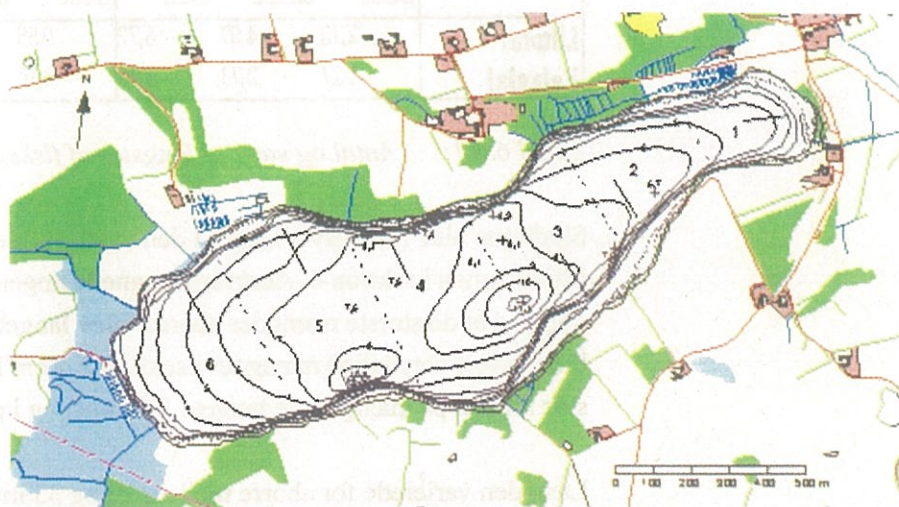
Cladocée-indexet og den gennemsnitlige cladocée-tørvægt i perioden 1989-99 er vist i figur 6.5.8. Der er tilsyneladende en stigning i både index og tørvægt fra 1991-94, og hvorefter indexet falder. Cladocée-indexet er således lav i både 1998 og 1999. Cladocée-tørvægt var ekstremt lav i 1998, faktisk den laveste i hele perioden. Der blev således også fanget mere fiskeyngel i 1998 end i 1999.



Figur 6.5.8: Cladocée-index og cladocée-individvægt i Fårup Sø, 1989-99.

6.6 Fisk

Der er i 1999 foretaget en undersøgelse af fiskeyngel samt en generel undersøgelse af fiskebestanden. Ved begge undersøgelser er der fisket i de samme sektioner, se figur 6.6.1.



Figur 6.6.1: Placering af pelagiske og littorale transekter i 6 sektioner i Fårup Sø.

Fiskeyngel

Fiskeyngelundersøgelser er nyindført i forbindelse med det nye NOVA 2003 program. Undersøgelsen, som blev gennemført for anden gang, skal udføres hvert år i starten af juli efter et standardiseret program (Lauridsen m.fl., 1998).

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

I 1999 blev undersøgelsen foretaget natten den 29. juni. Der fiskes i de samme 6 sektioner, som anvendes ved den generelle fiskeundersøgelse. I hver sektion fiskes en strækning langs bredden i littoralzonen og en i det åbne vand, pelagiet. Undersøgelsen er desuden foretaget i overensstemmelse med "Teknisk anvisning" fra DMU. Resultaterne af fiskeyngelundersøgelserne fremgår af bilag 6.6.1.

Der blev kun fanget skalle- og aborrengel ved undersøgelsen. Resultaterne af fangsterne er angivet tabel 6.6.1 samt i bilag 6.6.1. Både i littoralen og i pelagiet blev der fanget flere aborrer end skaller, henholdsvis 1½ og 2 gange. Vægtmæssigt blev der fanget knap den dobbelte mængde aborrer end skaller i littoralen, mens biomassen i pelagiet var næsten 6 gange så stor.

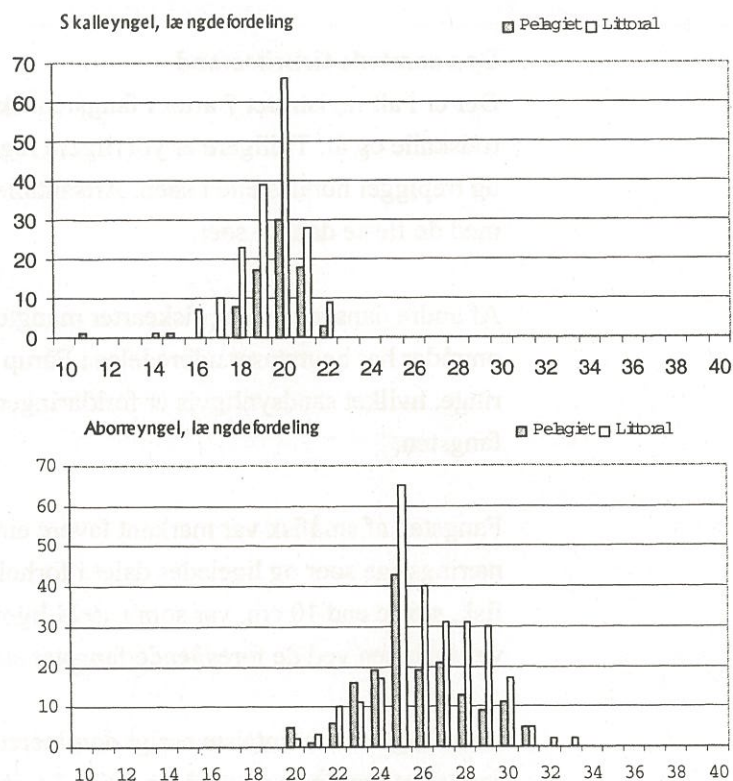
Der er således ikke fanget brasenyngel, hvilket stemmer godt overens med den generelle fiskeundersøgelse, ved at brasen har svært ved at rekruttere i søen. Det stemmer også godt overens med, at aborrerne har større yngelsucces end skallerne.

1999	Antal pr. m ³			Vægt, g. pr m ³		
	skalle	aborne	total	skalle	aborne	total
Litoral	2,70	4,07	6,77	0,55	0,99	1,55
Pelagial	1,17	2,73	3,90	0,10	0,57	0,67

Tabel 6.6.1: Antal og vægt af fangster af fiskeyngel i Fårup Sø i 1999.

Skallerne blev fortrinsvis fanget i den vestlig ende med de største fangster i littoralzonen i sektion 4. Aborrerne tegnede nogenlunde det samme billede, dog ved at de største mængder aborrer blev fanget i sektion 6, og at der også blev fanget betydelige mængder i sektion 2. Som hovedregel var der også stor forskel på mængderne fanget i littoralen og i pelagiet.

Længden varierede for aborre mellem 20 og 33 mm og for skalle mellem 11 og 22 mm, se figur 6.6.2. Middelstørrelsen for aborre på 26 mm og for skalle på 19 mm i Fårup Sø ligger begge under den gennemsnitlige middelstørrelse målt ved fiskeyngelundersøgelserne i 1998. Det har vist sig, at der en positiv sammenhæng mellem middelstørrelse og totalfosforkoncentrationen (DMU, 1998). Den positive sammenhæng kan tilskrives den højere produktivitet og dermed bedre fødetilgængelighed ved højere næringsstofniveau.



Figur 6.6.2: Fordeling af antal skalle- og aborrengel efter længde i pelagiet og littoralzonen, Fårup Sø 1999.

Fisk

I august 1999 er der gennemført en fiskeundersøgelse efter normalprogrammet i Fårup Sø. De feltbiologiske undersøgelser er foretaget af amtet. Dette afsnit omhandler de vigtigste resultater af undersøgelsen (Müller, J.P., Jensen, H.J. og Gerup, J., 1999). Resultaterne er desuden sammenstillet med tidligere undersøgelser i 1989 og 1994.

Formålet med undersøgelsen er at få et kendskab til fiskebestandens nuværende sammensætning, størrelsesfordeling og udvikling siden 1990 og 1994. Ligeledes er det hensigten at få belyst fiskebestandens mulige påvirkning af søens øvrige plante- og dyreliv.

Fiskeriet er udført fra den 23. – 30. august. På figur 6.6.1 ses opdelingen af søen og placeringen af garnene, samt hvor der er elektrofisket.

De enkelte arters tæthed og trivsel er bedømt og sammenlignet med en række andre danske søer, referencesøerne. Ud fra skælprøver er væksten af aborre, brasen, gedde og skalle bedømt.

Da den totale fiskefangst er afhængig af indsatsen, hvormed der er fisket, beskrives fiskebestanden ud fra fangsten pr. indsats i henholdsvis garn- og elfangster. I bilag 6.6.2 er vist resultaterne af fiskeundersøgelsen.

Den samlede fiskebestand

Der er i alt registreret 7 arter i fangsten: skalle, brasen, aborre, hork, gedde, rudskalle og ål. Tidligere er yderligere registreret regnbueørred, ørred, flire og trepigget hundestejle i søen. Artsantallet i Fårup Sø er dermed i niveau med de fleste danske søer.

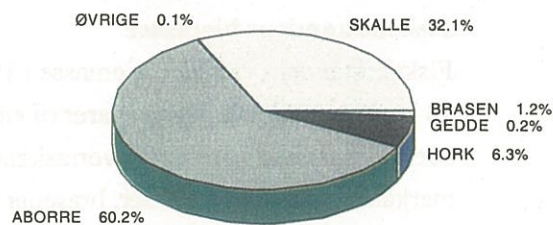
Af andre danske rørsumpfiskearter mangler suder. Da de lavvandede områder har begrænset udbredelse i Fårup Sø, er levevilkårene for suder ringe, hvilket sandsynligvis er forklaringen på, at den ikke er repræsenteret i fangsten.

Fangsten af småfisk var markant lavere end i flertallet af tilsvarende moderat næringsrige søer og ligeledes dalet i forhold til 1989 og 1994. Antallet af fisk, større end 10 cm, var som i 1994 ligeledes moderat, men vægtmæssig var fangsten ved de foregående fangster større end normalt for søtypen.

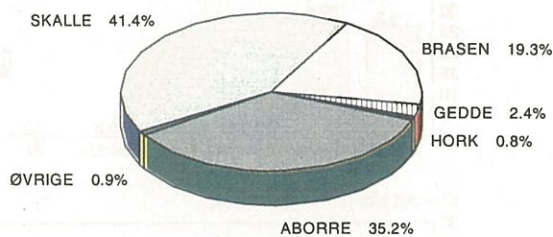
Garnfangsten var antalsmæssigt domineret af aborrer med skaller og hork som næsthyppigste arter, figur 6.6.3. I forhold til 1994 var antallet af aborrer faldet og antallet af hork steget. Vægtmæssigt udgjorde skaller halvdelen af fangsten, aborrer knap en tredjedel og brasner ca. en femtedel af fangsten. Vægtmæssigt har fordelingen stort set ikke ændret sig siden 1994.

1994

Garnfangst (antal)

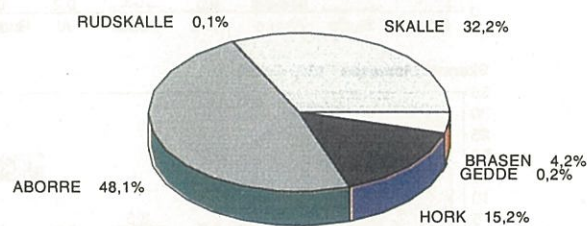


Garnfangst (vægt)

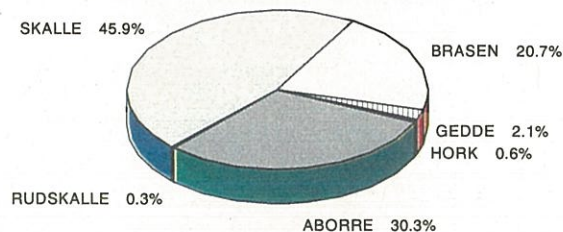


1999

Garnfangst (antal)



Garnfangst (vægt)

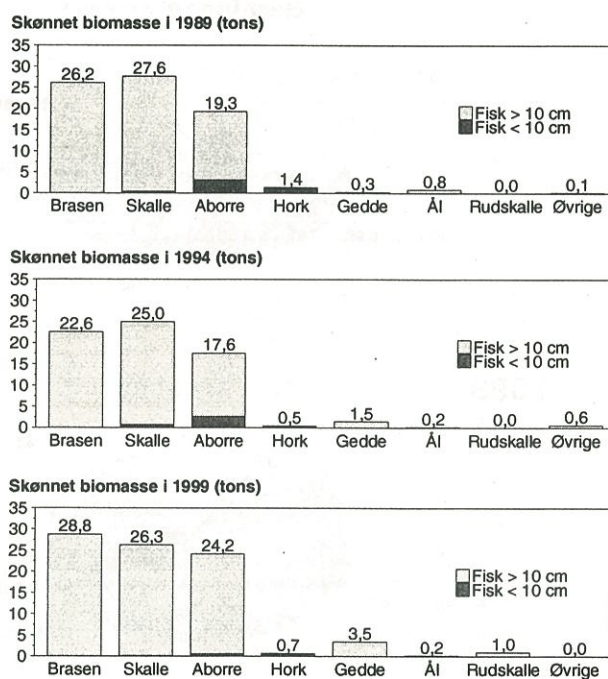


Figur 6.6.3: Den procentuelle fordeling af de enkelte arter i antal og vægt i garnfangsterne i Fårup Sø 1994 og 1999.

