

MILJØSERIE

NR. 43

OVERVÅGNING AF SØER 1991



KØBENHAVNS AMT

MILJØSERIE NR. 43

OVERVÅGNING AF SØER 1991

Udgivet af

KØBENHAVNS AMT

Telesk. forvaltning

Stationsvej 37

2600 Charlottenburg

Tele. 4323 5112

Telefax lokal 3873

Maj 1992

Foruds. for

hjemmet og

helsearbejdet

1. og 2. halvår 1992

Udarbejdet af:

KØBENHAVNS AMT

*Teknisk Forvaltning
Stationsparken 27
2600 Glostrup
Tlf: 4322 2222
Miljøafd./lokal 2853*

Maj 1993

*Forside foto:
Bagsværd sø
JR/Københavns Amt*

Tryk: Københavns Amt, Amtscentralen

Forord

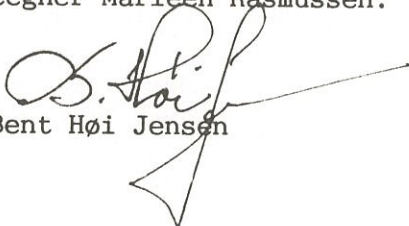
I forbindelse med Folketingets vedtagelse af Vandmiljøhandlingsplanen i 1987 blev der etableret et landsdækkende overvågningsprogram for spildevand, overfladevand, grundvandet og atmosfæren. Amterne er som regionale myndigheder ansvarlig for hovedparten af denne overvågning.

Nærværende rapport omhandler Københavns Amts overvågning af søer i 1991 i henhold til Vandmiljøhandlingsplanen. Rapporten omfatter resultaterne af overvågningen af Furesø, Bagsværd Sø og Sønderød Sø.

Overvågning og afrapportering er foretaget i overensstemmelse med vejledninger og paradigmer fra Danmarks Miljøundersøgelser, Ferskvandsøkologi.

Alle data er fremsendt til Danmarks Miljøundersøgelser på EDB-medie.

Rapporten er udarbejdet af biologerne Lilian van der Bijl, Poul Vang Nielsen og miljøteknikerne Jens Rasmussen, Lise Jacobsen og Lis Larsen. Rapporten er renskrevet af assistent Eva Haraldsborg og tegnet og monteret af teknisk tegner Marleen Rasmussen.



Bent Høi Jensen

OVERVÅGNING AF SØER, 1991

INDHOLDSFORTEGNELSE

- 1. Overvågning af søer, 1991
- 1.1 Indledning
- 1.2 Sammenfatning for de 3 søer
- 1.3 Undersøgelsesmetoder

FURESØ

2.1	Indledning	9
2.2	Planmæssig baggrund	9
2.3	Morfometri	9
2.4	Vandbalance	11
2.4.1	Vandføring i til- og afløb, 1991	11
2.4.2	Hydraulisk opholdstid	16
2.5	Beskrivelse af oplandet til Furesø	17
2.6	Belastningsopgørelse	17
2.6.1	Stofbelastning	17
2.6.2	Stoftransport i afløbet	23
2.6.3	Massebalance	24
2.7	Tidligere fysiske og kemiske data	27
2.7.1	Indledning	27
2.7.2	Undersøgte parametre	27
2.7.3	Sammenfatning	39
2.8	Fysiske og vandkemiske målinger i søen, 1991	40
2.8.1	Undersøgte parametre på begge stationer	40
2.8.2	Undersøgte parametre i hypolimnion og næringsstofpulje	49
2.8.3	Sedimentkemi	54
2.9	Biologiske data	61
2.9.1	Plante- og dyreplankton	61
2.9.2	Fiskeundersøgelse	66
2.9.3	Diskussion	69
2.9.4	Indsvingning	73
2.10	Samlet vurdering af tilstanden i 1991	75

BAGSVÆRD SØ

3.1	Indledning	80
3.2	Vandbalance	80
3.3	Belastningsopgørelse	83
3.3.1	Stoftransport	83
3.3.2	Massebalance	86
3.4	In-situ målinger	89
3.5	Vandkemiske målinger	91
3.6	Sedimentkemi	96
3.6.1.	Prøvetagning	96
3.6.2	Resultater	97
3.6.3	Samlet vurdering af sedimentkemi	99
3.7	Planteplankton	99
3.7.1	Artssammensætning og biomasse	99
3.8	Dyreplankton	101
3.8.1	Artssammensætning og biomasse	101
3.8.2	Gruppernes dominansforhold	102
3.8.3	Sammenligning med 1989 og 1990	103
3.9	Udviklingen i planktionssamfundene og en vurdering heraf	104
3.10	Samlet vurdering af tilstanden i 1991	111

SØNDERSØ

4.1.	Indledning.....	113
4.2.	Planmæssig baggrund.....	113
4.3.	Morfometri.....	113
4.4.	Vandbalance.....	114
4.5.	Oplandsbeskrivelse.....	117
4.6.	Belastningsopgørelse.....	117
4.6.1.	Afløb.....	119
4.6.2.	Massebalance.....	120
4.7.	Tidligere fysiske og kemiske data.....	121
4.7.1.	Indledning.....	121
4.7.2.	Undersøgte parametre.....	121
4.8.	Fysiske og kemiske målinger i 1991.....	123
4.8.1.	Undersøgte parametre.....	123
4.8.2.	Sedimentkemi.....	125
4.9.	Biologiske undersøgelser.....	128
4.9.1.	Planteplankton biomasse.....	128
4.9.2.	Dyreplankton biomasse.....	131
4.9.3.	Planktonsamfundenes årstidsvariation og vurderinger heraf.....	135
4.10.	Samlet vurdering af tilstanden i Sønder sø i 1991.....	143
Samlet literaturliste		145
Samlet bilagsoversigt		146

1.1 Indledning

Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for søer omfatter i Københavns Amt; Furesø, Bagsværd sø og Sønder sø. Programmet begyndte i 1989, og det er således tredje år der afrapporteres. Rapporten er mere kortfattet end de tidligere år, og der henvises generelt til disse rapporter for mere detaljerede oplysninger.

1.2 Sammenfatning for de 3 søer

Sammenfatning for Furesø.

Morfometri og opland

Furesøen er den største sø i Mølleå-systemet, som afleder til Øresund. Søens overfladeareal er 941 ha, og vandvoluminet er på 127.1 mill. m³. Middeldybden er 13.5 m, og Furesøens maximumsdybde på 37.7 m gør søen til Danmarks dybeste.

Det topografiske opland er på 69.6 km², hvor 28 % er byzone, 28 % skov, 36 % åbent land og 8 % diverse anvendelsestyper.

Vandbalance og belastning

Den samlede vandtilførsel lå på 16.3 mill. m³, heraf kom 10 % fra Stavnsholt renseanlæg. Årets samlede vandfratførsel var 17.6 mill. m³. Den årsgennemsnitlige hydrauliske opholdstid blev dermed på 11.1 år.

Furesøen blev i 1991 belastet med 91.151 kg kvælstof, heraf kom 59 % fra Stavnsholt renseanlæg og 21 % fra atmosfæren. Kvælstofbelastningen er steget 19 % og retentionsprocenten ligger tilsvarende sidste år på 88.

Fosforbelastningen var på 3.597 kg fosfor, hvoraf 37 % kom fra Fiskebækken. Fosforbelastningen er steget med 75 % i forhold til 1990. Samtidig er transporten i afløbet forøget med 108 %. Dette medfører at fosfor's retentionsprocent er faldet yderligere i forhold til 1990, og ligger på 13 %.

Fysiske-kemiske forhold

Den årsgennemsnitlige totalfosforkoncentration for det åbne bassin var 0.27 mg P/l. Totalfosforkoncentrationen er steget med 125 % fra 1989 til 1991.

Totalkvælstofkoncentrationen havde et årsgennemsnit på 0.93 mg N/l. Sigtdybden havde et gennemsnit på 2.36 m i sommerperioden, mens årsgennemsnittet lå på 3.25 m. Den positive udvikling den årsgennemsnitlige sigtdybde udviste fra 1976-88, er afløst af dårligere sigtdybde i de sidste 4 år. Sommergennemsnittet viser samme tendens, idet der er sket et fald på næsten 1 meter fra 1988 til 1991.

De sidste års iltmålinger understreger, at bundvandets minimums iltkoncentration ikke har ændret sig i de sidste 40 år. Perioden med helt lave iltkoncentrationer har hver sommer haft en varighed af 3-3½ måned.

I Storekalv lå den årsgennemsnitlige totalfosforkoncentration på 0.24 mg P/l, og totalkvælstofkoncentrationen på 0.93 mg N/l. Sigtdybden havde et års- og et sommergennemsnit på henholdsvis 1.95 m og 1.03 m.

Ved sedimentundersøgelsen i 1991 blev det fundet, at overfladesedimentet indeholdt 360 mg fosfor pr. liter sediment i den dybe del af søen. Dette indhold er relativt højt i forhold til andre søer i amtet og i resten af landet.

Biologiske data

Der blev i 1991 ialt fundet 95 arter/slægter af planteplankton i det åbne bassin, og 109 arter/slægter i Storekalv. Samfundet er domineret af arter, der er karakteristiske for eutrofe søer.

Blågrønalger var den helt dominerende algegruppe og udgjorde i perioden juli-august 80-97 % af planteplanktonbiomassen.

Den gennemsnitlige totalbiomasse af planteplankton i perioden maj-september var på 11 mm³/l i det åbne bassin og 19 mm³/l i Storekalv. Den gennemsnitlige totalbiomasse er steget gennem de sidste 3 år. Mest markant i Storekalv.

Der blev registreret 51 arter/slægter af dyreplankton i det åbne bassin, og 55 arter/slægter i Storekalv. Den artsrigeste gruppe var rotatorierne.

Den gennemsnitlige totalbiomasse af dyreplankton var på 2.4 mg/l i det åbne bassin og 2.5 mg/l i Storekalv. Vurderes den gennemsnitlige totalbiomasse gennem de sidste 3 år, ses ingen klar tendens.

Ved en fiskeundersøgelse i august 1991 blev der registreret 15 arter samt et par hybrider. Furesø er dermed en af landets artsrigeste søer. Fiskebestanden er domineret af skalle og smelt med nogle relativt store bestande, mens aborre, brasen, hork, gedde og sandart har relativt små bestande. De mange småskaller- og brasen, som især blev fanget i Storekalv, tyder på at bestanden af fredfisk er i kraftig vækst.

Furesø mangler idag en klar dominerende rovfisk.

Samlet vurdering

I Vandområdeplanen for Mølleå-systemet, er Furesøen målsat med skærpet målsætning, som en sø, omfattet af særlige naturvidenskabelige interesser, og som badevandsområde. Gennem hele dette århundrede er Furesøen blevet påvirket af vandindvinding i oplandet samt af spildevandstilledning. Søen er således i dette tidsrum blevet belastet med ca. 1.000 tons fosfor.

Efter belastningsreduktionen i midten af 70'erne, blev tilstanden i Furesøen væsentligt forbedret i de følgende 15 år. Siden 1990 er fosforindholdet i søvandet imidlertid mere end fordoblet og vandets gennemsigthed er lige så dårlig som da spildevandsbelastningen var størst. De stigende koncentrationer er derfor et udtryk for at den tidligere belastning "er vendt tilbage" til søvandet fra sedimentet.

Søens udvikling mod mere eutrofe forhold medfører at den biologiske struktur er skæv. Den manglende bestand af rovfisk er medvirkende til at øge græsningstrykket på dyreplankton, der derved ikke er i stand til at regulere algesamfundet i sommerperioden.

Furesøens vandkvalitet er meget langt fra at kunne opfylde de opstillede krav i Vandområdeplanen for Mølleå-systemet. Tilstanden i søen er således i 1991 blevet betydeligt dårligere end målsætningen i Vandområdeplanen.

Sammenfatning for Bagsværd sø.

Morfometri og opland

Bagsværd Sø ligger i Mølleå-systemet og afvander til Fureå umiddelbart opstrøms Lyngby Sø. Søen er med sine 121 ha, Mølleå-systemets næststørste sø. Den har en middeldybde på 1,9 m og en maksimumsdybde på 3,2 m. Vandvoluminet er på 2,3 mill. m³.

Bagsværd Sø's topografiske opland er på 6,8 km². Ca. 60 % af oplandet består af byzone og knap 30 % af skov.

Vandbalance og belastning

I 1991 havde Bagsværd Sø en årsafstrømning på 977.000 m³, hvilket svarer til at søvandet havde en opholdstid på 2,3 år.

Der blev tilført søen 3.496 kg N og 269 kg P i 1991, hvoraf hovedparten af fosforet stammede fra den regnvands-betingede belastning og hovedparten af kvælstoffet fra atmosfæren. Retentionen i søen blev beregnet til ca. 52 % for kvælstof og ca. 18 % for fosfor.

Fysiske-kemiske forhold

Den gennemsnitlige sommersigtdybde var i 1991 på 0,39 m hvilket er en forringelse på 25 % i forhold til 1990. Ilt-indholdet var gennemgående højt i hele vandsøjlen året igennem, med en enkelt undtagelse i bundvandet i maj i forbindelse med lagdeling af vandmassen som følge af en varm og stille periode.

Det gennemsnitlige indhold af totalkvælstof, totalfosfor og klorofyl-A i sommerperioden var henholdsvis 2,11 mg N/l, 0,24 mg P/l og 180 µg klorofyl-A/l.

Biologiske data

Der blev ialt fundet 105 arter/slægter af planteplankton, der hovedsageligt er tilknyttet eutrofe forhold.

Blågrønalgerne udgjorde mellem 83 % og 94 % af den samlede planteplanktonbiomasse i perioden maj-september.

Den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse i samme periode var på 23,5 mm³/l mod 34,6 mm³/l i 1990 og 29,6 mm³/l i 1989.

Den gennemsnitlige totalbiomasse af dyreplankton i maj - september var på 8,5 mg/l, mod 11,8 mg/l og 11,1 mg/l i henholdsvis 1990 og 1989.

Der blev registreret 45 arter/slægter af dyreplankton, hvoraf rotatorierne var den artsrigeste gruppe. Cladocerne var den mest dominerende og udgjorde som gennemsnit 59 % af biomassen i maj-september, mod 73 % i 1990. Subdominerende var Copepoderne med 32 % af totalbiomassen mod 23 % i 1990.

Samlet vurdering

Bagsværd Sø er en lavvandet, eutrof, blågrønsalgese, der er påvirket af spildevandstilledning og vandindvinding i oplandet.

I Vandområdeplan for Mølleå-systemet er søen målsat med en generel målsætning. Lav sigtdybde, manglende undervandsvegetation og et blågrønalgedomineret algesamfund betyder, at søen langt fra opfylder målsætningen.

For at opfylde målsætningen inden for en overskuelig årrække, skal der ske såvel spildevandstekniske indgreb overfor overfaldsbygværket, som fjernelse af det fosforholdige sediment.

Sammenfatning for Søndersø.

Morfometri og opland.

Søndersø er beliggende i Værløse Kommune, og udgør en del af Værebros å-systemet, der afvander til Roskilde fjord. Søens overfladeareal er 123 ha, vandvoluminet er på 4.1 mill. m³ og kystlinien er på 5.63 km. Middeldybden er 3.3 m og maximumdybden er 7.8 m.

Det topografiske opland er på 7.9 km², hvoraf 48 % er byzone, 27 % skov, 15 % dyrket areal og 10 % diverse anvendelsestyper.

Vandbalance og belastning

I 1991 strømmede der ca. 1.2 mill m³ vand ud af afløbet, mens det beregnede indløb kun var på 0.73 mill m³. Dette giver en difference på 0.47 mill. m³ i form af et grundvandstilskud. Søvandet havde i 1991 en hydraulisk opholdstid på 3.4 år.

Søndersø blev i 1991 belastet med 4.105 kg kvælstof og 264 kg fosfor. Belastningen er højere end i de to foregående år. Størstedelen af kvælstofbelastningen udgøres af det atmosfæriske bidrag, mens en stor del af fosforen kommer fra Lillesø-oplandet.

Retentionsprocenten er 74 for kvælstof, og 72 for fosfor.

Fysiske-kemiske forhold

Den årgennemsnitlige totalfosforkoncentration var i 1991 på 0.05 mg P/l, og sommergennemsnittet var på 0.07 mg P/l. Års- og sommergennemsnittet for totalkvælstof var henholdsvis 0.88 mg N/l og 0.87 mg N/l.

Gennemsnittet af sommersigtedybden var 0.77 m, mens årgennemsnittet var på 1.25 m. Iltmålingerne viste at der i perioder var meget dårlige iltforhold lige over bunden, mens der kun ved enkelte tilsyn blev konstateret springlag.

Biologiske data

Blågrønalgerne var den vigtigste algegruppe idet de udgjorde 66 % af den totale biomasse i perioden maj-september. Kiselalger og furealger var subdominante grupper, og der var islet af en del rentvandsarter.

Der var et artsrigt dyreplanktonsamfund domineret af Cladocerer og Copepoder.

En fiskeundersøgelse i 1990 viste, at der er en vægtmæssig dominans af brasen, skalle og aborre. Blandt småfiskene dominerede aborrene antalsmæssigt. Mængden af småfisk er en af de største på landsplan.

Ovennævnte fiskesammensætning har en kraftig indvirkning på planktonsamfundene, idet det skaber en stor prædation på dyreplanktonet, der således ikke kan græsse planteplanktonet ned.

Samlet vurdering

Søndersø er målsat som A3 sø, hermed menes ressource for råvand til drikkevandsforsyning. Søen skal endvidere opfylde en generel målsætning.

Søndersø må betragtes som en blågrønalgesø med en forholdsvis dårlig sommersigt dybde.

Dette harmonerer dårligt med den lave koncentration af fosfor i søen, men det kan delvist forklares ved fiske-sammensætningen, idet der i søen findes en stor mængde småfisk og skidtfisk. Ovennævnte kan også være et tegn på at søens biologiske struktur ikke har stabiliseret sig efter aflastningerne i 60'erne.

Der er ikke planlagt nogle tiltag i forhold til søen, så det vil være interessant at følge hvordan søen udvikler sig, bl.a. om den store årgang af sandart kan vende billedet i søen.