Fiskenes fordeling i søen adskiller sig ikke væsentligt fra fordelingen i 1994. Hork og brasener blev overvejende fanget på barbunden, mens aborrer, over 10 cm, overvejende blev fanget i garnene sat i vandsøjlen samt i skræntgarnene. Skallerne var meget jævnt fordelt.

Fiskebestandens biomasse

Fiskebestandens samlede biomasse i 1999 er skønsvist 860 kg/ha, hvoraf ca. 13 kg/ha er småfisk. Dette svarer til en totalbiomasse på ca. 85 ton i hele søen. Biomassen har været overraskende konstant gennem årene med en markant dominans af skaller, brasener og aborrer i alle årene. Kun geddebestanden viser en udvikling, idet biomassen er steget gennem perioden til ca. 3,5 tons ved nærværende undersøgelse.



Figur 6.6.4: Skønnet biomasse af de enkelte fiskearter i Fårup Sø i 1989, 1994 og 1999.

De enkelte arter

	Antal >10 cm			Vægt >10 cm	
	1994	1999		1994	1999
Skalle	27,3	17,1	Skalle	3527	4105
Aborre	8,4	10,6	Aborre	8,4	10,6
Brasen	1,4	2,5	Brasen	1667	1857
Hork	2,1	0,6	Hork	44,5	10,6
Gedde	0,2	0,1	Gedde	207	186
Rudskalle	0	0,1	Rudskalle	0	29
sum	39,4	31	Al	5453,9	6198,2

	Antal <10 cm			Vægt < 10 cm	
	1994	1999		1994	1999
Skalle	10,2	2,2	Skalle	60,3	5,1
Aborre	62,4	18,2	Aborre	116,7	29,8
Brasen	0	0	Brasen	0	0
Hork	5,3	8,5	Hork	28,1	42,7
Gedde	0	0	Gedde	0	0
Rudskalle	0	0	Rudskalle	0	0
	77,9	28,9		205,1	77,6

Tabel 6.6.2: Beregnede CPUE-værdier i antal og vægt for små og store fisk ved garnfiskeriet i Fårup Sø i årene 1994 og 1999.

Skallebestanden er fåtallig men vægtmæssig betydende i kraft af en dominans af store skaller, hvilket også var tilfældet i 1989 og 1994. Bestanden har ikke ændret sig væsentligt siden de forrige undersøgelser, idet bestanden gennem alle årene har været præget af store skaller. Der var dog væsentlig færre små og mellemstore skaller end i 1994, og middelvægten hos de større skaller var øget markant. Sammenlignet med andre danske undersøgelser er skallebestanden ligesom ved de tidligere undersøgelser fattig på skaller, mindre end 10 cm, hvorimod både fangsten i vægt og middelvægten var større end hovedparten af de moderat næringsrige søer.

Vækstforholdene er omtrent uændrede i forhold til i 1994 og tæt på middelvæksten, fundet i danske søer. Konditionen på undersøgelsestidspunktet var generelt under middel sammenlignet med konditionen, fundet i andre danske søer på samme årstid.

Aborrerne udgjorde, som ved de to foregående undersøgelser, en meget betydelig del af garnfangsterne, som det er kendetegnet ved denne søtype. Fangsten af småaborrer var beskeden og noget mindre end i 1994, mens fangsten af aborrer > 10 cm var i samme niveau som i 1994. Vægtmæssigt var fangsten af aborrer i 1999 lidt lavere end i 1994 men stadig meget betydelig sammenlignet med tilsvarende moderat næringsrige søer.

Aborrebestandens størrelsesstruktur er kendetegnet ved mange femårige- og ældre aborrer i størrelser over 20 cm og forholdsvis få unge aborrer. Især de 1-3 årige aborrer var således svagt repræsenteret.

Størrelsesstrukturen har ikke ændret sig væsentligt i forhold til de to tidligere undersøgelser. Vækstforholdene var ligeledes omtrent uændrede i forhold til 1994, og tilvæksten er generelt god i de første 5-6 leveår. Konditionen hos aborrer mellem 15-30 cm varierede omkring normalen, mens både de mindre og de større aborrer var tyndere end normalt for årstiden.

Brasenbestanden består af få store individer, og bestanden er ikke stor. Fangsten var både antalsmæssigt og vægtmæssigt en smule større end i 1989 og 1994, men i niveau med fangsten i lignende søer.

Brasenbestandens alders- og størrelsesstruktur var karakteristisk ved en klar dominans af fireårige brasener med længder i størrelserne 22-28 cm og elleveårige og ældre brasener med længder omkring 40-46 cm, hvilket viser er usædvanlig ujævn rekruttering hos brasenbestanden. Vækstforholdene var uændrede i forhold til 1994 og karakteriseret ved en meget hurtig opvækst i de første 5-6 leveår, men en kraftig stagnerende vækst hos de ældre brasener. Konditionsforholdene viste samstemmende en kraftig aftagende kondition hos brasener, større end 30 cm.

Geddebestanden har tilsyneladende ændret sig lidt siden 1994, idet fangsten rummede større, men færre gedder end i 1994. Antalsmæssigt var fangsten således beskeden, men vægtmæssig forholdsvis stor og på højde med 1994 men væsentlig større end i 1989. Bortset fra en enkelt gedde på 25 cm, som blev fanget ved elfiskeriet, var alle gedder ved denne undersøgelse i størrelser mellem 60 og 70 cm, hvilket tyder på en meget meget ujævn rekruttering. Væksten hos de 6 undersøgte gedder var normal, og konditionsforholdene var som i 1994 ligeledes normale.

Horkbestanden var, som i 1994, moderat sammenlignet med fangsten i 1989, hvor fangsten var større end normalt i danske søer. Som ved de to forrige undersøgelser og som i de fleste andre danske søer fandtes horkene i to størrelsesgrupper. Konditionsforholdene var gennemgående markant ringere end normalt og er klart blevet forværret i forhold til i 1994.

Fangsten af ål ved eletrofiskeriet var ringe og kun en smule bedre end i 1994. De i alt fire ål havde alle længder omkring 50 cm, og havde en varierende kondition.

Diskussion

Fiskebestandens karakter

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

Fårup Sø er forholdsvis dyb og næringsrig efter danske forhold, og søens bestand har ved alle tre undersøgelser været karakteristisk for denne søtype med en dominans af store aborrer blandt rovfiskene og af relativt få, men store skaller blandt fredfiskene. Brasenbestandens struktur har ligeledes været karakteristisk for søtypen, om end bestandens biomasse er noget større end normalt.

Opvæksten er forholdsvis hurtig hos de dominerende arter, men hos aborrer og især hos brasener aftager tilvæksten markant med alderen. Konditionsforholdene tyder samstemmende hermed på en alvorlig fødekongurrence mellem de bunddyrædende fisk. De mange rovlevende fisk bevirker en beskeden rekruttering hos skaller, brasener og aborrer, antageligt som følge af en ringe overlevelse gennem det første leveår. Især brasenerne har problemer med rekrutteringen, og kun få årgange af brasener er repræsenteret i søen.

Søens dybdeforhold og den beskeden udbredelse af rørskov og lavvandede vegetationsrige områder begrænser søens bestand af gedder, antageligt som følge af kannibalisme under opvæksten, og gedden spiller kun en mindre rolle som rovfisk i søen.

Fiskebestandens stabilitet

Fiskebestandens karakter har således 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.

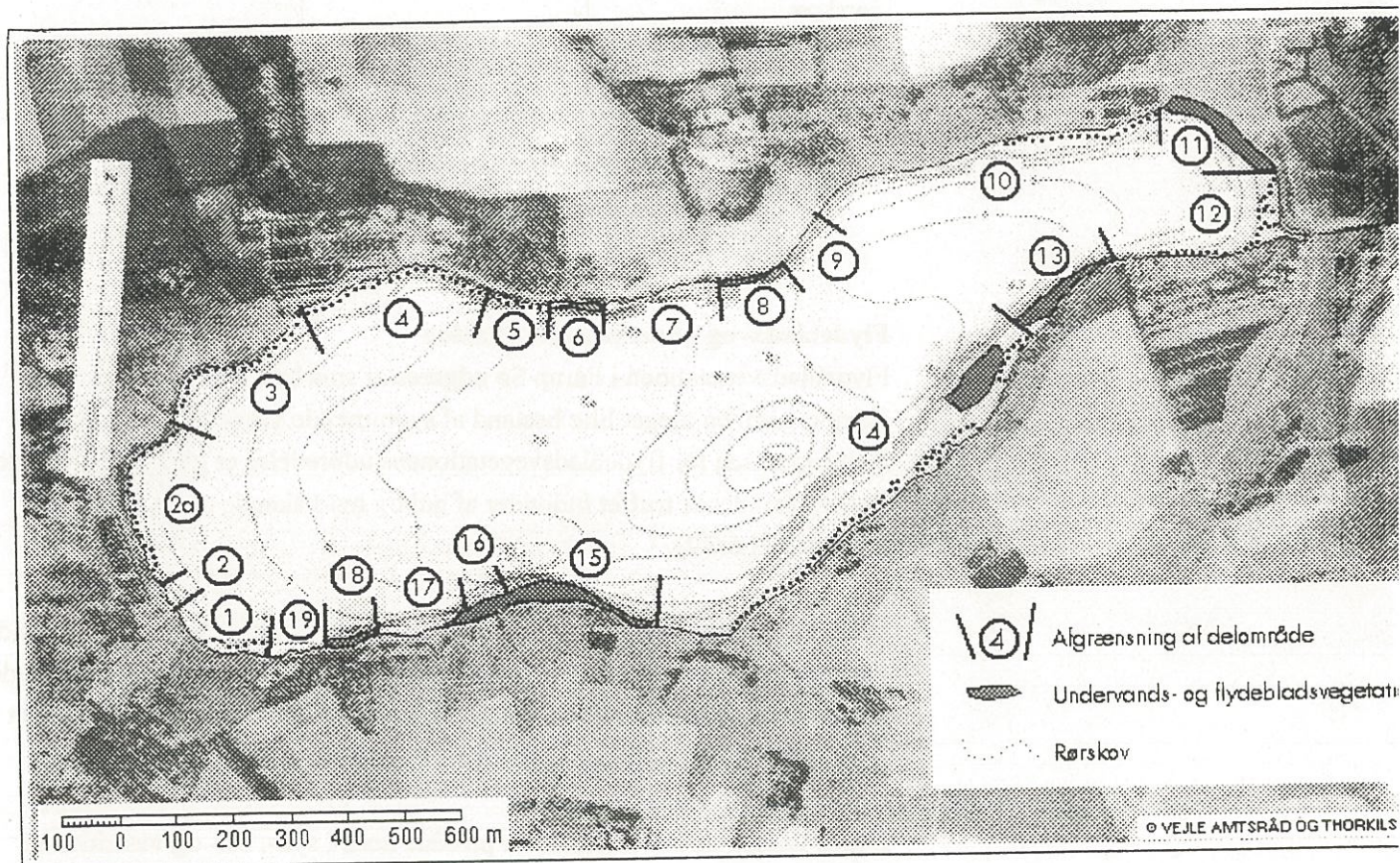
Den forholdsvis store biomassetæthed af potentielt benthivore fisk og den ringe kondition hos denne gruppe mere end antyder, at fødekongurrencen om søens bunddyr er hård, og bundfaunaen holdes derfor antageligt nede på en ringe tæthed. Den ringe mængde snegle og andre græssere på planternes epifytter er en sandsynlig årsag til undervandsplanterne 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 væsentlig, hvilket formodes at have en væsentlig effekt på både sigtdybden og vandplanternes udbredelsesmuligheder.

6.7 Undervandsplanter

Vegetationen i Fårup Sø er siden 1993 blev undersøgt en gang årligt. I 1999 blev undersøgelsen gennemført den 19. juli. Rørsumpen blev undersøgt i 1995 (Vejle Amt, 1996). Arealet af hele rørskoven udgør 2,1% af søens samlede areal, (Vejle Amt, 1996). Arealudbredelsen af de dominerende arter fra undersøgelsen i 1995 er angivet i tabel 6.7.1.

Formålet med undersøgelsen er at følge udviklingen i undervandsvegetationens udbredelse i søen. Ved undersøgelsen er søen opdelt i 19 delområder, som fremgår af figur 6.7.1. Arealet af de enkelte dybdeintervaller er angivet i bilag 6.7.1. Resultaterne af registreringerne i de enkelte delområder er samlet i tabel 6.7.2 (artsliste og dybdegrænser), bilag 6.7.2 (dækningsgrad) og bilag 6.7.3 (plantefyldt volumen).



Figur 6.7.1: Områdeinddeling og udbredelse af flydeblads- og undervandsvegetationen, Fårup Sø 1999.

Arter

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 dyndpadderok på 1,8 m vand.

Rørskovsvegetation	Arealudbredelse M ²
Dynd- padderok	2.425
Kær-star	396
Tagrør	14.159
Sø-kogleaks	2.618
Smalbladet dunhammer	887
Bredbladet dunhammer	170
Samlet areal dækket af rørskov	20.655
Rørskovens andel af det samlede søareal	2,1 %

Tabel 6.7.1: Arealudbredelsen af de dominerende arter i rørskoven (Vejle Amt, 1996).

Flydeblads- og undervandsvegetation

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 1,9 m (tabel 6.7.2).

Undervandsvegetationen udgøres af børstebladet-, hjertebladet- og glinsende vandaks (delområde 6, 8, 11, 13, 14, 15, 16 og 19). Der er i 1999 også fundet kruset vandaks (delområde 6, 14, 15 og 16). Kildemos sp. er kun fundet i et eksemplar i 1994, så chancen for at finde arten er lille.

Der er fundet undervandsplanter på både nord-, syd-, øst- og vestsiden af Fårup Sø. I de fleste tilfælde er der tale om spredte bestande. Vegetationen var i moderat kondition på undersøgelsestidspunktet, men planterne var oprejste. I lighed med tidligere år var der mange vækstalger (epifytter) på planterne.

Dansk navn	Dybdegrænse (m)					
	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Undervandsvegetation						
Glinsende vandaks	2.55	2.30	2.15	2.70	2.3	1.4
Børstebladet vandaks	1.20	1.10	2.05	1.20	1.20	1.2
Hjertebladet vandaks	1.75	1.50	1.95	1.60	1.70	1.7
Kruset vandaks	1.25	-	1.65	-	1.50	1.3
Kildemos sp.	1.85	-	-	-	-	-
Flydebladsvegetation						
Vand-pileurt	-	-	0.65	0.50	0.60	0.6
Gul åkande	1.80	1.80	1.85	1.60	1.70	1.90
Hvid åkande	1.70	1.70	1.85	1.90	1.40	1.90
Svømmende vandaks	1.10	1.00	1.05	0.80	0.80	0.70
Rørskovsvegetation						
Smalbladet dunhammer	1.20	*	1.15	*	1.55	1.30
Tagrør	1.30	1.00	1.25	1.50	1.70	1.90
Sø-kogleaks	0.85	0.90	1.15	1.70	1.30	0.90
Dynd-padderok	1.50	1.80	1.65	1.80	1.80	1.40
Total dybdegrænse	2.55	2.30	2.15	2.70	2.30	1.90
Dækningsgrad, %	0.82	0.84	0.55	0.62	0.46	0.33
Relativt plantefyldt volumen	0,12	0.08	0.06	0.07	0.04	0.03

*Tabel 6.7.2: Artsliste og dybdegrænser for undervands- og flydevandsvegetation, samt dominerende rørskovsvegetation, Fårup Sø 1999. * angiver, at arten er registreret, men dybdegrænsen ikke fastlagt.*

Udbredelse

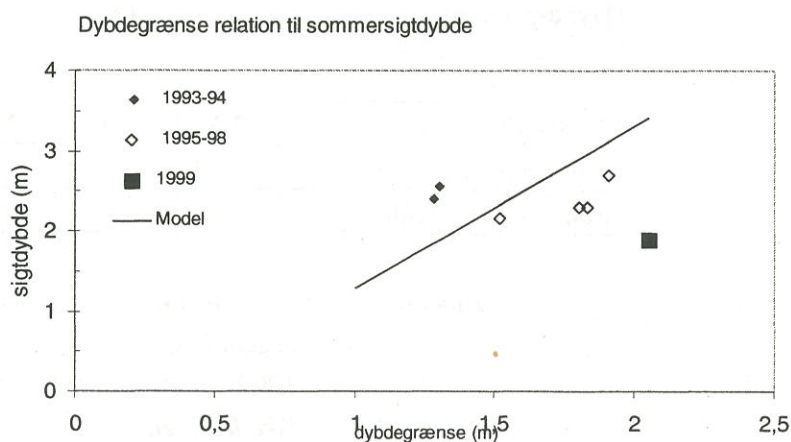
Der er en udpæget zonering i forekomsten af undervandsplanterne. På lavt vand (ca. 0-1 m) dominerer børstebladet vandaks. På 1 - 1,5 m vand dominerer hjertebladet- og kruset vandaks. I modsætning til alle de øvrige år er den yderste vanddybde for glinsende vandaks på 1,4 m vand, mens den normalt dominerer på 1,5 - 2,0 m vand. Dybdegrænsen for glinsende vandaks er dermed reduceret markant. Hvor arterne optræder sammen, er det med en enkelt undtagelse, glinsende vandaks, der når længst ud. Den yderst fundne forekomst af undervandsvegetation er hjertebladet vandaks på 1,7 m's vanddybde.

Den yderste forekomst af vegetation i 1999 er gul og hvid åkande på 1,9 m's vanddybde (tabel 6.7.2).

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

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

Det fremgår af figur 6.7.2, at dybdegrænsen for 1995-1999 ligger under den modelberegne. Det ses også, at variationerne i sommersigtddyderne fra år til år ikke nødvendigvis fører til tilsvarende variationer i dybdegrænserne for vandplanternes udbredelse de pågældende år. De forbedrede sommersigtddyder de seneste år har ikke resulteret i bedre vækstforhold for vandplanterne. Det skyldes bl.a., at en højere sommersigtddyde i søen ikke altid er et resultat af en generel forbedring af sigtddyden i planternes vækstsæson. Reduceret lystilgængelighed som følge af de kraftige belægnings af epifytiske alger er formentlig den primære årsag.



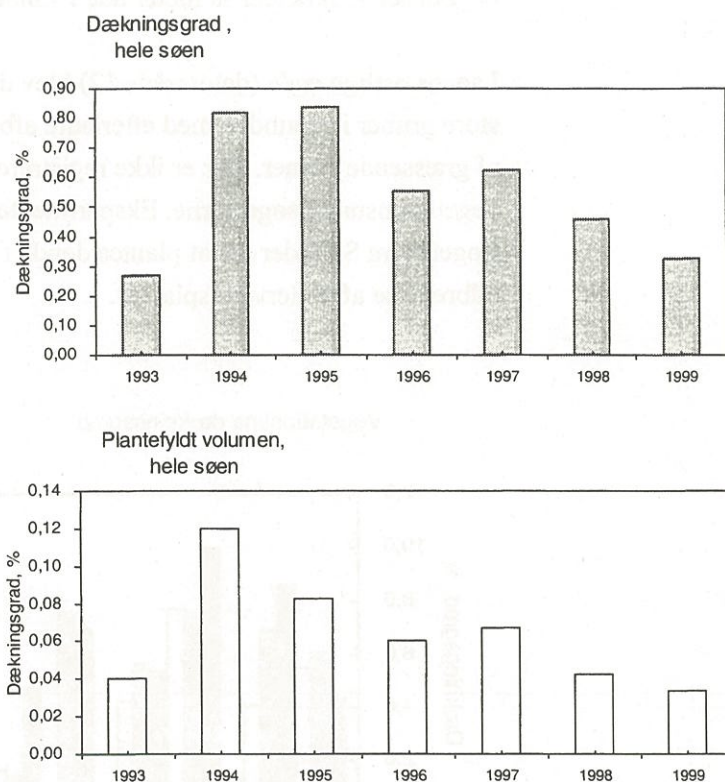
Figur 6.7.2: Undervandsvegetationens dybdegrænse i forhold til sommerens middelsigtddyde i Fårup Sø og i forhold til samme relation for alle 17 søer, der er med i overvågningsprogrammet for vandplanter i søerne.

Dækningsgrader

Undervandsplanternes samlede dækningsgrad og relativ plantevolumen er vist i figur 6.7.3, og dækningsgraden og det relative plantevolumen i de enkelte dybder er vist i figur 6.7.4.

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

Den samlede dækningsgrad for undervandsvegetationen i Fårup Sø er på 0,33% af det samlede søareal, mens planterne udgør 0,04% af det samlede vandvolumen.



Figur 6.7.3: Dækningsgrad og plantefyldt volumen for undervandsvegetationen i Fårup Sø i 1993-99.

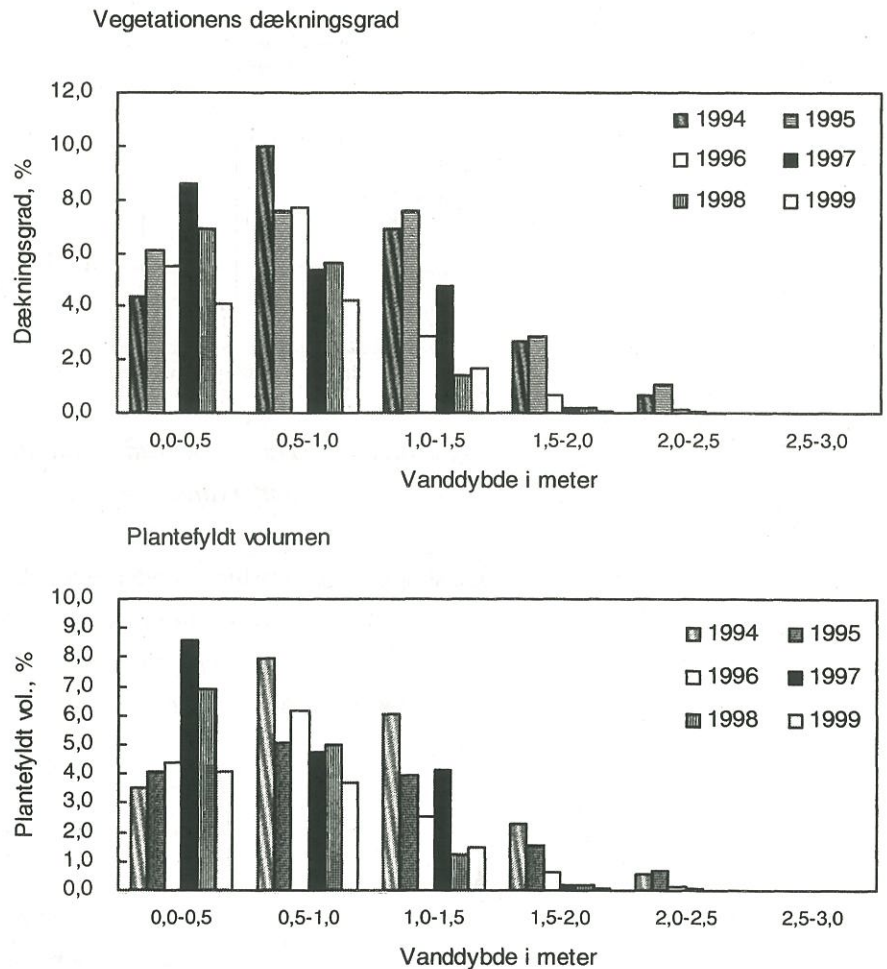
De største forekomster af undervandsplanter findes på 0 - 1,5 m's vanddybde, mens vegetationen er sparsomt ude på dybere vand. For alle dybdeintervaller gælder det imidlertid, at der er tilbagegang, idet både dækningsgrad og plantefyldt volumen er markant reduceret. På vanddybder fra 0,5 m og udefter er tilbagegangen sket siden 1994, mens der ses et andet udviklingsmønster på lavt vand mindre end 0,5 m's dybde.

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.

Det er lyset, der er vigtigste begrænsende faktor for udbredelsen i Fårup Sø. De lave sigtddybder i vækstsæsonen samt de kraftige belægninger af epifytiske alger præger vegetationens kondition og udbredelse. Også søens morfometri sætter en begrænsning, idet littoralzonen mange steder er begrænset af skrænter få meter ude i vandet.

I søens østlige ende (delområde 12) blev der i den tidlige sommer konstateret store gruber i søbunden med efterladte afbidte undervandsplanter som følge af græssende svaner. Der er ikke registreret undervandsplanter ved vegetationsundersøgelserne. Eksperimenter i Væng Sø og i vores egen Engelshom Sø tyder på, at planteædende fugle kan virke begrænsende for udbredelse af undervandsplanter.



Figur 6.7.4: Dækningsgrad og plantefyldt volumen for undervandsvegetationen på forskellige vanddybder i Fårup Sø.

6.8 Det biologiske samspil

Søvandets klarhed, udtrykt som middel-sommersigtdybden, er blevet bedre siden 1996. Middel-sommersigtdybden var således i 1999 på ca. 2 m. De forbedrede lysforhold har imidlertid ikke kunne registreres som forbedrede vækstbetingelser for søens vandplanter. Tværtimod er søens planter både i konditions- og i udbredelsesmæssig tilbagegang. Der har i samme periode ikke været noget fald i tilførslen af fosfor til søen, der kan forklare forbedringen i sigtdybde. Søvandets indhold af total fosfor (årlig gennemsnit) er imidlertid faldet.