1991		Furesø		Bagsværd sø	Søndersø
		Åbne bassin	S.kalv		
Årsgennemsnit:					
Total N	mg/l	0.93	0.93	1.93	0.88
Ortho-P	mg/l	0.22	0.16	0.03	0.01
Total-P	mg/l	0.27	0.24	0.20	0.05
Klorofyl-A	µg/l	29	44	109	31
Sigtdybde	m	3.25	1.95	0.65	1.25
Sommergennemsnit:					
Total N	mg/l	0.92	1.00	2.11	0.87
Ortho-P	mg/l	0.17	0.14	0.01	0.01
Total-P	mg/l	0.24	0.25	0.24	0.07
Klorofyl-A	µg/l	51	72	180	44
Sigtdybde	m	2.36	1.03	0.39	0.77
Plantep.l.- biomasse	mm3/l	11	19	24	9

The following table shows the results of the analysis of the samples collected during the study. The data is presented in two columns: the first column shows the concentration of the substance in the sample, and the second column shows the concentration of the substance in the standard solution. The results are expressed in mg/L.

1991		1992	
Sample		Sample	
Sample 1	0.15	Sample 1	0.15
Sample 2	0.20	Sample 2	0.20
Sample 3	0.25	Sample 3	0.25
Sample 4	0.30	Sample 4	0.30
Sample 5	0.35	Sample 5	0.35
Sample 6	0.40	Sample 6	0.40
Sample 7	0.45	Sample 7	0.45
Sample 8	0.50	Sample 8	0.50
Sample 9	0.55	Sample 9	0.55
Sample 10	0.60	Sample 10	0.60
Sample 11	0.65	Sample 11	0.65
Sample 12	0.70	Sample 12	0.70
Sample 13	0.75	Sample 13	0.75
Sample 14	0.80	Sample 14	0.80
Sample 15	0.85	Sample 15	0.85
Sample 16	0.90	Sample 16	0.90
Sample 17	0.95	Sample 17	0.95
Sample 18	1.00	Sample 18	1.00
Sample 19	1.05	Sample 19	1.05
Sample 20	1.10	Sample 20	1.10
Sample 21	1.15	Sample 21	1.15
Sample 22	1.20	Sample 22	1.20
Sample 23	1.25	Sample 23	1.25
Sample 24	1.30	Sample 24	1.30
Sample 25	1.35	Sample 25	1.35
Sample 26	1.40	Sample 26	1.40
Sample 27	1.45	Sample 27	1.45
Sample 28	1.50	Sample 28	1.50
Sample 29	1.55	Sample 29	1.55
Sample 30	1.60	Sample 30	1.60
Sample 31	1.65	Sample 31	1.65
Sample 32	1.70	Sample 32	1.70
Sample 33	1.75	Sample 33	1.75
Sample 34	1.80	Sample 34	1.80
Sample 35	1.85	Sample 35	1.85
Sample 36	1.90	Sample 36	1.90
Sample 37	1.95	Sample 37	1.95
Sample 38	2.00	Sample 38	2.00
Sample 39	2.05	Sample 39	2.05
Sample 40	2.10	Sample 40	2.10
Sample 41	2.15	Sample 41	2.15
Sample 42	2.20	Sample 42	2.20
Sample 43	2.25	Sample 43	2.25
Sample 44	2.30	Sample 44	2.30
Sample 45	2.35	Sample 45	2.35
Sample 46	2.40	Sample 46	2.40
Sample 47	2.45	Sample 47	2.45
Sample 48	2.50	Sample 48	2.50
Sample 49	2.55	Sample 49	2.55
Sample 50	2.60	Sample 50	2.60
Sample 51	2.65	Sample 51	2.65
Sample 52	2.70	Sample 52	2.70
Sample 53	2.75	Sample 53	2.75
Sample 54	2.80	Sample 54	2.80
Sample 55	2.85	Sample 55	2.85
Sample 56	2.90	Sample 56	2.90
Sample 57	2.95	Sample 57	2.95
Sample 58	3.00	Sample 58	3.00
Sample 59	3.05	Sample 59	3.05
Sample 60	3.10	Sample 60	3.10
Sample 61	3.15	Sample 61	3.15
Sample 62	3.20	Sample 62	3.20
Sample 63	3.25	Sample 63	3.25
Sample 64	3.30	Sample 64	3.30
Sample 65	3.35	Sample 65	3.35
Sample 66	3.40	Sample 66	3.40
Sample 67	3.45	Sample 67	3.45
Sample 68	3.50	Sample 68	3.50
Sample 69	3.55	Sample 69	3.55
Sample 70	3.60	Sample 70	3.60
Sample 71	3.65	Sample 71	3.65
Sample 72	3.70	Sample 72	3.70
Sample 73	3.75	Sample 73	3.75
Sample 74	3.80	Sample 74	3.80
Sample 75	3.85	Sample 75	3.85
Sample 76	3.90	Sample 76	3.90
Sample 77	3.95	Sample 77	3.95
Sample 78	4.00	Sample 78	4.00
Sample 79	4.05	Sample 79	4.05
Sample 80	4.10	Sample 80	4.10
Sample 81	4.15	Sample 81	4.15
Sample 82	4.20	Sample 82	4.20
Sample 83	4.25	Sample 83	4.25
Sample 84	4.30	Sample 84	4.30
Sample 85	4.35	Sample 85	4.35
Sample 86	4.40	Sample 86	4.40
Sample 87	4.45	Sample 87	4.45
Sample 88	4.50	Sample 88	4.50
Sample 89	4.55	Sample 89	4.55
Sample 90	4.60	Sample 90	4.60
Sample 91	4.65	Sample 91	4.65
Sample 92	4.70	Sample 92	4.70
Sample 93	4.75	Sample 93	4.75
Sample 94	4.80	Sample 94	4.80
Sample 95	4.85	Sample 95	4.85
Sample 96	4.90	Sample 96	4.90
Sample 97	4.95	Sample 97	4.95
Sample 98	5.00	Sample 98	5.00
Sample 99	5.05	Sample 99	5.05
Sample 100	5.10	Sample 100	5.10

1.3 Undersøgelsesmetoder

I rapporten omhandlende 1990 blev de anvendte undersøgelsesmetoder grundigt beskrevet. I nærværende rapport beskrives de ændringer der har været i Overvågningsprogrammet.

For alle vandkemiske variabler findes en fortegnelse over de benyttede analysestandarder i bilag A.

De benyttede metoder til bearbejdning af fyto- og zooplankton findes i bilag B.

I afsnittene **oplandsbeskrivelser, fytoplankton, zooplankton** er ikke foretaget ændringer i metodikken. Der er ikke foretaget **undervandsvegetations-** eller **bundfaunaundersøgelser** i 1991.

Ved målinger i **tilløb** er henholdsvis calcium fjernet og pH tilføjet som parameter. Ved hovedtilløbet til Sønderø, er prøvetagningsfrekvensen øget fra 19 til 26 gange pr. år.

I **afløb** er henholdsvis calcium og silicium fjernet og pH tilføjet som parameter. I Bagsværd sø har været placeret en målebøje til kontinuerlig registrering af vandføringen i afløbet. På grund af tekniske problemer har bøjen ikke fungeret tilfredsstillende.

Tilsvarende vandprøver fra tilløb og afløb, er pH tilføjet som parameter på alle vandprøver udtaget på **søstationerne**.

Fiskeundersøgelse

Fiskeriet fandt sted i dagene 19.- 30 august 1991 og udførtes som beskrevet i vejledningen for fiskeundersøgelser fra Danmarks Miljøundersøgelser /12/, med den modifikation at det åbne bassin og Storekalv befiskedes særskilt som følger.

Det åbne bassin inddeltes i 6 sektioner, hvoraf de 5 sektioner befiskedes med 11 garn og 2 * maksimalt 300 meter elektrofiskeri (program G i vejledningen) og den sidste til Storekalv tilstødende sektion befiskedes med 5 garn.

Da søen på undersøgelsestidspunktet havde dannet temperaturspringlag på ca. 10 meters dybde og iltkoncentrationen under springlaget var meget lav, blev de garn, der skulle have været placeret på bunden, istedet placeret lige over springlaget. Tilsvarende sattes de pelagiske garn i en dybde, der svarede til den halve afstand ned til springlaget.

Store Kalv inddeltes i 4 sektioner, der hver især befiskedes med 4 garn og 1 elektrobefiskning på maksimalt 300 meter (program C i vejledningen).

Alle garnene blev sat sent på eftermiddagen og røgtet den følgende morgen. Elektrobefiskningerne blev foretaget i udmålte 300 m strækninger langs søbredden, i overgangen mellem rørskoven og det åbne vand eller i udkanten af flydebladszonen. Varigheden af hver elektrobefiskning var 45 min.

Fangsterne fra de enkelte redskaber blev sorteret i arter, og hver enkelt fisk blev målt til nærmeste underliggende halve cm. fra snudespids til halekløft (forklængde). Et repræsentativt udsnit inden for de enkelte arter blev målt til nærmeste mm. og vejjet.

Skælprøver fra de dominerende arter blev taget fra et område mellem rygfinnen og sidelinien.

De anvendte garn, såkaldte biologiske oversigtsgarn, var 45 m lange og 1.5 m høje og bestod af 14 forskellige maskevidder.

Generatoren, som blev anvendt ved elektrofiskeriet, var en 1200 W vekselstrømsgenerator med ensretter til pulserende jævnstrøm.

Undersøgelsen blev udført af Fiskeøkologisk Laboratorium, København, i samarbejde med Københavns Amt.

Sedimentkemi

Der blev foretaget undersøgelser af sedimentets indhold af næringsstoffer i de tre søer i december 1990. Metoden er beskrevet i detaljer i Overvågningsprogrammet fra Danmarks Miljøundersøgelser.

På tre stationer i hver sø blev der udtaget tre sedimentprøver, det vil sige ialt ni prøver pr. sø. Disse blev udtaget med en Kajak-bundhenter, enten på stang eller ved hjælp af tov med ekstra vægtbelastning, for at opnå så dybe sedimentprofiler som muligt.

Umiddelbart efter prøvetagningen blev sedimentsøjlerne kørt til konsulent (Vandkvalitetsinstituttet), som foretog opskæring af søjlerne i N₂-atmosfære i lagene 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm og 50-70 cm, samt de efterfølgende kemiske analyser.

Den videre behandling af prøverne foregik i åbent laboratorium, hvor iltens adgang blev begrænset mest muligt ved at blæse N₂ over prøverne.

Prøverne blev analyseret for tørvægt, glødetab, jern, calcium, totalkvælstof og totalfosfor. Indholdet af jern blev, for at opnå pålidelige resultater, bestemt ved atomabsorption.

Derudover blev de forskellige fosforfraktioner bestemt ved en trinvis kemisk fraktionering. I forhold til forskriften fra DMU blev der foretaget en yderligere opdeling af den jern- og aluminiumbundne fosforfraktion, således at det var muligt at bestemme indholdet af:

- let adsorberet fosfor,
- fosfor bundet til oxideret reaktivt jern,
- fosfor bundet til aluminium og lerminerale,
- fosfor bundet til kalcium, og
- residual fosfor eller organisk bundet fosfor.

Efter hvert led i den kemiske fraktionering er indholdet af orthofosfat og totalfosfor bestemt. Indholdet af orthofosfat er dermed et udtryk for størrelsen af den pågældende fosforfraktion. Indholdet af totalfosfor er et udtryk for det samlede indhold af fosfor i supernatanten efter centrifugeringsproceduren.

Differencen mellem indholdet af orthofosfat og totalfosfor er et udtryk for "fejl" under fraktioneringen. Dels vil en del af de efterfølgende fraktioner være frigjort under de første fraktioneringer, og dels er det ikke altid muligt at centrifugere alt partikelbundet fosfor.

Resultatbearbejdningen har taget udgangspunkt i indholdet af totalfosfor i de forskellige fraktioner. Dette er valgt velvidende, at der begås en fejl, idet en del af totalfosforindholdet i de første fraktioner er en del af indholdet af de efterfølgende fraktioner.

Hvis der blev taget udgangspunkt i indholdet af orthofosfat begås der imidlertid også en fejl, idet summen af differencerne mellem orthofosfat og totalfosfor ikke kan fordeles korrekt mellem fraktionerne. Som eksempel kan nævnes, at den difference der opstår under første trin i fraktioneringen skal "deles" ud mellem de jern-, aluminium-, kalcium- og organiskbundne fraktioner. Men det er imidlertid ikke muligt at foretage denne fordeling korrekt. Oftest er der kun få mygrams forskel på indholdet af orthofosfat og totalfosfor. Kun ved bestemmelsen af den aluminiumsbundne del er fejlen nævneværdig. Dette har som konsekvens, at den valgte metode medfører, at puljen af den aluminiumsbundne fosfor overestimeres på bekostning af den kalcium- og organiskbundne pulje. Dette har som regel ingen betydning.

I det hele taget er metoder til trinvis kemisk fraktionering et meget omdiskuteret emne. Ofte defineres puljen ud fra de anvendte ekstraktionsmidler. Man kan imidlertid ikke være sikker på, men kun sandsynliggøre, at man for eksempel ved ekstraktion med natriumdithionit nøjagtigt bestemmer indholdet af den jernbundne fosforpulje.

Analyseresultaterne er vedlagt i bilag C.

2. FURESØ

2.1 Indledning

Furesøen er den største sø i Mølleå-systemet, som afleder til Øresund. Med en maximumdybde på 37.7 m er søen Danmarks dybeste.

Gennem hele dette århundrede er søen blevet påvirket af vandindvinding i oplandet samt af spildevandstilledning. Der er knyttet store rekreative interesser til søen. I Vandområdeplanen for Mølleå-systemet /1/, er Furesøen målsat med skærpet målsætning, som en sø, omfattet af særlige naturvidenskabelige interesser, og som badevandsområde.

2.2 Planmæssig baggrund

Der henvises til rapporten fra 1989 for nærmere oplysninger.

2.3 Morfometri

Tabel. 2.3 Morfometriske og hydrauliske data for Furesø, 1991.

	Hele søen	Det åbne bassin	Store Kalv
Areal	941 ha	739 ha	202 ha
Volumen	127.1 x 10 ⁶ m ³	122.1 x 10 ⁶ m ³	5.0 x 10 ⁶ m ³
Middeldybde	13.5 m	16.5 m	2.5 m
Maksimaldybde	37.7 m	37.7 m	4.5 m
Kystlængde	19.2 km	12.7 km	6.5 km
Topografisk opland (excl. søareal)	6.956 ha		
Vandets opholdstid 1991	11.1 år		
VS kote DNN (GI) min: Variation 1991 max: Frederiksdal HU nr. 50.01	2041.8 cm 2056.4 cm		
Opmålt	1989		

Figur 2.3 Kort over Furesø med placering af prøvetagningsstationer.



2.4 Vandbalancen.

Vandføringen er bestemt i de tre vigtigste tilløb til Furesøen; Fiskebækken, der tilløber fra Bastrup sø og Farum sø, Dumpedalsrenden, der afvander et område i Rude skov, samt Vejlesø kanal, der afleder fra Søllerød- og Vejlesø.

2.4.1. Vandføring i til- og afløb, 1991.

Tilførsel

Fiskebækken (st.4000)

I kanalen mellem Farum sø og Furesø er der, i lighed med de tidligere år, ikke foretaget nogen vingemålinger på grund af de ringe faldforhold. Vandføringen er derimod beregnet som døgnmiddelvandføring ved hjælp af arealkorrektion fra en vandløbsstation ved Hestetangs å i Frederiksborg Amt (HU. nr. 50.02). Referencestationens opland udgør kun 27 % af Fiskebækkens opland, hvilket sammen med placeringen af prøvetagningsstedet mellem Farum sø og Furesø bevirker, at de beregnede døgnmiddelvandføringer er meget usikre.

I 1991 er årets døgnmiddelvandføring beregnet til 161 l/s. Vandføringen er 46 % større end i 1990 (110 l/s). Den maximale vandføring er beregnet til 434 l/s (24. februar) og minimumsvandføringen er beregnet til 73 l/s den 25. november.

Årets samlede vandføring er bestemt til 5.085 mill m³, hvilket er 47 % større end i 1990.

Dumpedalsrenden (st.4005)

Vandføringen for 1991 er beregnet udfra data fra en Mylogmålestation (HU nr. 50.12) samt vingemålinger i vandløbet.

I 1991 er årets døgnmiddelvandføring beregnet til 21 l/s, hvilket er 51 % større end for 1990 (14 l/s). Den maximale vandføring er beregnet til 124 l/s (24. februar) og minimumsvandføringen er bestemt til 1 l/s i september måned.

Årets samlede vandføring er bestemt til 674.000 m³, hvilket er 54 % større end i 1990.

Vejlesø kanal (st.4010)

Tilsvarende Fiskebækken er Vejlesø kanal karakteriseret ved meget ringe faldforhold, således at der ikke er mulighed for at foretage vingemålinger. Der er ved denne lokalitet også i år beregnet månedsmiddelvandføring udfra arealtypefordelingen, hvor afstrømningen fra byzonen er beregnet på grundlag af månedsmiddelnedbøren. Afstrømningen fra resten af oplandet er beregnet ved hjælp af arealkorrektion fra Dumpedalsrenden, Vasevej HU nr. 50.12. De beregnede vandføringer er dermed meget usikre.

I 1991 er årets døgnmiddelvandføring beregnet til 36 l/s, hvilket er 25 % større end for 1990, hvor den var 29 l/s.

Den maximale vandføring er beregnet til 76 l/s (juni) og minimumsvandføringen er bestemt til 20 l/s i oktober måned.

Årets samlede vandføring er bestemt til 1.147 mill m³, hvilket er 27 % større end i 1990.

Direkte udledninger

Stavnsholt renseanlæg udledte 1.68 mill. m³ /2/ rensset spildevand til Furesø i 1991 i modsætning til 1.71 mill. m³ sidste år. De regnvandsbetingede udløb bidrager med 383.800 m³ fra overløb fra fællessystemer og 198.000 m³ fra separate systemer udregnet for et normal-år (j.fr. afsnit 2.6).

Umålt opland

Vandføringen fra det umålte opland opgøres ved multiplikation med den arealspecifikke afstrømning fra et type-opland. Den specifikke døgnmiddelafløb fra Dumpe-dalsrenden (HU nr. 50.12) benyttes som type-opland (0,029 l/s/ha). Ved opgørelsen er der ikke taget hensyn til afstrømningen fra byzonen (43 % af det umålte opland), idet den ikke kan bestemmes - endnu.

I 1991 afstrømmede der 920.000 m³ fra det umålte opland i modsætning til 605.000 m³ året før. Dette er en stigning på 52 %.

Det skal bemærkes at der i 1990-afrapporteringen havde indsneget sig en fejl, således at afstrømningstallene for 1989 og 1990 blev for høje. De rigtige tal er opført i det nedenfor viste skema.