Den forbedrede sigtdybde kan derfor begrundes i ekstreme klimatiske forhold, særligt i 1995, 1997 og 1998 samt ændringer i søens økologiske struktur. Derudover kan ekstrem store sigtdybder under klarvandsfasen resultere i en høj gennemsnitlig sigtdybde, selv om sigtdybden resten af sommeren, i undervandsplanternes vækstsæson, er jævnt ringe. Der har de seneste år været længerevarende temperaturlagdeling af vandmasserne som resultat af vindstille vejrforhold. Dette har resulteret i, at der først er tilført betydende mængder fosfor fra søbunden i forbindelse med cirkulation i sensommeren. I 1999 var sigtdybden dog ikke under 1 meter på noget tidspunkt om sommeren.

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 sommarsigtdybden.

Udbredelse af den lille vandremusling *Dressina polymorfa* samt den øgede konkurrence om den bundlevende føde blandt de bentivore fisk direkte eller indirekte kan være medvirkende årsager til ovennævnte forhold.

Undersøgelser viser, at vandremuslingen kan spredes hurtigt i vandsystemer (Wilson, A.B., 1999). Wilson et al refererer, at vandremuslingen har et planktonisk stadie, hvor den frit-levende larve kan holde sig svævende i vandsøjlen op til flere uger. Det betyder, at larven kan drive langt, inden den endelig sætter sig på bunden. Muslingen kan desuden hæfte sig til fast underlag ved 'byssale' tråde. Muslingen er fundet i huller på skibe, hvilket betyder, at den kan introduceres i nye vandsystemer i forbindelse med isætninger af både. Vandremuslingen ernærer sig af det friske organiske materiale (plankton), der drysser ned ovenfra.

En undersøgelse viser, at muslingen kan reducere visse bentiske macroinvertebrater (Thomas F. Nalepa, 1998). Nalepa et al refererer desuden, at muslingen på grund af sin filtreringsevne kan reducere fytoplanktonet, øge vandets klarhed og forårsage at skifte produktionen fra den pelagiske til den benthiske region.

Det kan således ikke udelukkes, at muslingen i Fårup Sø i kraft af dens store filtreringsevne direkte kan have en effekt på fytoplanktonet og dermed sigtddybden i søen. Hvorvidt denne effekt i givet fald rækker ud over det plantedækkede areal er uafklaret.

Den lavere fytoplanktonmængde i søen kan formentlig forklare det faldende fosforindhold i søen, men det må antages, at der også er bundet en del fosfor i muslingebiomassen.

Den forbedrede sigtddybde i søen har tilsyneladende ikke forbedret vækstbetingelserne for søens planter, idet planternes tilstand og udbredelse, som nævnt, er forringet. Resultaterne af fiskeundersøgelserne antyder, at fiskene kan spille en rolle i planternes udbredelse i søen (Jerl, H. et al, 1999). Jerl, H. et al anfører, at fiskene indirekte kan have indflydelse på planternes dårlige kondition. 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 planternes blade, inddirekte føre til øget epifytbelægning og dermed dårligere vækstvilkår for planterne.

Som tidligere anført har undersøgelser også vist, at vandremuslingen kan mindske mængden af bundlevende macroinvertebrater ved at reducere mængden af tilgængelig føde. Hvorvidt vandremuslingen kan eller har påvirket den bundlevende fauna i Fårup Sø og dermed har medvirket til at forstærke fiskenes konkurrence på bunddyrene, er også uafklaret.

Der er således tegn på, at søens økologiske struktur er ændret, og at flere forhold kan spille en rolle i de forbedringer, der er registreret på søvandets klarhed og men også i undervandsplanternes tiltagende forringede vækstbetingelse og udbredelse.

7. Sediment

Der er foretaget undersøgelser af søens sediment i 1990 (Vejle Amt, 1990) og 1995 (Vejle Amt, 1995).

Jern/fosforforholdet i Fårup Sø antages at have stor betydning for sedimentets evne til at tilbageholde fosfor. I 1990 og 1995 var jern-/fosforforholdet henholdsvis 15 og 30. Det forventes derfor, at jern er styrende for fosforfrigivelsen i sedimentet i Fårup Sø.

8. Udvikling og fremtidig udvikling

8.1 Målsætning og miljøtilstand

Målsætning

Fårup Sø er i Regionplanen 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 sigtdybde 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

Miljøtilstanden i Fårup Sø er fortsat ustabil. Sigtdybden i søen har svinget meget over årene men har de seneste tre år været stigende. Sigt dybdekravet var for første gang opfyldt i 1999 med en gennemsnitlig sigt dybde på 2 m.

Derimod er den økologiske tilstand i søen ikke stabil. Den naturligt forekommende vegetation har det ikke godt, idet mange af undervandsplanterne er i dårlig stand på grund af belægninger på bladene, og planternes dybdeudbredelse er i tilbagegang.

Fiskebestanden i søen er karakteristisk for en forholdsvis dyb og næringsrig sø med dominans af store aborrer blandt rovfiskene og af relativt få, men store skaller blandt fredfiskene. Brasenbestandens biomasse er noget større end normalt. Fiskebestanden kan, ved fødesøgningen efter snegle og andre smådyr i søbunden og på planterne, inddirekte være medvirkende årsag til epifytbelægningerne på undervandsplanterne blade.

Der er ikke siden kloakeringen i 1997 sket væsentlige begrænsninger i belastningen i oplandet til Fårup Sø. De forbedringer, der er set i sigt dybden de seneste år, må derfor tilskrives klimatiske forhold samt ændrede biologiske forhold i søen. Udbredelsen af den lille vandremusling *Dreissina polymorfa* er formentlig en medvirkende faktor til den forbedrede sigt dybde i søen, og muslingen påvirker formentlig i en eller anden grad den økologiske balance i søen. Hvorvidt og i hvor høj grad, muslingen er medvirkende til den forbedrede sigt dybde i søen, er imidlertid uafklaret. Hvordan muslingen på sigt vil klare sig i søen vil bl.a. afhænge af dens følsomhed overfor perioder med lavt iltindhold under temperaturlagdeling af vandmasserne.

Der er således tegn på, at muslingen i en eller anden grad påvirker søens økologi og tilstand. Kendskab til muslingens udbredelse, tæthed og biomasse i søen samt muslingens robusthed vil være nødvendige redskaber til vurdering af, om muslingen på sigt vil kunne påvirke forholdene i søen.

8.2 Fremtidig tilstand og belastning

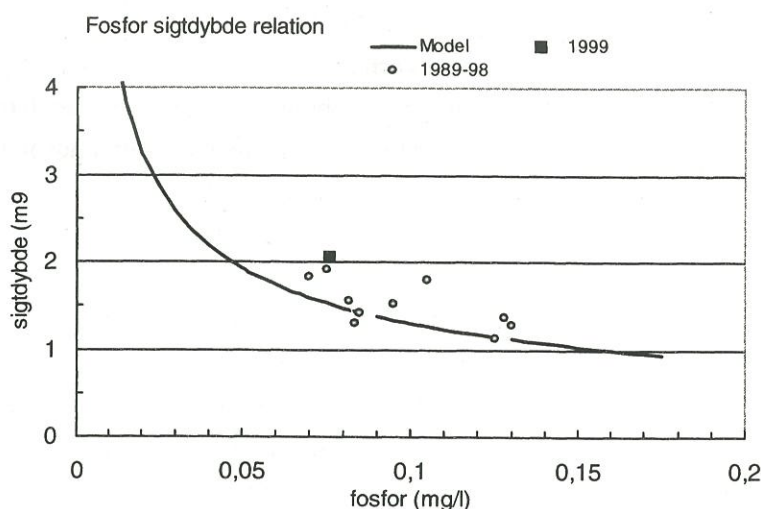
Skal søen sikres en fremtidig god miljøtilstand, skal tilførslen af næringsstofferne, fosfor og kvælstof, reduceres.

Til vurdering af, hvor meget fosforindholdet højest må være, anvendes en model for sammenhængen mellem søvandskoncentrationen og sigtddybden, som er vist i figur 8.1. Sammenhørende, målte værdier af sigtddybde og fosforindhold i Fårup Sø i perioden 1989-99 er placeret i forhold til kurven.

Sigtddybdemodellen forudsiger, at målet for sommersigtddybden på 2 m vil kunne nås ved en søvandskoncentration på 0,050 mg/l.

Til vurdering af hvor meget fosfor, der maksimalt tilledes søen, anvendes den erfaringsmodel, der bedst beskriver sammenhængen mellem fosfortilførslen og søvandskoncentrationen i Fårup Sø (Kristensen et al, 1990, model 12), se afsnit 4.3. Det betyder, at med et maksimal indhold af fosfor i søvandet på 0,50 mg/l må indløbskoncentrationen højest være **0,060 mg/l**.

Dette svarer til 794 kg fosfor ved en gennemsnitlig vandtilførsel på 12,9 mill m³/år i perioden 1989-99.



Figur 8.1: Sammenhængen mellem årsgennemsnittet af totalfosfor i søvandet og den gennemsnitlige sommersigtddybde efter $\text{model sigtddybde} = 0,35 \cdot (P)^{sø-0,57}$. Til sammenligning er vist målte værdier i perioden 1989-99.

Amtets målinger af sigtddybder på 1,12 - 1,56 m og koncentrationer på 0,80 - 0,133 mg fosfor/l i gennemsnit for sommeren i perioden 1982-94 underbygger, at belastningen til søen er for høj.

I 1995-99 er der målt sommersigtedybder på 1,52 - 2 m og fosfor-koncentrationer mellem 0,75-0,105 mg fosfor/l.

Muligheder for at nedbringe næringsstofftilførslen

For at sikre betingelserne for søens plante- og dyreliv må der ske en reduktion i næringsbelastningen til søen. Tiltagene efter Vandmiljøplanen har ikke haft effekt på fosforbelastningen til Fårup Sø.

Reduceringen af søens næringstilførsel 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.

Spredt bebyggelse

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

Spildevandsplanen skal være i overensstemmelse med regionplanen.

Ifølge Vejle Amts Regionplan 2000-2003 skal der ske forbedret rensning af spildevandet inden udgangen af 2002.

Dambrugene

Dambrugene vil blive pålagt at nedbringe belastningen til søen.

Begrænsning af udvaskningen fra markerne

En del af oplandet til Fårup Sø er udpeget til miljøfølsomt område (SFL), hvilket betyder, at der er mulighed for at få tilskud til miljøvenlig jordbrugsdrift. Der kan opnås tilskud til bl.a. miljøvenlig drift af græsningsarealer, sprøjtefri randzoner, dyrkning uden plantebeskyttelsesmidler, ændret afvanding og udlæg af rajgræs i afgrøder.

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. Referenceliste

Bøgestrand, J. (2000):

Vedr.: Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

Vandløb: data fra naturoplande 1999, Danmarks Miljøundersøgelser.

Danmarks Miljøundersøgelser (1990):

Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb.

Danmarks Miljøundersøgelser (1990):

Prøvetagning og analysemetoder i søer.

Hansen et al. (1992):

Zooplankton i søer - metoder og artsliste, Danmarks Miljøundersøgelser.

Jensen, J.P. et al. (1996):

Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Ferske Vandområder. Søer.

Faglig rapport fra DMU, nr. 176.

Jensen, J.P. et al. (1997):

Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996.

Faglig rapport nr. 211, 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.

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, (2000):

Paradigma for dataoverførsel og rapportering i 1999 af Vandmiljøplanens overvågningsprogram.

Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, (2000):

Paradigma 1999 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.

Mortensen, E. et al. (1990) :

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

Møller, P.H. et al. (1995):

Overvågning af søer 1994, Vejle Amt.

Møller, P.H. (1998):

Overvågning af søer 1997, Vejle Amt.

Nalepa, T.F et al (1998):

Declines in benthic macroinvertebrate populations in southern Lake Michigan, 1980-1993. Can. J. Fish. Aquat. Sci **55**: 2402 – 2413.

Olrik, K. (1991):

Planteplanktonmetoder, Miljøprojekt nr. 187, Miljøstyrelsen.

Olrik, K. (1993):

Planteplanktonøkologi. Miljøprojekt nr. 243, Danmarks Miljøundersøgelser.

Pedersen, L.E. (1997):

Overvågning af Fårup Sø 1996, Vejle Amt.

Søndergaard, M. et al (1998):

Sørestaurering i Danmark, Miljø- og Energiministeriet.

Vejle Amt, (1998):

Regionplan 1997-2009 for Vejle Amt.

Wilson, A,B et al (1999):

Multiple dispersal strategies of the invasive quagga mussel (*Dreissina bugenensis*) as revealed by microsatellite analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci **56**: 2248-2261.

Windolf, J. (1995):

Ferske Vandområder. Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågnings program 1994. Faglig rapport nr. 140.

10. Bilag

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.

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

Stoftransport

Vejle Amt har i perioden 1989-99 gennemført fysisk-kemiske undersøgelser i søernes til- og afløb i overensstemmelse med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram og de retningslinier, der er beskrevet i den af Danmarks Miljøundersøgelser udarbejdede tekniske anvisning om prøvetagning og analysemetoder i søer (1990).