Atmosfærisk input

I 1991 faldt der i Københavns Amt 664 mm nedbør. I forhold til et "normalår" med 574 mm nedbør, er nedbøren i 1991 16 % større. Den maximale nedbørsmængde faldt i juni måned (142 mm), mens der i marts måned kun faldt 16 mm /3/. Ovennævnte forhold afspejler sig også i flere af Furesøen's tilløb, hvor juni- og juli måneds middelvandføring er på størrelse med januar og februar måneds middelvandføring.

Årets samlede atmosfæriske bidrag er bestemt til 6.247 mill m³.

Samlet vandtilførsel

	1989 m ³ /år	1990 m ³ /år	1991 m ³ /år
Fiskebæk:	3.406.000	3.469.000	5.085.000
Dumpedalsrenden:	325.000	438.000	674.000
Vejlesø kanal:	744.000	905.000	1.147.000
Stavnsholt r.anlæg:	1.670.000	1.710.000	1.682.000
Udløb sep.kloakeret:	198.000	198.000	198.000
Overløb fæl.kloak:	384.000	384.000	384.000
Umålt opland:	449.000	605.000	920.000
Atmosfærisk bidrag:	5.042.000	6.190.000	6.247.000

Samlet tilførsel: 12.218.000 13.899.000 16.337.000

Vandtilførslen i 1991, er henholdsvis 34 % og 18 % større end i årene 1989 og 1990.

Fraførsel

Fordampning

Fordampningen fra Furesøens vandoverflade er beregnet ud fra områdets potentielle fordampning /4/, samt at fordampningen fra en vandoverflade er 20 % større end den potentielle fordampning.

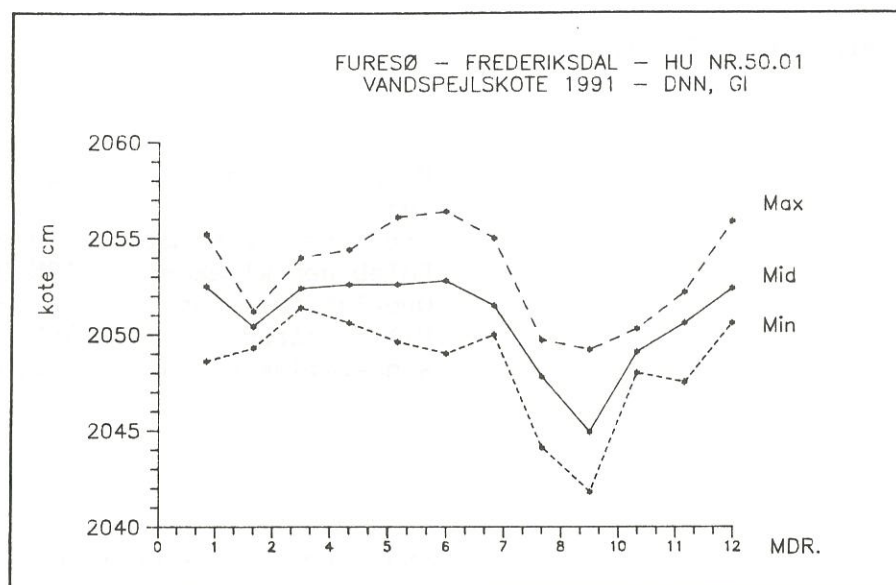
Den samlede fordampning i 1991 er bestemt til 6.175 mill. m³.

Afløbet

Vandføringen er bestemt ved station 500082 som næsten er identisk med station 50.01 Mølleåen, Frederiksdal-sluse (0,5 km² mindre opland).

I 1991 er årets døgnmiddelvandføring beregnet til 363 l/s, hvilket er 37 % større end for 1990 (265 l/s). Den maximale vandføring er beregnet til 1.680 l/s (1. juli) og minimumsvandføringen er bestemt til 0 l/s fra den 27. februar til den 6. marts, samt i perioden fra den 26. september til den 2. oktober.

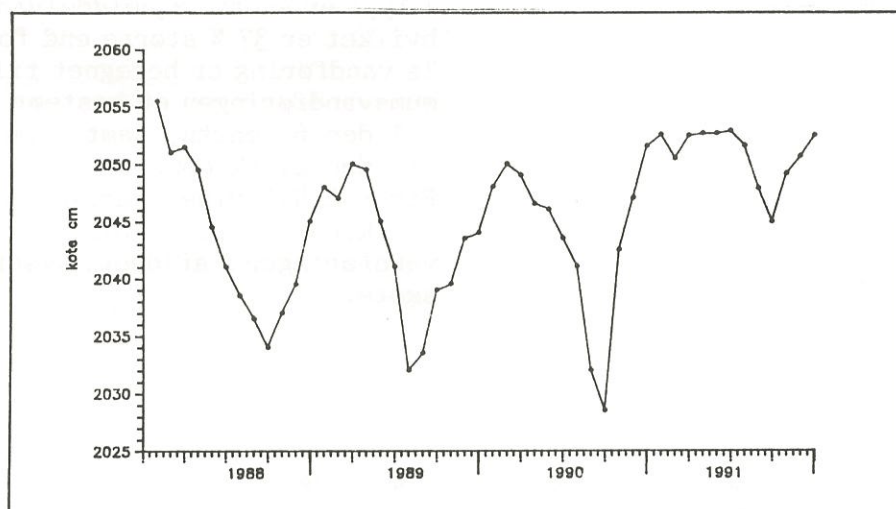
Figur 2.4.1 viser Furesøens vandspejlskote målt ved Frederiksdal, HU nr. 50.01. De førnævnte minimums- og maximal vandføringer i afløbet, viser sig også på søens vandspejlskote.



Figur 2.4.1 Furesøens vandspejlskote i 1991.
Frederiksdal - HU nr. 50.01 - DNN, GI.

Furesøens vandspejlskote, som månedsmiddelværdier i årene 1988-91, målt ved Frederiksdal, er vist på figur 2.4.2.

Af denne figur fremgår det, at der i de seneste år er blevet holdt et højere vandspejl, måske som følge af en ændret slusepraksis. Det skal bemærkes at figuren er baseret på månedsmiddelværdier, hvilket udjævner svingningerne noget.



Figur 2.4.2 Furesøens vandspejlskote 1988-91.
Månedsmiddelværdier. Frederiksdal - HU nr. 50.01 - DNN, GI.

Årets samlede vandføring er bestemt til 11.434.000 m³. I 1990 var vandføringen 8.357.000 m³. Vandføringen i 1991 er således 37 % større end i året før.

Samlet vandfraførsel

	1989 m ³ /år	1990 m ³ /år	1991 m ³ /år
Fordampning:	6.847.000	6.709.000	6.175.000
Afløb:	7.789.000	8.357.000	11.434.000

Samlet fraførsel: 14.636.000 15.066.000 17.609.000

Vandfraførslen er i 1991, henholdsvis 20 % og 17 % større end i årene 1989 og 1990.

FURESØ 1991			1000 m ³		Vandspj. ændring	Grundvand tilskud
Måned:	Tilførsel.	Fraførsel.	Diff.	Diff. %		
Jan.	1500	2116	-616	-41	-405	211
Feb.	1127	987	140	12	180	40
Marts	892	884	8	1	113	105
April	1099	1149	-50	-5	28	78
Maj	1249	2005	-756	-61	-340	416
Juni	2576	2396	180	7	621	441
Juli	1373	2201	-828	-60	-460	368
Aug.	1249	1630	-381	-31	-151	230
Sep.	1512	1082	430	28	14	-416
Okt.	986	887	99	10	-103	-202
Nov.	1356	699	657	48	414	243
Dec.	1420	1572	-152	-11	38	190
Ialt:	16337	17609	-1272	-8		1704

Tabel 2.4.1 Den samlede vandtil- og fraførsel, samt differencen. Furesø 1991.

De dybeste partier af søbunden er beliggende i kote -17 meter DNN. Danien kalken ligger i kote ca. -20 meter DNN i Furesøens område /5/. Imellem søbunden og kalklaget optræder et tyndt lag af kvartære aflejringer som består af smeltevandssand og -grus. Der er derfor stor sandsynlighed for at de dybe dele af Furesøen er i hydraulisk kontakt med det primære grundvandsreservoir, hvorved der kan foregå indsivning henholdsvis udsivning.

Differencen mellem den beregnede vandtilførsel og fraførslen i afløbet er på 1.272.000 m³ i 1991. Der fraføres 8 % mere vand end vi kan registrerer bliver tilført. Differencen svinger meget imellem de enkelte måneder. Vandspejlsændringer samt et nettobidrag fra grundvandet,

jævnfør ovennævnte, forklarer en del af de manglende 8 % i tilført vandmængde. I tabel 2.4.1 ses at der i juni måned blev tilført en større vandmængde end der blev fraført. Samtidig steg vandspejlet 6-7 cm i løbet af måneden (621.000 m^3), og den stigning kan ikke alene forklæres med den øgede overfladetilstrømning (180.000 m^3), men må enten skyldes indsvivende grundvand eller usikkerhed på beregningerne.

Som nævnt ovenfor er der en relativ stor usikkerhed forbundet med den udregnede vandbalance. Dette kan ses i det forhold at det udregnede grundvandstilskud i tabel 2.4.1 ikke svarer til differencen mellem tilført og fraført mængde vand. Ved beregningen af vandføringen ved Frederiksdal sluse er der tillige usikkerhed på bestemmelse af vandføringen på grund af overfaldets bredde og bestemmelsen af lækagetab. Den samlede usikkerhed er antageligvis i størrelsesordenen 10 % eller mere.

Differencen mellem til- og fraførsel igennem 3 år:

1989 m^3	1990 m^3	1991 m^3
2.418.000	1.167.000	1.272.000

Forskellen mellem den overfladiske vandtilførsel og -fråførsel er i 1989 på 20 %, og i 1990 og 1991 på 8 %.

2.4.2 Hydraulisk opholdstid.

Furesøens vandvolumen er $127,2 \text{ mill. m}^3$. Den årsgennemsnitlige hydrauliske opholdstid i 1991 bliver dermed 11.1 år.

I perioden 1.maj - 1.oktober var opholdstiden 12.0 år, mens den for vinterperioden 1.december 1990 - 1.april 1991 var 11.2 år.

Den beregnede gennemsnitlige opholdstid var i minimum i januar måned, nemlig 5,3 år, mens den var maximal i september måned, hvor vandets opholdstid lå på 21.9 år.

Den årsgennemsnitlige hydrauliske opholdstid igennem 3 år:

1989	1990	1991
16.3 år	15.2 år	11.1 år

Sommerens store nedbørsmængde har næsten halveret den hydrauliske opholdstid for sommerperioden iforhold til 1990.

Betragter man den hydrauliske opholdstid igennem de sidste 3 år, fremgår det at den stigende vandtilførsel fra tilløbene samt fra atmosfæren tydeligt afspejler sig på den hydrauliske opholdstid.

2.5 Beskrivelse af oplandet til Furesø

Der er ikke konstateret væsentlige ændringer i oplandet, hvorfor der henvises til rapporten fra 1989 for nærmere oplysninger.

2.6. Belastningsopgørelse.

2.6.1 Stofbelastning

Belastningen til søen opdeles i to belastningstyper, med følgende bidrag:

Extern belastning

- 1 - målte oplande; Fiskebækken, Dumpedalsrenden og Vejlesø kanal,
- 2 - Stavnsholt renseanlæg,
- 3 - regnvandsbetingede udløb,
- 4 - umålt opland,
- 5 - atmosfærisk deposition,

Intern belastning

- 6 - intern belastning fra sedimentet,
- 7 - kvælstoffixering af blågrønalger.

Extern belastning

ad 1: Målte oplande.

Der er i lighed med de foregående år foretaget stoftransportbestemmelser for de større tilløb til Furesøen.

Fiskebækken: 36,0 km² oplandsareal. Afleder vand fra Bastrup sø og Farum sø.

Transporten af kvælstof er i 1991 bestemt til 4.463 kg. Dette er en forøgelse på 54 % i forhold til 1990. Den forøgede kvælstoftransport skyldes hovedsagelig den forøgede afstrømning (vandføringen er steget med 47 %).

Transporten af totalfosfor er 1.331 kg, hvilket er 123 % større end året før. Den kraftige stigning skyldes dels en højere vandføring, men også en meget kraftig stigning i tilløbets totalfosforkoncentration gennem hovedparten af året. Årsgennemsnittet lå på 0.26 mg TP/l mod 0.17 mg TP/l i 1990.

Kvælstof- og fosfortransporten igennem 3 år:

	1989 kg	1990 kg	1991 kg
Kvælstof:	2.547	2.904	4.463
Fosfor :	388	597	1.331

På trods af afskæringen af Farum kaserne's spildevand, der i vinteren 90/91 blev koblet til Stavnsholt renseanlæg, er fosforbelastningen fra Farum sø steget markant.

Den markante stigning skyldes at Farum sø, i lighed med Furesø, er under aflastning. Gennem sommeren, hvor iltforholdene ved bunden bliver dårlige, sker der en nettofrigivelse af fosfor fra sedimentet. Der er ikke foretaget vandkemiske målinger på Farum sø i de sidste 3 år, men målinger fra før 1989 /6/ viser at fosforkoncentrationen i søen har samme forløb som i Furesøen, dog på et lidt lavere niveau, hvilket foranlediger os til at tro at kurven vil have samme stigning fra 1989 og fremefter, i lighed med Furesøen.

Dumpedalsrenden: 7,3 km² oplandsareal. Transporten af totalkvælstof var i 1991 på 960 kg, en forøgelse på 30 %. Denne forøgelse skyldes en større vandføring (51 %), idet den årsgennemsnitlige koncentration er faldet fra 1.6 mg TN/l i 1990 til 1.36 mg TN/l i 1991.

Totalfosfor-transporten var i 1991 på 97 kg. I forhold til 1990 er dette en stigning på 23 %. Den årsgennemsnitlige koncentration er faldet fra 0.24 mg TP/l i 1990 til 0.16 mg TP/l i 1991. Den forøgede transport skyldes derved i lighed med totalkvælstof-transporten den forøgede vandføring.

Kvælstof- og fosfortransporten igennem 3 år:

	1989 kg	1990 kg	1991 kg
Kvælstof:	467	736	960
Fosfor :	52	79	97

Vejlesø kanal: 9,1 km² oplandsareal. Afleder vand fra Vejlesø og Søllerød sø.

Kvælstof-transporten var 2.012 kg i 1991, en forøgelse på 18 % i forhold til året før. Vandføringen var 27 % større, hvilket ligger til grund for den større kvælstoftransport i 1991, idet årsgennemsnittet er faldet fra 1.9 mg TN/l i 1990 til 1.7 mg TN/l i 1991.

Transporten af totalfosfor var 449 kg, en forøgelse på 54 % i forhold til 1990, hvor den lå på 292 kg.

Koncentrationen af totalfosfor er steget fra et årsgennemsnit i 1990 på 0.31 mg TP/1 til 0.40 mg TP/1.

I 1991 blev der foretaget tilsyn på Søllerød- og Vejle sø. Disse undersøgelser viste at søernes fosforkoncentration fortsat ligger på et meget højt niveau. I Søllerød sø er fosforkoncentrationen faldet gennem de sidste 5 år, til et niveau omkring 0.75 mg TP/1 i 1991.

I Vejle sø kan man konstatere en stigning fra 0.45 mg TP/1 i 1988 til et niveau på 0.51 mg TP/1 i 1991. Det kunne tyde på at Vejle sø, i lighed med Farum og Furesø, er under aflastning, hvilket således kan ses i de forhøjede tilløbsværdier til Furesø.

Jævnfør afsnit 2.4.1., optræder der en del usikkerhed på vandføringsberegningerne og derved også på stoftransporten.

Kvælstof- og fosfortransporten igennem 3 år:

	1989 kg	1990 kg	1991 kg
Kvælstof:	1.199	1.706	2.012
Fosfor :	281	292	449

Det målte opland udgør 52,4 km² eller 75 % af det samlede opland til Furesøen. Den samlede stoftransport fra de målte oplande blev i 1991 følgende:

Transport kg/år	Fiskebækken	Dumpedals- renden	Vejlesø- kanal
Total-kvælstof	4.463	960	2.012
Total-fosfor	1.331	97	449
Ortho-fosfor	1.036	50	322
Total jern	478	733	122
Silicium	10.154	1.783	1.154

I 1991 er der i alle tilløb sket en forøget transport af alle målte parametre. Vurderes stoffernes koncentrationer viser det sig at total jern er det eneste stof der stort set ligger status quo for alle tilløbene. I Dumpedalsrenden er der målt lavere årskoncentrationer for alle stoffer.

I Fiskebækken og Vejlesø kanal er der målt forhøjede årskoncentrationer på alle stoffer (undtagen totalkvælstof i Vejlesø kanal). Ovennævnte understreger at det ikke bare er den forøgede afstrømning i 1991, men også det forhold at Farum- og Vejlesø er under aflastning, der påvirker tilløbenes stofkoncentrationer og stoftransport.

ad 2: Stavnsholt renseanlæg

Stavnsholt renseanlæg har i 1991 belastet Furesøen med 53.879 kg kvælstof og 333 kg fosfor /2/. I forhold til 1990 er kvælstofbelastningen øget med 7 %, og fosforbelastningen øget med 76 %. Middelværdien for 1991 har henholdsvis været 32.6 mg TN/l og 0.2 mg TP/l.

Kvælstof- og fosforbelastningen fra Stavnsholt igennem 3 år:

	1989 kg	1990 kg	1991 kg
Kvælstof:	47.400	50.600	53.879
Fosfor :	500	189	333

ad 3: Regnvandsbetingede afløb

Belastningstallene fra separat og fælles kloakerede arealer er beregnet i forbindelse med at Vandkvalitetsinstituttet, ATV (VKI), på foranledning af Frederiksborg Amt, Københavns Amt og Farum Kommune, i december 1990 har foretaget beregninger med den allerede opstillede eutrofieringsmodel for Furesøen /7/.

På denne baggrund har VKI foretaget en vurdering af konsekvenserne for vandkvaliteten i søen af forskellige udløderkrav til Stavnsholt renseanlæg med hensyn til kvælstof og fosfor /8/.

Belastningen fra separat og fælles kloakerede arealer:

	Separat kloakeret kg	Fælles kloakeret kg
Kvælstof:	1.592	2.090
Fosfor :	150	560

ad 4: Umålt opland

Det umålte opland andrager ca. 17 km², heraf er 4,3 km² skovdækket, 5,2 km² er åbent land, mens de resterende 7 km² består af byzone. En stor del af belastningen fra byzonen er inkluderet i de regnvandsbetingede afløb. Men belastningen fra de ikke befæstede dele af byzonen, som er hovedparten, kan der ikke foretages belastningsopgørelse på, da der ikke forefindes data for denne parameter.