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

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

Vand- og massebalance

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

Sømodulet opstiller vandbalancen ud fra følgende størrelser:

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

Vandbalancen er således opgjort månedsvis som:

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

hvor

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

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

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

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

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

Stofbalancen opstilles tilsvarende ud fra følgende størrelser:

Satmosfærisk deposition	(konstant, kg/ha/år)
Ssum af målte tilførsler	(månedsværdier, kg)
Safløb	(månedsværdier, kg)
Spunktkilder	(månedsværdier, kg)
Søvrige kilder	(månedsværdier, kg)
Sumålt opland	(månedsværdier, kg)
Sgrundvand	(månedsværdier, kg)
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:

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

hvor

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

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

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

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

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

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

En anden meget afgørende forskel ved den nye version af STOQ er, at der interpoleres retlinet til nærmeste søkoncentration beliggende i året før og efter beregningsåret. Det har vist sig i visse tilfælde at medføre meget store magasinændringer og dermed også ændringer af retentionen.

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

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

G+ 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 1990-98 samt kilder ved Fårup Sø Dambrug, Fårupgård Dambrug og Ollerupgård Dambrug i perioden 1990-94.

Nedbør og fordampning

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

Søundersøgelser

Vejle Amt har i perioden 1989-99 gennemført undersøgelser af søen i overensstemmelse med Vandmiljøplanens overvågningsprogram og de retningslinjer, der er beskrevet i den af Danmarks Miljøundersøgelser udarbejdede tekniske anvisning om prøvetagning og analysemetoder i søer (1990).

Undersøgelserne i søen omfatter årlige fysisk-kemiske undersøgelser af søvandet, og undersøgelser af plante- og zooplankton, mens undersøgelse af fiskebestanden og søens sediment udføres hvert 5. år. Placeringen af prøvetagningsstationerne for søen fremgår af kort, 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																			
Fårup Sø	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Stoftransport			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
Fytoplankton										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zooplankton										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vegetation										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fisk										X					X					
Fiskeyngel																				
sediment			X								X					X				X

Primærproduktion: 1978

Feltindsamling

Hvert år udføres undersøgelser af søvandets *fysisk-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.

To blandingsprøver udtages med en hjerteklapvandhenter (2 l) t, i dybderne, 0,2 m - sigtddybde og dobbelt sigtddybde til kemiske analyser.

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

Fra den ene blandingsprøve udtages en delprøve til planteplanktonbestemmelse, og prøven fixeres. Resten af blandingsprøven anvendes til analysering på eget laboratorium for klorofyl-a.

Den anden blandingsprøve sendes til Vejle Miljølaboratorium til analysering for flere *kemiske parametre* for COD (DMU 88), totalkvælstof (DS 221), ammonium-N (DS 224), nitrit+nitrat-N (DS 223), totalfosfor (DS 292), orthofosfat (DS 291), suspenderede stoffer (DS 207), glødetab (DS 207), siliciumdioxid (Koroleff) og jern (DS 219). Vedrørende laboratorieskift, se under afsnittet Laboratorieanalyser.

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

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

Fårup Sø : 0,5 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 felten filtrerede prøve anvendes til optælling af cladocæer og copepoder under lup. Rotatorier er talt i den sedimenterede prøve i omvendt mikroskop. Alle opmålinger er foretaget i omvendt mikroskop. Generelt følger bearbejdningen af prøverne nøje de anvisninger, der er givet i "Dyreplankton i søer - metoder og artsliste", Miljøministeriet 1992. Der er til tider foretaget kraftige fortyndinger på grund af store algeforekomster. Det forøger usikkerheden ved kvantificeringen. Desuden er opmåling af visse nærtstående cladocæ-arter af tidsbesparende hensyn slået sammen, og de enkelte arter er registreret som "til stede".

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

Tabeller og kurver - Fårup Sø

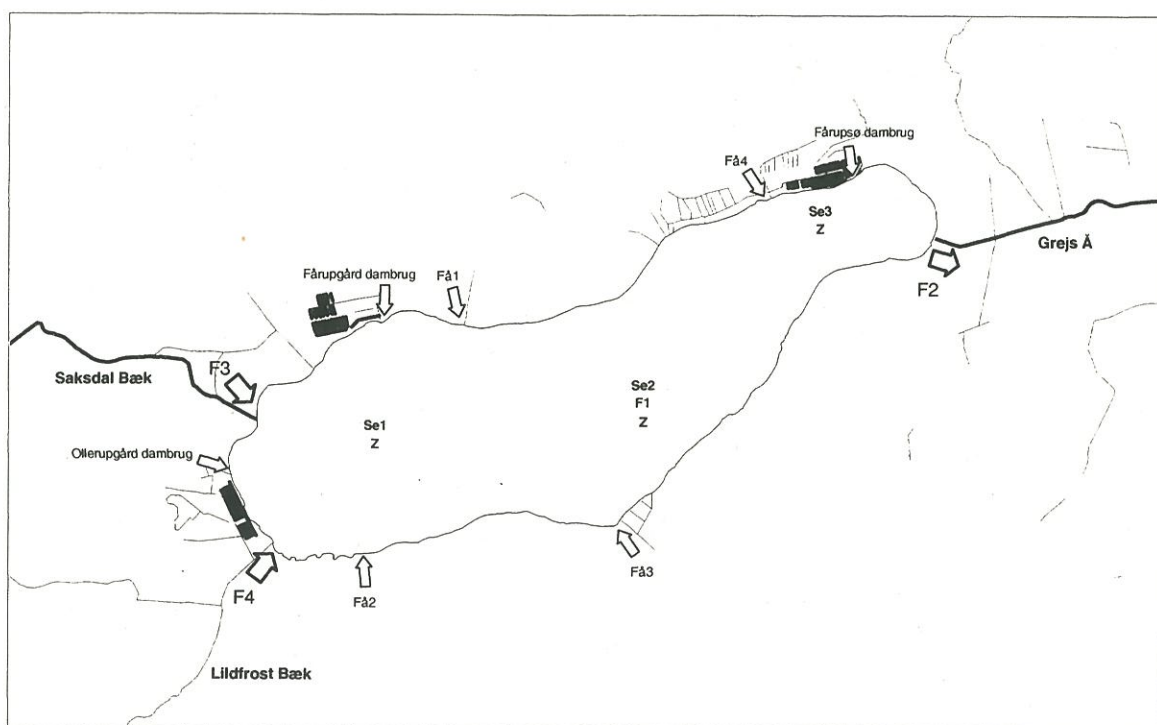
Bilag 2.1: Antal besøg pr. station, 1999.

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, 1999.

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, 1999. 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, 1989-99.

Nedbør (mm)											
st. 23250, Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Januar	31,7	106,4	95,6	53,9	112,0	123,2	112,0	6,8	0,0	75,1	112,3
Februar	67,5	126,8	34,5	52,0	38,0	77,2	113,0	41,9	73,5	66,3	49,5
Marts	94,6	52,0	43,5	72,7	25,0	99,9	68,0	9,1	39,8	74,1	91,4
April	44,1	40,3	53,8	71,3	14,0	32,6	34,0	5,1	50,7	111,0	40,4
Maj	19,5	12,4	16,9	36,5	24,0	31,6	62,0	61,7	84,6	27,3	38,8
Juni	31,3	60,9	75,1	0,2	20,0	85,2	62,0	16,8	49,2	59,5	9,5
Juli	57,5	52,9	38,8	44,5	99,0	12,1	63,0	52,4	55,2	133,0	3,1
August	40,9	84,2	28,6	149,0	91,0	119,4	28,0	65,6	50,0	56,5	61,4
September	42,5	174,0	55,9	44,3	129,0	145,8	113,0	47,8	38,0	84,3	115,3
Oktober	111,2	102,3	60,7	79,7	105,0	65,5	33,0	83,9	101,2	214,3	92,7
November	28,9	51,5	106,8	154,6	42,0	82,7	67,0	132,9	28,8	54,8	29,8
December	68,6	66,4	76,0	61,5	134,0	134,7	20,0	42,8	66,7	66,6	173,3
I alt	638,3	930,1	686,2	820,2	833,0	1009,9	775,0	566,8	637,7	1021,8	817,5
Potentiel fordampning (mm)											
st. 23250, Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Januar	6,4	5,2	7,8	7,0	7	6,3	7	4	7	7	2,5
Februar	12,7	13,4	12,4	11,6	12,0	9,4	14,0	11	12,0	10,0	4,8
Marts	28,8	33,3	26,8	26,6	31,0	29,3	29,0	26	34,0	36,0	17,5
April	52,1	63,6	52,0	44,0	60,0	53,3	56,0	63	59,0	38,0	45,1
Maj	106,5	102,2	88,5	112,5	98,0	84,3	89,0	69	79,0	102,0	79,8
Juni	116,6	81,0	77,2	132,8	108,0	98,9	93,0	93	108,0	95,0	73,2
Juli	104,7	104,9	114,8	107,5	84,0	131,3	117,0	96	116,0	91,0	89,2
August	74,8	90,8	83,3	71,2	73,0	83,6	111,0	95	103,0	75,0	77,6
September	53,1	42,3	55,4	49,1	34,0	38,7	43,0	52	52,0	37,0	44,4
Oktober	24,5	24,5	25,3	25,0	19,0	25,1	25,0	23	23,0	18,0	15,8
November	11,8	10,4	9,2	8,5	5,0	10,2	10,0	8	8,0	8,0	5,7
December	5,3	4,9	4,9	4,0	4,0	5,1	4,0	2,0	4,0	5,0	2,9
I alt	597,3	576,5	557,6	599,8	535	575,5	598	542	605	522	458,5

1998: april og juli er der ikke registreret nedbør på målestedet trods det var meget nedbørsrige måneder derfor er der for disse to måneder anvendt nedbørstal for værdupst.

Bilag 4.1.1: Vandbalance i Fårup Sø, 1999.

VANDBALANCE

Sø 8888003 Fårup Sø 1999

Alle værdier i 1000 m³

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilløb 320116	323,6	184,9	337,7	170,8	88,4	91,8	81,8	80	103,3	204,2	114	485,6	445,3	2266,1
Tilløb 320118	206	117,8	215,2	108,6	56,2	58,3	52,4	51,1	65,8	129,9	72,8	309,1	283,7	1443,1
Umålt opland	149	85,2	155,6	78,5	40,6	42,2	37,9	36,9	47,6	93,9	52,7	223,6	205,2	1043,6
Nedbør	112,2	49,5	91,4	40,3	38,6	9,5	3,1	61	114,4	92,7	29,7	173,9	226,7	816,4
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	758,4	570,8	531,8	570,8	662,5	727,1	743,4	534,7	755,4	691,8	653,4	793	3423,1	7993,2
Ialt	1549,1	1008,1	1331,8	969,1	886,3	928,8	918,5	763,8	1086,6	1212,4	922,7	1985,2	4584	13562,4
Fraløb	1515,1	1002,8	1334,1	956	831	825,7	877,8	768,7	837,7	1243	946,1	1882,6	4141	13020,6
Fordampning	2,5	4,8	17,5	45	79,5	72,9	88,9	77,1	44,1	15,8	5,7	2,9	362,5	456,7
Samlet fraløb	1517,6	1007,6	1351,6	1001	910,5	898,6	966,8	845,8	881,8	1258,8	951,8	1885,5	4503,4	13477,2
Magasineret	31,5	0,6	-19,8	-31,9	-24,1	30,2	-48,3	-82,1	204,8	-46,3	-29,1	99,7	80,6	85,2

Bilag 4.1.2: Vandtilførsel til Fårup Sø, 1989-99.

Sø: Fårup Sø	År										
Vandtilførsel (mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Lildfrost Bæk	1,27	1,86	1,55	1,63	1,77	2,30	1,85	1,29	1,17	2,41	2,27
Saksdal Bæk	0,89	1,33	0,92	1,12	1,03	1,57	1,25	0,81	0,75	1,44	1,44
Umålt opland	0,64	0,95	0,66	0,80	0,74	1,13	0,89	0,58	0,54	1,04	1,04
Overfladeafstr.	2,80	4,14	3,13	3,54	3,54	5,00	3,99	2,68	2,46	4,89	4,75
Nedbør	0,74	1,07	0,79	0,95	0,96	1,16	0,77	0,56	0,64	1,02	0,82
Grundvand umålt	8,47	7,41	8,46	8,67	8,46	8,77	8,84	10,02	8,46	6,77	7,99
Total vandtilførsel	12,01	12,63	12,38	13,15	12,96	14,94	13,60	13,26	11,55	12,69	12,69

Sø: Fårup Sø	Sommer										
Vandtilførsel (mill m ³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Lildfrost Bæk	0,28	0,47	0,36	0,36	0,38	0,46	0,36	0,34	0,35	0,44	0,45
Saksdal Bæk	0,23	0,28	0,22	0,26	0,24	0,33	0,27	0,21	0,22	0,24	0,28
Umålt opland	0,51	0,75	0,16	0,19	0,17	0,24	0,20	0,55	0,16	0,17	0,21
Overfladeafstr.	1,03	1,50	0,74	0,81	0,79	1,03	0,83	1,09	0,72	0,86	0,93
Nedbør	0,22	0,08	0,25	0,32	0,42	0,45	0,33	0,24	0,28	0,36	0,23
Grundvand umålt	3,81	2,89	3,41	3,43	3,47	3,66	3,67	4,1375	3,1284	3,0771	3,42
Total vandtilførsel	5,06	4,48	4,40	4,56	4,68	5,14	4,83	5,47	4,13	4,30	4,58

Bilag 4.1.3: Vandbalance i Fårup Sø, 1989-99.

ARS	Vandbalance										
(mill m³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total vandtilførsel	12,01	12,47	12,38	13,14	12,96	14,94	13,53	13,26	11,55	12,69	13,56
Vandfraførsel	11,31	11,55	11,99	12,24	12,11	14,17	13,05	12,91	10,993	12,059	13,021
Fordampning	0,71	0,69	0,67	0,72	0,64	0,69	0,59	0,647	0,6015	0,5198	0,4567
Total vandfraførsel	12,02	12,24	12,66	12,95	12,75	14,85	13,65	13,56	11,595	12,579	13,477
Magasinering	-0,0099	0,2887	-0,278	0,1889	0,2088	0,0895	-0,0398	0,0398	-0,0398	0,1064	0,0822

Sommer											
(mill m³)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total vandtilførsel	5,06	4,48	4,40	4,56	4,68	5,14	4,8312	5,47	4,13	4,30	4,58
Vandfraførsel	4,13	3,76	3,95	3,97	3,93	4,35	4,41	4,62	3,78	3,87	4,14
Fordampning	0,54	0,50	0,50	0,56	0,47	0,52	0,45	0,40	0,46	0,52	0,36
Total vandfraførsel	4,67	4,26	4,45	4,54	4,40	4,87	4,86	5,02	4,23	4,39	4,50
Magasinering	0,046	0,027	-0,058	0,020	0,282	0,2736	-0,03	0,06	-0,11	0,03	0,01

Vandets opholdstid											
Vandets opholdstid	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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
På årsbasis (dage)	180	175	170	164	164	142	156	158	185	162	152
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
1/5 - 30/9 (dage)	201	223	214	210	209	189	191	183	224	199	188
Afstrømningshøjde	12,09	12,31	12,73	13,03	12,82	14,94	13,73	13,64	11,66	12,65	13,56

Bilag 4.2.1: Fosforbalance for Fårup Sø, 1999.

Afstrømningsområde: FÅRUP

1999

FOSFORBALANCE enhed: kg

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Somme	År
Tilløb 320116	17,4	9,9	18,7	11,4	6,9	5,9	6	4,7	6,5	14	10,1	30	29,9	141,3
Tilløb 320118	15,8	8,1	14,8	7,5	3,7	3,7	4,6	3,3	4,3	8,2	3,8	19,4	19,7	97,3
Umålt opland	11,4	5,9	10,7	5,4	2,7	2,7	3,3	2,4	3,1	5,9	2,7	14,1	14,2	70,4
Ollerupgård Dambrug	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	52,1	125
Fårup Sø Dambrug	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	35,8	86
Fårup gl. Mølle	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	12,9	31
Grundvand	54,6	41,1	38,3	41,1	47,7	52,4	53,5	38,5	54,4	49,8	47	57,1	246,5	575,5
Atm. deposit	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	4,1	10
Samlet tilførsel	120,3	86	103,4	86,5	82	85,7	88,3	69,9	89,3	98,8	84,6	141,6	415,3	1136,4
Samlet fraførsel	74,9	40,6	44,1	28	31,6	32,4	38,2	92	116,9	228,2	107,4	176,4	311,1	1010,8
Magasinering	-111,1	-0,4	-34,2	-9,1	162,1	-111,7	33,8	420,1	198,1	-160	-135,3	-52	702,4	200,4
Retention	156,4	45,7	93,5	67,6	-111,7	165	16,4	-442,1	-225,7	30,7	112,4	17,1	-598,2	-74,7
Ialt	45,3	45,3	59,3	58,5	50,4	53,3	50,2	-22,1	-27,6	-129,3	-22,9	-34,9	104,2	125,7

Bilag 4.2.2: Fosfortilførsel for Fårup Sø, 1989-99.

Fosfortilførsel (kg/år)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Lildfrost Bæk (320116)	94,7	111,4	17,8	19,4	21	146,3	119,2	77,7	63,8	162,2	141,3
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
Målt tilløb	151,2	203,3	28,1	34,3	34,5	264,2	205,8	145,1	113,6	317,9	238,6
Umålt tilløb	40,6	66	40,7	54,4	55,5	84,7	62,2	48,4	35,7	111,8	70,4
Punktkilder	223,2	333,6	158,4	186	110,4	127,2	163,2	134,4	193,2	186	242
Total afstrømning	415	602,9	227,2	274,7	200,4	476,1	431,2	327,9	342,5	615,7	551
Atm. deposition	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	10	10
Grundvand	618,6	541	617,7	631,9	617,5	640,5	628	727,9	600,5	453,7	575,3
Samlet tilførsel	1053,5	1163,8	1029,9	1100,7	1033,2	1152,1	1105,2	1093,7	966,5	1079,4	1136,3
Sommer											
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
Saksdal Bæk (320118)	6,7	17,1	3,6	13	15,1	19,9	14,1	11,8	14,3	21,4	19,7
Målt tilløb	23,8	46,6	28,1	34,3	34,4	46,2	36,4	33	33,8	54,9	54,9
Umålt tilløb	7,8	12,3	7,4	10,7	9,7	14,3	10,1	8,5	10,3	15,3	14,2
Punktkilder	74	125,5	66	77,5	46	53	68	56	80,5	77,5	100,8
Total afstrømning	105,6	184,4	101,5	122,5	90,1	113,5	114,5	97,5	124,6	147,7	169,9
Atm. deposition	7,8	12,3	7,4	10,7	9,7	14,3	10,1	8,5	10,3	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
Samlet tilførsel	391,7	407,9	358	383,8	353,4	395,1	385,4	399,8	357	358	420,5

Bilag 4.2.3: Fosforbalance for Fårup Sø, 1989-99.

Fosforbalance (ton)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet tilførsel,	1,054	1,1638	1,0299	1,1007	1,0332	1,1521	1,1052	1,0937	0,967	1,079	1,136
Total fraførsel	0,922	1,033	0,9464	1,1625	1,1968	1,104	1,0398	0,9398	0,667	0,839	1,011
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
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
Magasinering	0,100	0,111	0,114	-0,024	0,120	0,000	-0,136	0,356	0,020	0,223	0,200
Intern belastning	-0,032	-0,020	0,030	0,038	0,283	-0,048	-0,202	0,202	-0,279	-0,017	0,075
Sommer											
Samlet tilførsel, ton	0,411	0,4174	0,3754	0,4004	0,3636	0,3956	0,3964	0,4071	0,357	0,358	0,415
Total fraførsel	0,334	0,4529	0,3323	0,4764	0,5488	0,3893	0,4655	0,4619	0,264	0,289	0,311
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
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
Magasinering	0,596	0,543	0,523	0,547	0,652	0,282	0,592	0,671	0,520	0,629	0,702
Intern belastning	0,519	0,578	0,480	0,623	0,837	0,276	0,661	0,726	0,427	0,560	0,598

Bilag 4.2.4: Kvælstofbalance for Fårup Sø, 1999.

Afstrømningsområde: FÅRUP

År: 1999

KVÆLSTOFBALANCE

Enhed: kg

Tilførsel

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Somme	År
Tilløb 320116	995,7	599,6	1023,7	334,4	86,6	40,6	48,6	20,3	64,7	331,9	182,1	1867,6	260,8	5595,7
Tilløb 320118	1202,2	661,3	1243,5	539,9	208,3	196,8	213,1	158,1	229,9	633,2	335,3	2006,2	1006,1	7627,7
Umålt opland	869,4	478,2	899,3	390,4	150,6	142,3	154,1	114,3	166,2	457,9	242,5	1450,8	727,5	5516
Ollerup Dambrug	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	471,3	1131
Fårup Sø Dambrug	64,6	64,6	64,6	64,6	64,6	64,6	64,6	64,6	64,6	64,6	64,6	64,6	322,9	775
Fårup gl. Mølle	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	162,1	389
Grundvand	1566,1	1178,7	1098,1	1178,7	1368,2	1501,5	1535,1	1104,2	1559,9	1428,5	1349,3	1637,6	7068,8	16506
Atm. deposit	124,9	125	125	124,7	124,5	124,4	124,6	124,3	124	125	124,6	125,4	621,8	1496,5
Samlet tilførsel	4949,6	3234,1	4580,9	2759,3	2129,4	2196,9	2266,6	1712,5	2336	3167,8	2424,9	7278,9	10641	39037
Samlet fraførsel	3576,4	2303	2797	1652,5	1240,1	966,7	727,6	572,8	727,6	1572,1	1423,2	3541,9	4234,9	21101
Magasiner	477,5	-496,8	-1492	-2312	-1143	-1770	-1725	648,2	561,9	2286	1497,5	951,5	-3427	-2515
Retention	895,7	1427,9	3275,5	3418,8	2031,7	2999,6	3264,5	491,4	1046,4	-690,3	-495,8	2785,6	9833,7	20451
Ialt	1373,2	931,1	1783,9	1106,8	889,2	1230,1	1539	1139,6	1608,3	1595,7	1001,7	3737	6406,3	17936

Bilag 4.2.5: Kvælstoftilførsel for Fårup Sø, 1989-99.

Kvælstoftilførsel (ton/år)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Lidfrost Bæk (F4)	4,283	7,382	4,711	7,801	8,146	9,894	5,267	2,973	2,583	9,081	5,596
Saksdal Bæk (F3)	4,098	7,566	4,467	7,291	5,986	8,667	5,590	3,447	2,970	8,868	7,628
Målt opland	8,381	14,948	9,178	15,092	14,132	18,561	10,857	6,420	5,553	17,949	13,223
Umålt Opland	2,942	5,432	3,127	5,235	4,298	6,223	4,013	2,475	2,132	6,367	5,516
Punktkilder	3,102	1,698	1,909	1,620	2,528	1,555	1,926	1,607	2,266	1,979	2,394
Afstrømning, total	14,425	22,078	14,215	21,947	20,958	26,340	16,796	10,502	9,950	26,295	21,133
Atm. deposition	1,495	1,502	1,502	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,496
Grundvand	18,230	16,193	18,384	17,970	18,205	19,098	18,946	22,181	18,241	14,642	16,500
Samlet tilførsel	34,149	39,772	34,100	41,405	40,651	46,926	37,230	34,171	29,680	42,434	39,031
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Lidfrost Bæk (F4)	0,180	0,677	0,135	0,284	0,319	1,001	0,180	0,128	0,175	0,421	0,261
Saksdal Bæk (F3)	0,677	0,868	0,602	0,835	0,805	1,151	0,740	0,630	0,660	0,984	1,006
Målt opland	0,858	1,546	0,737	1,119	1,124	2,151	0,920	0,759	0,835	1,405	1,267
Umålt Opland	0,486	0,624	0,422	0,599	0,578	0,826	0,531	0,453	0,474	0,706	0,728
Punktkilder	1,293	0,708	0,796	0,675	1,054	0,648	0,803	0,670	0,944	0,825	0,956
Afstrømning	2,637	2,877	1,954	2,393	2,755	3,625	2,254	1,881	2,252	2,936	2,951
Atm. deposition	0,622	0,623	0,623	0,621	0,621	0,621	0,621	0,621	0,621	0,621	0,622
Grundvand	8,114	6,202	7,275	7,311	7,460	7,856	7,947	8,696	6,761	6,653	7,069
Samlet tilførsel	11,372	9,701	9,852	10,325	10,836	12,103	10,821	11,198	9,634	10,209	10,641

Bilag 4.2.6: Kvælstofbalance for Fårup Sø, 1989-99.

Kvælstofbalance											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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
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
Magasinerings	-6,05	1,84	0,26	7,69	-6,84	0,14	-3,39	1,19	0,71	2,77	-2,52
Retention	20,04	20,90	14,83	15,81	27,68	22,38	15,53	18,17	16,12	20,88	20,45
Retention i %	42	44	34	31	48	39	32	44	42	41	40
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
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
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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
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
Magasinerings	-2,94	-3,52	-3,08	-4,68	-0,73	-4,18	0,95	-1,87	0,00	-4,30	-3,43
Retention	8,37	8,75	8,85	10,71	7,94	11,89	4,59	8,91	6,35	10,73	9,83
Retention i %	39	48	44	52	44	54	26	49	42	54	50
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
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

Bilag 4.2.7: Kildeopsplitningen af fosfor- og kvælstoftilførslen i perioden 1989-99.