Med baggrund i stoftransportberegninger på Dumpedalsrenden, der repræsenterer "naturoplande", og Lille Vejleå, der repræsenterer "landbrugsoplande", er der for året 1991 bestemt følgende standardtal for Københavns Amt:

Landbrugsoplande:

13.02 kg total-kvælstof/ha/år
0.195 kg total-fosfor/ha/år

Naturoplande (overvejende skov og udyrket område):

1.32 kg total-kvælstof/ha/år
0.134 kg total-fosfor/ha/år

Værdierne for kvælstof og fosfor er for landbrugsoplande næsten fordoblet, mens de for naturoplande er omkring 1/3 højere, end i 1990.

Tilsvarende sidste år beregnes belastningen fra den spredte bebyggelse i det umålte opland (14 husstande) til 84 kg total-N og 28 kg total-P. Der regnes med en reduktionsfaktor på 50 %.

Den samlede belastning fra det umålte opland bliver derved:

	Total-N kg/år	Total-P kg/år
Landbrugsarealer :	6.771	101
Skovarealer :	568	58
Spredt bebyggelse:	84	28
Sum umålt opland :	7.339	159

Kvælstofbelastningen er 77 % større, og fosforbelastningen er 29 % større end året før. Der er næsten tale om en fordobling fra landbrugsarealerne.

**ad 5: Atmosfærisk
deposition**

Det atmosfæriske kvælstof-arealbidrag udgør 20 kg N/ha/år, dette blev målt i forbindelse med Mølleåundersøgelserne i 1977-78 /7/.

Målinger fra Strødam i Nordsjælland (1983-90) tyder ifølge oplysninger fra DTH, på at dette er en realistisk arealbelastning for Furesøen.

Det atmosfæriske fosfor-arealbidrag udgør 0.55 kg P/ha/år. Dette svarer til opgørelser ved Strødam jævnfør ovennævnte /8/.

Med et søareal på 940.8 ha bliver den atmosfæriske deposition henholdsvis 18.819 kg kvælstof og 518 kg fosfor.

Samlet belastning

	Total-N kg/år			Total-P kg/år		
	1989	1990	1991	1989	1990	1991
Målte oplande:						
Fiskebækken:	2.547	2.904	4.463	388	597	1.331
Dumpedalsrenden:	467	736	960	52	79	97
Vejlesø kanal :	1.199	1.706	2.012	281	292	449
Renseanlæg :	47.400	50.600	53.879	500	189	333
Separatkloakeret:	525	525	1.592	47	47	150
Fælleskloakeret :	2.491	2.491	2.090	586	586	560
Umålt opland :	2.099	4.154	7.338	164	123	159
Atmosfærisk b. :	13.174	13.174	18.817	141	141	518
Samlet belastn.:	69.902	76.290	91.151	2.159	2.054	3.597

I 1991 er kvælstofbelastning steget 19 % i forhold til året før. Dette skyldes en større stoftransport i de naturlige tilløb, forøgede bidrag fra Stavnsholt renseanlæg, ændrede beregninger af belastningen fra det separat kloakerede areal, samt en ændret vurdering af det atmosfæriske bidrag.

Belastningen med fosfor er steget 75 %. Denne kraftige stigning skyldes især den store stoftransport i Fiskebækken og Vejlesø kanal, forøgede bidrag fra Stavnsholt renseanlæg, samt en ændret vurdering af det atmosfæriske bidrag.

Intern belastning

ad 6: Intern belastning
fra sedimentet

I afsnit 2.8.3 er der foretaget en opgørelse over den interne fosforbelastning i Furesøen. I midten af maj måned er den samlede fosforpulje i hele vandmassen 30 tons fosfor. I september er denne pulje steget til 48 tons fosfor. Nettofrigivelsen af fosfor fra sedimentet kan således skønnes til 18 tons fosfor. Denne interne belastning er 5 gange større end den eksterne tilførsel.

Der er således tale om anseelige mængder fosfor der kan frigives fra sedimentet. Men det er også et udtryk for "fortidens synder" idet det f.eks. svarer til et halvt års ekstern belastning midt i 1970'erne.

Tilsvarende tidligere rapporter, er den interne belastning ikke medregnet i den samlede belastning til Furesøen.

ad 7: Kvælstoffixering af
blågrønagler

Blågrønalgene udgjorde henholdsvis 85 % og 87 % af algebiomassen i den produktive perioden i 1991 i det åbne bassin og Storekalv. Flere kvælstoffixerende arter er tilstede i så store mængder, at der er mulighed for et kvæl-

stofbidrag fra disse alger. Imidlertid er det ikke muligt at kvantificere dette bidrag, hvorfor der også i år ses bort fra dette.

2.6.2. Stoftransport i afløb.

Stoftransporten i afløbet har gennemgående været meget større end i de foregående år.

Den samlede fraførsel i afløbet:

Transport kg/år	1989	1990	1991
Total-kvælstof	7.495	8.331	11.032
Total-fosfor	1.072	1.507	3.139
Ortho-fosfor	700	1.149	2.602
Total jern	310	278	358

Kvælstoftransportens stigning på 32 % svarer næsten til stigningen i vandføringen, der var 37 % større i 1991. Januar-, juni-, juli- og december måned har den største kvælstoftransport.

Fosfortransporten er mere end fordoblet (stigning på 108 %). Dette skyldes dels en højere koncentration idet total-fosfors års- og sommergennemsnit er omkring 50 % højere end i 1990, samt dels en større vandføring.

Fosfortransporten er næsten tredoblet på 3 år. Januar-, maj-, juni- og december måned har den største totalfosfortransport.

Jerntransporten er steget en anelse, men viser ingen klar tendens igennem de sidste 3 år.

2.6.3 Massebalance.

Med baggrund i belastningsopgørelsen og stoftransporten i afløbet er det muligt at opstille et stofbudget for Furesøen, gældende for de sidste 3 år:

	Total-N kg/år			Total-P kg/år		
	1989	1990	1991	1989	1990	1991
Tilførsel:	69.902	76.290	91.151	2.159	2.054	3.597
Fraførsel:	7.495	8.331	11.032	1.072	1.507	3.139
Retentions- procent (%):	89	89	88	50	27	13

Kvælstofmassebalance

DMU har med baggrund i de sidste års indberetninger fra 25 overvågningssøer foretaget en statistisk bearbejdning af data /9/.

I det følgende forsøges foretaget en sammenligning med disse oplysninger. Opmærksomheden henledes dog på det noget problematiske at sammenligne ét års data med et andet års frekvensfordeling, samt at 1989 og 1990 data fra Furesøen også indgår i beregningsgrundlaget for DMU.

Værdier for nedbør samt fordampning er ikke medtaget i de følgende massebalancer.

I forhold til tilstanden i 1989 og 1990 i søerne er Furesøens 1991-værdier følgende:

		Furesø		DMU-database (n=23 og 25)			
				gns.	25%	Median	75%
Tilførsel (g N/m ² /år)	1989	7.43	78.7	33.3	75.7	133	
	1990	8.11	157	47.6	138	188	
	1991	9.69					
Indløbskonc. (mg N/l)	1989	9.74	8.62	7.23	8.73	10.6	
	1990	9.90	9.29	7.45	9.47	11.7	
	1991	9.03					
Udløbskonc. (mg N/l)	1989	0.96	4.01	2.47	4.03	5.54	
	1990	1.00	5.16	3.12	5.60	7.38	
	1991	0.96					
Tilbagehold. (g N/m ² /år)	1989	6.63	32.8	16.4	28.4	48.6	
	1990	7.22	47.6	19.9	40.7	76.7	
	1991	8.52					
Tilbagehold. (%)	1989	89	51.4	35.5	55.6	64.2	
	1990	89	43.5	24.7	43.2	60.1	
	1991	88					

Indløbskoncentrationen er beregnet som summen af kvælstofbidragene delt med den tilførte vandmængde.

Til sammenligning med de forskellige kvælstofparametre i de øvrige overvågningssøer i 1990 er Furesøen i 1991 karakteriseret ved:

- lav tilførsel (<25%-fraktil),
- middel indløbskoncentration (<Median),
- meget lav udløbskoncentration (<25%-fraktil),
- lav tilbageholdelse (<25%-fraktil)
- en meget høj tilbageholdelsesprocent (>75%-fraktil).

Tilførsel samt tilbageholdelsen af kvælstof til Furesøen er steget fra 1989-91, dog er tilbageholdelsesprocenten uforandret.

De andre kvælstofparametre forholder sig stort set uændret.

Fosformassebalance

Fosforbelastningen til søen er steget med 75 % iforhold til 1990. Samtidig er transporten i afløbet forøget med 108 %.

Dette medfører at retentionsprocenten er faldet tilsvarende, og er således halveret hvert år fra 1989 til 1991.