Kildeopsplitning af fosfortilførsel (ton/år)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Natur	0,134	0,219	0,144	0,145	0,124	0,245	0,207	0,129	0,103	0,225	0,257
Landbrug	-0,121	-0,128	-0,124	-0,105	-0,010	-0,040	-0,083	-0,077	-0,112	0,099	-0,036
Spredt bebyggelse	0,173	0,173	0,173	0,173	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139	0,092	0,085
Øvrigt spildevand	0,051	0,037	0,041	0,051	0,033	0,021	0,031	0,021	0,023	0,005	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
Atm. deposition	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	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
Samlet tilførsel	1,054	1,164	1,030	1,101	1,033	1,152	1,105	1,094	0,967	1,079	1,136
+ 26 %overfladeafstrømning:											
Landbrug,	-0,071	-0,058	-0,106	-0,082	0,014	0,051	-0,013	-0,026	-0,073	0,210	0,044
Samlet tilførsel	1,103	1,234	1,048	1,124	1,057	1,243	1,175	1,144	1,005	1,191	1,217

Kildeopsplitning af kvælstoftilførsel (ton/år)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
natur	4,479	6,380	4,379	6,001	5,660	8,507	6,384	4,020	3,195	8,215	7,078
landbrug	6,082	13,238	7,163	13,563	12,006	15,514	7,559	4,122	3,734	15,684	11,258
øvrigt spildevand	0,127	0,367	0,367	0,287	0,169	0,157	0,278	0,104	0,083	0,021	0,016
dambrug	2,996	1,352	1,564	1,354	2,381	1,420	1,833	1,515	2,196	1,979	2,295
atm. deposition.	1,495	1,502	1,502	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,496
Grundvand	18,230	16,193	18,384	17,970	18,205	19,098	18,946	22,181	18,241	14,642	16,500
spredt bebyggelse	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,742	0,405	0,388
Samlet tilførsel	34,149	39,772	34,100	41,405	40,651	46,926	37,230	34,171	29,680	42,434	39,031

Bilag 4.2.8: Jernbalance for Fårup Sø, 1999.

STOFBALANCE

Sø 8888003 Fårup Sø 1999 Jern Alle værdier i kg

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Somme	År
Tilløb 320116	326,2	159,3	268,3	193,6	143,8	236,5	137,2	131	155,7	257,8	208,6	530,1	804,1	2748,1
Tilløb 320118	204,4	94,1	152,6	95,6	59,9	46,2	58,6	61,1	78,7	116,5	60,8	202,6	304,6	1231,1
Umålt opland	147,8	68	110,3	69,1	43,3	33,4	42,4	44,2	56,9	84,3	44	146,5	220,2	890,3
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	1076,2	810	754,6	810	940,1	1031,8	1054,8	758,8	1071,9	981,6	927,2	1125,3	4857,4	11342
Atm. deposit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ialt	1754,5	1131,4	1285,9	1168,2	1187,3	1347,8	1293,1	995	1363,2	1440,2	1240,6	2004,5	6186,4	16212
fraløb	181,6	114,9	129	112,5	131,2	62,2	226,4	81,6	170,8	600,7	111,2	200,5	672,2	2122,6
Grundvand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
samlet fraløb	181,6	114,9	129	112,5	131,2	62,2	226,4	81,6	170,8	600,7	111,2	200,5	672,2	2122,6
Magasinering	-450,7	122,9	96,8	46	-298,3	-48,3	706,2	-370,9	640,1	-632,5	26,9	55,5	628,9	-106,1
Retention	2023,7	893,6	1060	1009,7	1354,4	1333,9	360,4	1284,2	552,3	1472	1102,5	1748,5	4885,3	14195
Ialt	1572,9	1016,5	1156,8	1055,7	1056,1	1285,6	1066,7	913,4	1192,4	839,5	1129,4	1804	5514,2	14089

Bilag 4.2.9: Jerntilførsel for Fårup Sø, 1989-99.

Jernbalance (kg/år)							
År	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Lildfrost Bæk	1557	1914	1722	1480	1493	2644	2748
Saksdal Bæk	832	1147	889	810	661	1333	1231
Umålt opland	597	824	638	581	475	957	890
Afstrømning	2986	3884	3249	2871	2628	4934	4870
Punktkilder	-880	-712					
Grundvand	10210	10589	10676	12375	10742	9730	11338
Samlet tilførsel	12316	13762	13925	15246	13370	14664	16208
Samlet fraførsel	1840	2920	2568	1504	1506	3013	2123
Tilbageholdelse i	10556,5	10547,8	11623,9	13993,4	11106,8	10730	14085
l %	86	77	83	92	83	73	87
Indløbskoncentration	0,95	0,92	1,02	1,13	1,16	1,16	1,20

Jernbalance (kg)							
Sommer	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Lildfrost Bæk	498	521	477	510	552	744	804
Saksdal Bæk	221	276	234	226	238	243	305
Umålt opland	159	198	168	162	171	175	220
Afstrømning	877	995	880	898	962	1162	1329
Punktkilder	-377	-297					
Grundvand	4193	4420	4434	4994	3973	4434	4857
Samlet tilførsel	4693	5118	5314	5892	4935	5596	6186
Samlet fraførsel	592	563	737	612	428	1602	672
Tilbageholdelse i	3363	4236	3453	4974	4334	2845	5514
l %	72	83	65	84	88	51	89
Indløbskoncentration	1,00	0,99	1,10	1,16	1,20	1,30	1,35

Bilag 6.1.1: Målte værdier af vandkemiske variabler incl. hypolimnion, Fårup Sø, 1999.

	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
13-01-99			0,048	0,037	2,4	1,929	0,029	1,9	16,5	0,1	2,0	5	5	5
17-02-99			0,04	0,027	2,3	2,144	0,044	2,1	15,9	0,12	2,0	5	5	5
17-03-99	2,55	0,01	0,049	0,019	2,2	2,116	0,016	2,1	16,2	0,15	2,0	5	5	5
08-04-99	2,4	0,014	0,032	0,008	1,9	1,819	0,019	1,8	15,7	0,15	2,0	5	5	5
28-04-99	2,1	0,018	0,036	0,001	1,6	1,312	0,012	1,3	15	0,15	2,1	5	5	5
12-05-99	2	0,022	0,038	0,004	1,6	0,99	0,02	0,97	12,7	0,2	2,1	6	5	5
26-05-99	1,5	0,018	0,047	0,01	1,6	0,776	0,016	0,76	10	0,13	2,1	6,2	5	5
09-06-99	2,75	0,005	0,094	0,058	1,1	0,936	0,096	0,84	10,9	0,07	2,2	5	5	5
22-06-99	2,9	0,011	0,045	0,016	1,2	0,81	0,11	0,7	12,7	0,086	2,2	5	5	5
06-07-99	3,1	0,009	0,042	0,025	1	0,77	0,11	0,66	15,1	0,098	2,2	5	5	5
22-07-99	1,6	0,031	0,048	0,005	0,71	0,345	0,045	0,3	15,7	0,51	2,3	5,8	5	5
05-08-99	2,1	0,018	0,044	0,003	0,71	0,129	0,019	0,11	17,3	0,12	2,1	5	5	5
17-08-99	1,2	0,041	0,096	0,031	0,78	0,36	0,16	0,2	18,1	0,087	2,1	6,8	5	5
01-09-99	1,4	0,024	0,13	0,083	0,91	0,49	0,22	0,27	20,3	0,16	2,1	6	5	5
16-09-99	1,9	0,029	0,13	0,073	0,78	0,304	0,064	0,24	21,4	0,18	2,1	5	5	5
30-09-99	2,1	0,006	0,16	0,12	0,96	0,66	0,28	0,38	22,2	0,27	2,1	5,4	5	5
14-10-99	2,4	0,007	0,15	0,11	1,3	1,01	0,26	0,75	22,1	0,21	2,1	5	5	5
03-11-99	3,5	0,007	0,13	0,1	1,4	1,12	0,14	0,98	23	0,15	2,1	5	5	5
15-12-99	3,75	0,0022	0,098	0,074	1,8	1,573	0,073	1,5	20,5	0,17	2,1	5	5	5
Median	2,1	0,014	0,048	0,027	1,3	0,936	0,064	0,76	16,2	0,15	2,1	5	5	5
min	1,2	0,002	0,032	0,001	0,71	0,129	0,012	0,11	10	0,07		5	5	5
max	3,75	0,041	0,16	0,12	2,4	2,144	0,28	2,1	23	0,51		6,8	5	5

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
22-06-99			0,082	0,045	1,2	1,09	0,37	0,72		0,15				
22-07-99			0,092	0,037	1,2	0,94	0,63	0,31		0,18				
05-08-99			0,058	0,021	0,84	0,52	0,31	0,21		0,15				
17-08-99			0,17	0,094	1,0	0,73	0,54	0,19		0,53				
16-09-99			0,19	0,14	0,93	0,72	0,33	0,39		0,23				

Bilag 6.1.2: Vandkemiske analyser i Fårup Sø, 1989-99.
Tidsvægtede sommer- (1.5-1.10) og helårlige gennemsnit.

Tidsvægtede sommer- gennemsnit	Sigttd.	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	0,05	0,090	0,008	1,02						1,96	333			
1988	1,36	8,41	0,04	0,094	0,031	1,40						1,94	338			
1989	1,56	8,50	0,04	0,080	0,019	1,35	0,48	0,06	0,42	3,8		1,92	349	7,33	6,50	
1990	1,36	8,46	0,05	0,128	0,041	1,15	0,41	0,10	0,31	4,9		1,92	343	11,67	6,22	
1991	1,42	8,43	0,04	0,089	0,028	1,08	0,43	0,12	0,30	3,6		1,92	346	8,36	5,10	
1992	1,12	8,51	0,06	0,123	0,036	1,10	0,38	0,11	0,27	7,1		1,76	341	10,46	6,51	9,4
1993	1,28	8,44	0,04	0,133	0,060	0,92	0,27	0,07	0,20	6,6	0,15	1,97	357	9,87	6,25	8,9
1994	1,30	8,65	0,05	0,084	0,021	0,95	0,36	0,08	0,28	5,6	0,12	1,77	327	10,61	6,43	9,5
1995	1,80	8,43	0,08	0,105	0,045	1,18	0,73	0,20	0,53	5,8	0,16	2,02	339	8,26	5,57	8,3
1996	1,52	8,44	0,06	0,096	0,043	0,85	0,25	0,08	0,17	6,3	0,15	1,86	342	10,69	7,40	8,5
1997	1,91	8,49	0,04	0,075	0,021	0,91	0,30	0,11	0,20	12,6	0,10	1,86	279	7,15	6,15	6,5
1998	1,83	8,33	0,027	0,068	0,033	0,970	0,624	0,110	0,497	3,7	0,170	2,12	376	7,4	5,3	5,2
1999	2,05	8,12	0,020	0,075	0,042	1,050	0,627	0,094	0,533	15,8	0,172	2,14		5,6	5,0	5,0

Bilag 6.1.3: Ilt- og temperaturprofiler i Fårup Sø, 1999. Fortsættes...

Dybde	Ilt	Iltmætning	Temp
cm	mg/l	%	C
17.03			
20	14,1	105,8	3,4
101	13,9	104,5	3,5
202	13,9	104,6	3,4
303	14	105,3	3,4
500	14,2	107,2	3,4
701	14,7	110,6	3,4
804	14,8	111,7	3,4
901	14,9	112,5	3,4
08.04			
19	12,7	107,6	7,9
98	12,9	108,9	7,9
203	13,1	110,5	7,9
300	13,3	112	7,8
400	13,4	112,5	7,8
502	13,5	113,4	7,8
601	13,5	113,7	7,8
702	13,6	114,5	7,8
801	13,7	115,1	7,7
901	13,8	115,6	7,7
951	13,7	115	7,8
1001	13,7	115,1	7,7
28.04			
19	13,6	123	10,7
103	14,1	127	10,6
299	14,7	132,1	10,4
500	15	134	10,3
700	15	133,5	10,2
899	14,3	126,4	9,9
955	14,1	124,4	9,8
1002	13,4	117,5	9,6
12.05			
20	10,5	98,4	12,4
102	10,5	99	12,4
199	10,6	99,6	12,4
300	10,8	101,3	12,4
399	11	103,2	12,4
499	11,1	104,1	12,4
595	11	103,5	12,4
801	10,6	98,4	12,1
901	9,3	86,7	11,9
26.05			
23	9,8	96,4	14,6
99	9,9	97,4	14,6
198	10,1	99,7	14,6
398	10,3	101,3	14,6
600	10,3	101,8	14,5
795	10,5	102,9	14,5
897	9,9	97,1	14,5
922	8,2	80,5	14,4

Dybde	Ilt	Iltmætning	Temp
cm	mg/l	%	C
09.06			
21	8,3	84,9	16,3
204	8,4	85,7	16,3
400	8,5	87,3	16,3
601	8,7	89	16,3
800	8,8	89,9	16,2
851	8	81,5	16,2
22.06			
21	8,3	86,5	17,2
205	8,5	88,1	17,2
400	8,7	90,4	17,2
600	8,9	92,9	17,1
753	8,9	92,4	17,1
773	7,8	80,9	17,1
801	4,1	42	16,2
852	2,2	22,5	15,6
902	1,8	18,3	15,6
927	1,7	17,5	15,6
951	1,7	16,9	15,6
06.07			
19	9,1	95,6	17,4
101	9,2	96,6	17,5
200	9,4	98,3	17,4
301	9,5	99,8	17,4
400	9,7	101,4	17,4
500	9,8	102,5	17,4
599	8,4	87,4	17
801	5,3	54	16,2
904	3	30,4	15,9
999	1,6	16,6	15,8
22.07			
18	8,5	92,7	19,7
100	8,8	96	19,7
205	8,9	97,4	19,6
401	9,1	99,6	19,5
499	7,5	80,9	19,1
598	6,5	69,5	18,8
651	4,3	45,7	18,4
676	1,1	11,7	17,5
702	0,3	3,1	16,9
798	0,1	1,5	16,7
899	0,1	1,1	16,5
949	0,1	1	16,5

Bilag 6.1.3: ...fortsat: Ilt- og temperaturprofiler i Fårup Sø, 1999.

Dybde cm	Ilt mg/l	Iltmætning %	Temp C	Dybde cm	Ilt mg/l	Iltmætning %	Temp C
05.08				30.09			
22	10,9	123,7	21,2	18	8,1	82,7	16
101	11,4	128,4	21,2	99	7,9	80,3	16
203	11,6	130,8	21,2	200	7,9	80,5	16
301	11,3	128	21,2	300	8	80,8	16
375	9,6	106,4	20,5	404	7,9	80,3	16
401	7,9	86,9	20	500	7,9	80	16
503	4,2	45,1	18,9	601	7,9	80,1	16
600	2	21,5	18,4	701	7,8	79	16
698	0,1	1,5	18	800	7,3	74,6	16
799	0	0	17,8	899	6,9	70,4	16
850	0,2	1,9	17,2	950	6,3	63,6	15,9
				951	6,3	63,4	15,9
17.08				1000	5,9	60,1	15,9
17	8,7	93,3	18,8				
98	8,6	92,4	18,7	14.10			
199	8,6	91,7	18,6	23	9,5	88,9	12,2
300	8,5	91,1	18,6	103	9,4	88,1	12,2
397	8,1	86,7	18,5	201	9,4	88,1	12,3
499	7,9	84,6	18,4	300	9,4	88	12,3
597	7,2	77	18,2	405	9,4	88,3	12,2
700	7	73,8	18,1	601	9,5	89,2	12,3
800	5,4	57,2	18,1	795	9,6	89,4	12,2
849	0,8	8,4	18	875	8,7	81	12,2
898	0	0	17,6	904	0,5	4,8	12,2
923	0	0	17,2	20	10,1	88,4	9,3
949	0	0	17	100	10,2	89,3	9,3
975	0	0	17	301	10,3	89,8	9,3
				500	10,3	90,2	9,3
01.09				700	10,3	89,9	9,3
98	9,3	97,6	17,8	802	10,3	90,1	9,3
205	9,1	95,1	17,6	899	10,3	89,5	9,3
303	8,9	92,7	17,3				
401	9	93,6	17,3	03.11			
500	8,9	92,8	17,3	20	10,1	88,4	9,3
604	9	93,5	17,3	100	10,2	89,3	9,3
699	8,7	91,1	17,2	301	10,3	89,8	9,3
800	8,3	86,9	17,2	500	10,3	90,2	9,3
902	8,3	86,7	17,1	700	10,3	89,9	9,3
1002	8,2	85,1	17,1	802	10,3	90,1	9,3
				899	10,3	89,5	9,3
16.09							
19	8,6	91,4	18	15.12			
101	8,7	92,5	18	21	14,1	105,8	3,5
201	8,7	92	18	195	13,9	104,6	3,5
300	8,7	92	18	396	13,9	104,5	3,5
401	8,4	88,7	17,9	601	13,9	104,6	3,5
499	8,1	85,6	17,8	804	14,1	105,6	3,5
602	7,7	80,8	17,7	909	14	105,5	3,5
701	6,5	68,6	17,6	993	14	105,3	4,1
801	3,3	34,9	17,3				
901	1,1	10,9	17				
1001	0,2	2,5	17				

Bilag 6.5.1: Biomasse af fytoplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Fårup Sø, 1999.

Tidsvægtede sommergns.	Kiselalger	Blågrøn-alger	Grønalger	Rekyl-alger	Furealger	Stilkalger	Ubestemte	Total-biomasse
1999	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
03/17	0,085			0,047			0,025	0,157
04/08	0,048			0,041			0,027	0,116
04/28	0,671		0,005	0,035			0,025	0,736
05/12	1,919			0,019				1,938
05/26	1,035	0,231	0,017	0,027				1,31
06/09	0,07	0,296	0,089	0,011				0,466
06/22			2,984	0,025	0,008			3,017
07/06		0,172	1,605	0,007	0,034			1,818
07/22	0,364	0,63	0,061	0,101	0,057			1,213
08/04	0,257	0,091	0,01		0,036			0,394
08/17	0,673	2,566	0,007					3,246
09/01	0,145	0,565	0,088	0,166	0,163			1,127
09/16		0,034		1,392	0,048	0,008		1,482
09/29				0,25	0,005	0,022		0,277
10/13	0,009			0,213				0,222
11/03	0,083			0,065			0,012	0,16
Medium								0,932
Minimum								0,116
Maksimum								3,246

Bilag 6.5.2: Biomasse af zooplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Fårup Sø, 1999.

Tidsvægtede sommer-gennemsnit	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide. copepoder	Total-biomasse
1999	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l
03/17	0,2	0,0	156,8	24,2	181,2
04/08	0,14	8,4	162,7	47,8	219,0
04/28	1,5	0,0	106,3	46,1	153,9
05/12	2,7	11,2	117,2	109,1	240,1
05/26	1,8	45,7	218,1	110,1	375,7
06/09	1,0	1069,3	308,5	120,2	1499,0
06/22	0,3	915,1	433,6	72,9	1421,8
07/06	0,10	695,6	355,3	58,2	1109,2
07/22	3,6	14,3	26,6	14,3	58,8
08/04	58,8	21,2	37,2	24,2	141,4
08/17	60,8	32,9	15,9	7,1	116,7
09/01	4,0	109,0	32,1	52,9	198,1
09/16	6,4	403,2	80,7	159,1	649,4
09/29	0,53	194,1	71,8	47,3	313,7
10/13	0,64	31,6	23,8	37,5	93,6
11/03	0,14	62,1	14,1	21,3	97,6
Medium					208,5
Minimum					58,8
Maksimum					1499

Bilag 6.5.3: *Plantebiomasse (sommergennemsnit) som absolutte og relative, fordelt på grupper i Fårup Sø i perioden 1989-99.*

Tidsvægtede sommerngs.	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
Relativ fordeling	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	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	28,3	28,2	29,6	11,6	2,2	0,1	0,1	100

Bilag 6.5.4: Dyreplanktonbiomasse (sommergenomsnit) som absolutte og relative, fordelt på grupper i Fårup Sø i perioden 1989-99.

Tidsvægtede sommegns.	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder	Total- biomasse
	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

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

Bilag 6.6.1: Fiskeyngeldata i Fårup Sø, 1999.

Sektioner		1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Pelagiet	Vandhængsle														
	Filtret, n8	10,17	11,54	12,98	8,97	11,91	11,81	67,36							
	Navn	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal pr. n8	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt gr. n8
	Selle	6	9	1	1	59	3	1,17	0,58	0,75	0,06	0,01	4,75	0,28	0,10
	Aorre	13	53	5	25	55	33	2,73	2,95	12,12	1,22	4,31	10,78	7,28	0,57
	Total	19	62	6	26	114	36	3,90	3,53	12,86	1,29	4,32	15,53	7,56	0,67

Sektioner		1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Litoral	Vandhængsle														
	Filtret, n8	11,95	7,13	6,89	10,70	12,15	12,28	61,10							
	Navn	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal pr. n8	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt gr. n8
	Selle	4	31	1	104	21	21	2,70	0,28	24,67	0,08	9,18	1,57	1,41	0,55
	Aorre	0	59	1	97	5	112	4,07	0,00	12,59	0,40	24,52	1,64	27,83	0,99
	Total	4	90	2	201	26	133	6,77	0,28	37,26	0,48	33,70	3,21	29,24	1,55

Bilag 6.6.2. a: Beregnede CPUE-værdier i antal for fisk < 10 cm ved garn og elfiskeriet i Fårup Sø 1999 med angivelse af 95 % konfidensrænser.

Antal < 10 cm	Garn	Min.	Max.	El	Min.	Max.
Skalle	2.2	1.4	3.6	10.5	2.6	42.5
Brasen	0	0	0	0	0	0
Aborre	18.2	13.4	24.7	11.3	2.2	57.8
Hork	8.5	4.9	14.7	0.3	0.2	0.5
Gedde	0	0	0	0	0	0
Rudskalle	0	0	0	0	0	0
Ål	0	0	0	0	0	0
Sum	28.9	20.4	41	22.2	5.7	86.4

Bilag 6.6.2. b: Beregnede CPUE-værdier i antal for fisk > 10 cm ved garn og elfiskeriet i Fårup Sø 1999 med angivelse af 95 % konfidensrænser.

Antal > 10 cm	Garn	Min.	Max.	El	Min.	Max.
Skalle	17.1	13.4	21.7	0	0	0
Brasen	2.5	2.1	3.1	0.3	0.2	0.5
Aborre	10.6	8.1	13.8	0.2	0.1	0.2
Hork	0.6	0.5	0.8	0	0	0
Gedde	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.5
Rudskalle	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	0.9
Ål	0	0	0	0.7	0.3	1.3
Sum	31	28.7	33.4	2	0.8	4.8

Bilag 6.6.2 c: Beregnede CPUE-værdier i vægt for fisk < 10 cm ved garn og elfiskeriet i Fårup Sø 1999 med angivelse af 95 % konfidensgrænser.

Vægt < 10 cm (g)	Garn	Min.	Max.	El	Min.	Max.
Skalle	5	3	8	11	3	45
Brasen	0	0	0	0	0	0
Aborre	30	22	41	21	3	146
Hork	43	24	77	1	1	3
Gedde	0	0	0	0	0	0
Rudskalle	0	0	0	0	0	0
Ål	0	0	0	0	0	0
Sum	78	52	116	34	7	162

Bilag 6.6.2.d: Beregnede CPUE-værdier i vægt for fisk > 10 cm ved garn og elfiskeriet i Fårup Sø 1999 med angivelse af 95 % konfidensrænsere.

Vægt > 10 cm (g)	Garn	Min.	Max.	El	Min.	Max.
Skalle	4105	3245	5194	0	0	0
Brasen	1857	1428	2416	404	9	18903
Aborre	2687	1980	3645	16	2	116
Hork	11	6	20	0	0	0
Gedde	186	9	3865	358	11	11775
Rudskalle	29	3	319	186	9	3773
Ål	0	0	0	132	8	2315
Sum	8875	8083	9744	1097	23	53447

Bilag 6.7.1: Areal af delområder ved områdeundersøgelse af undervandsvegetation i Fårup Sø, 1999.

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, 1999.

Delområde nr.	Normaliseret vanddybde interval (m)						Sum
	0,50	0,50 1,00	1,00 1,50	1,50 2,00	2,00 2,50	2,50 3,00	
	Plantedækket areal i delområders dybdeintervaller, 10 ³ m ²						
1							
2							
2a							
3							
4							
5							
6	0,010	0,005	0,001				0,016
7							
8	0,056	0,031	0,002				0,090
9							
10							
11	0,810	0,845	0,352				2,007
12							
13	0,140	0,180	0,097				0,416
14	0,020		0,122	0,031			0,173
15	0,046	0,115					0,162
16	0,153	0,114	0,008				0,275
17							
18	0,027	0,013					0,040
19							
Sum	1,262	1,304	0,582	0,031			3,179
Samlet bund-areal, 10 ³ m ²	31,054	31,051	34,705	34,704	26,667	26,666	184,847
Gns. dækningsgrad, %	4,07	4,20	1,68	0,09			1,72
Samlet plantedækket areal i sø, 10 ³				3,179			
Søareal (ekskl. rørskov), 10 ³				974			
Samlet dækningsgrad,				0,33			

Bilag 6.7.3: Plantefyldt volumen i delområder og for hele søen i Fårup Sø, 1999.

Delområde nr.	Normaliseret vanddybde interval (m)						Sum
	0,50	0,50 1,00	1,00 1,50	1,50 2,00	2,00 2,50	2,50 3,00	
Plantefyldt volumen i delområders dybdeintervaller, 10³m³							
1							
2							
2a							
3							
4							
5							
6	0,004	0,003	0,001				0,008
7							
8	0,014	0,022	0,002				0,038
9							
10							
11	0,203	0,581	0,411				1,194
12							
13	0,035	0,123	0,113				0,271
14	0,005		0,143	0,046			0,194
15	0,012	0,079					0,091
16	0,051	0,078	0,009				0,138
17							
18	0,007	0,009					0,016
19							
Sum, 10³m³	0,330	0,896	0,679	0,046			1,950
Vandvolumen 10³ m³	7,764	23,288	43,381	60,732	60,001	73,332	268,498
Relativt plante- fyldt volumen, %	4,246	3,849	1,565	0,075			0,726
Samlet plantefyldt volumen i sø, 10³				1,950			
Søvolumen (ekskl. rørskov), 10³				5546			
Relativt plantefyldt volumen,				0,035			