Sammenlignes tilsvarende for fosforværdierne med de øvrige overvågningssøer fås følgende forhold:

			Furesø	DMU-database (n=23 og 25)			
				gns.	25%	Median	75%
Tilførsel (g P/m ² /år)	1989	0.23	3.96	0.93	1.69	3.07	
	1990	0.22	4.50	1.09	2.64	4.94	
	1991	0.38					
Indløbskonc. (mg P/l)	1989	0.30	0.406	0.133	0.219	0.344	
	1990	0.27	0.283	0.151	0.173	0.269	
	1991	0.36					
Udløbskonc. (mg P/l)	1989	0.14	0.245	0.082	0.145	0.217	
	1990	0.18	0.226	0.100	0.172	0.211	
	1991	0.27					
Tilbagehold. (g P/m ² /år)	1989	0.12	1.39	0.02	0.53	1.01	
	1990	0.06	0.66	-0.03	0.11	0.86	
	1991	0.05					
Tilbagehold. (%)	1989	50	28.8	7.5	37.3	53.8	
	1990	27	11.5	-4.0	10.6	31.0	
	1991	13					

Til sammenligning med de forskellige fosforparametre i de øvrige overvågningssøer i 1990 er Furesøen i 1991 karakteriseret ved:

- lav tilførsel (<25%-fraktil),
- en meget høj indløbskoncentration (>75%-fraktil),
- en meget høj udløbskoncentration (>75%-fraktil),
- lav tilbageholdelse (<25%-fraktil),
- middel tilbageholdelsesprocent (Median).

Tilførsel samt indløbs- og udløbskoncentrationen af fosfor til Furesøen er steget fra 1989-91, mens tilbageholdelsen er faldet markant. Dette skyldes den store interne belastning.

Det fald vi ser på Furesøen's retentionsprocent er i overensstemmelse med den udvikling man ser i de andre overvågningssøer. Således er medianværdien for retentionsprocenten faldet fra 37.3 % i 1989 til 10.6 % i 1990.

Jernmassebalance

Sammenlignes tilsvarende for jernværdierne med de øvrige overvågningssøer fås følgende forhold:

		Furesø	DMU-database (n=14 og 19)			
			gns.	25%	Median	75%
Tilførsel (g Fe/m ² /år)	1989	0.09	19.0	0.8	6.4	9.3
	1990	0.09	18.2	2.4	6.7	12.7
	1991	0.14				
Indløbskonc. (mg Fe/l)	1989	0.12	0.97	0.49	0.67	1.28
	1990	0.11	0.76	0.34	0.46	0.81
	1991	0.13				
Udløbskonc. (mg Fe/l)	1989	0.04	0.38	0.09	0.24	0.47
	1990	0.03	0.40	0.16	0.33	0.53
	1991	0.03				
Tilbagehold. (g Fe/m ² /år)	1989	0.06	7.8	0.22	1.9	7.2
	1990	0.06	6.4	-0.14	1.1	8.5
	1991	0.10				
Tilbagehold. (%)	1989	65	57.5	37.5	68.0	80.0
	1990	68	26.8	-6.7	38.8	81.5
	1991	73				

Til sammenligning med de forskellige jernparametre i de øvrige overvågningssøer i 1990 er Furesøen i 1991 karakteriseret ved:

- en meget lav tilførsel (<25%-fraktil),
- lav indløbskoncentration (<25%-fraktil),
- en meget lav udløbskoncentration (<25%-fraktil),
- lav tilbageholdelse (<25%-fraktil),
- høj tilbageholdelsesprocent (>75%-fraktil).

Tilførsel af jern til Furesøen er steget fra 1990 til 1991. Indløbs- og udløbskoncentrationen er næsten uforandret i de viste 3 år, mens tilbageholdelsen er steget.

Det skal nævnes at det kun er de naturlige tilløb og dermed kun 62 % af den samlede vandtilførsel i 1989 og 1990, og 68 % af den tilførte vandmængde i 1991, hvor jernindholdet er bestemt.

2.7 Tidligere fysiske og kemiske data

2.7.1. Indledning

Der henvises til sidste års rapport, med hensyn til detaljer og beskrivelser omkring de lange tidsserier, det ældre datamateriale, samt hvordan prøvetagningerne er blevet foretaget og prøverne analyseret gennem årene.

I denne rapport lægges hovedvægten på de sidste 3-4 års målinger.

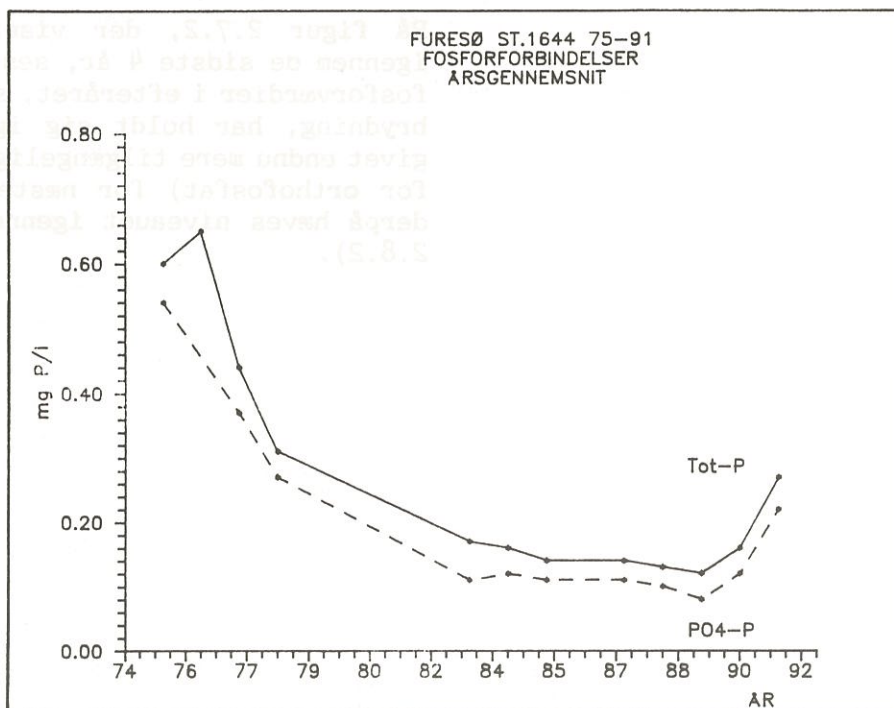
Der er benyttet vandkemiske resultater fra overfladevand, fra st.1644 (det åbne bassin) og st.1645 (Store Kalv). I de behandlede tidsserier er der brugt tidsvægtede værdier.

Oversigtsskemaer med beregnede data fra 1971-91 findes i bilag 2D-2I

2.7.2 Undersøgte parametre

Det åbne bassin (St.1644)

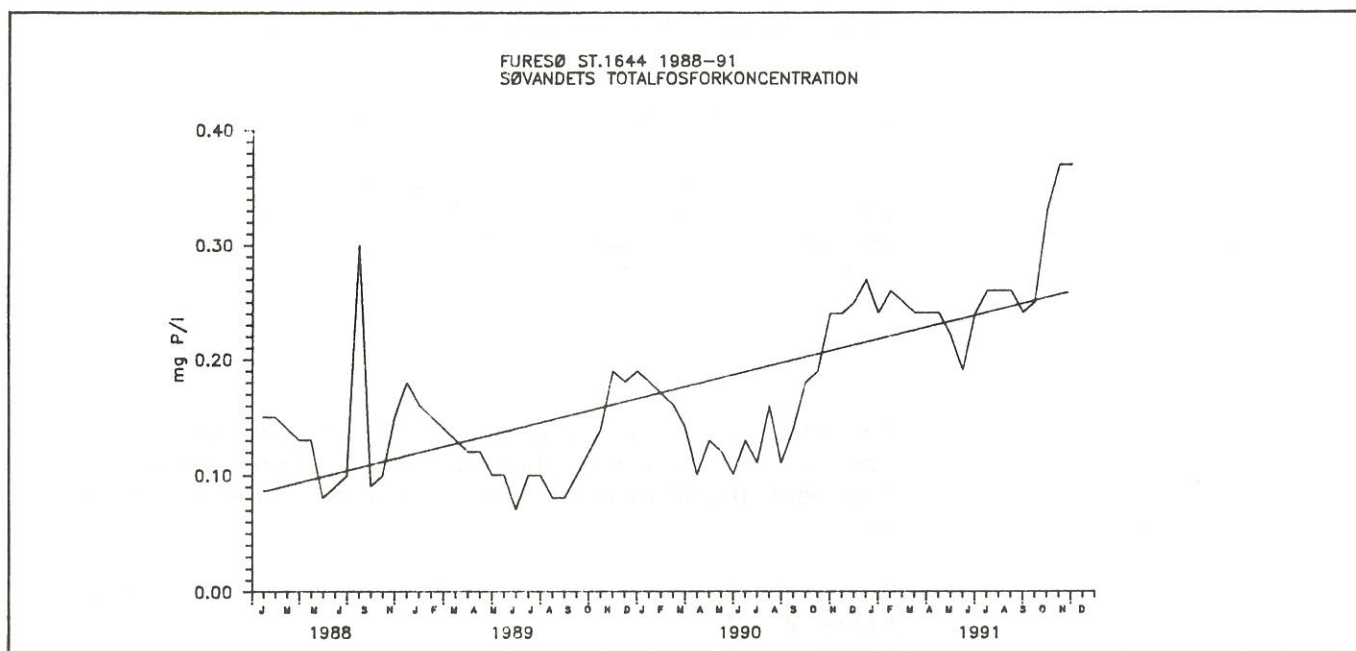
Fosfor



Figur 2.7.1 Fosforforbindelser. Årsgennemsnit, 1975-91.

Efter et kraftigt fald fra 1975 og op gennem 80'erne, er søvandets fosforkoncentration steget igen (se figur 2.7.1).

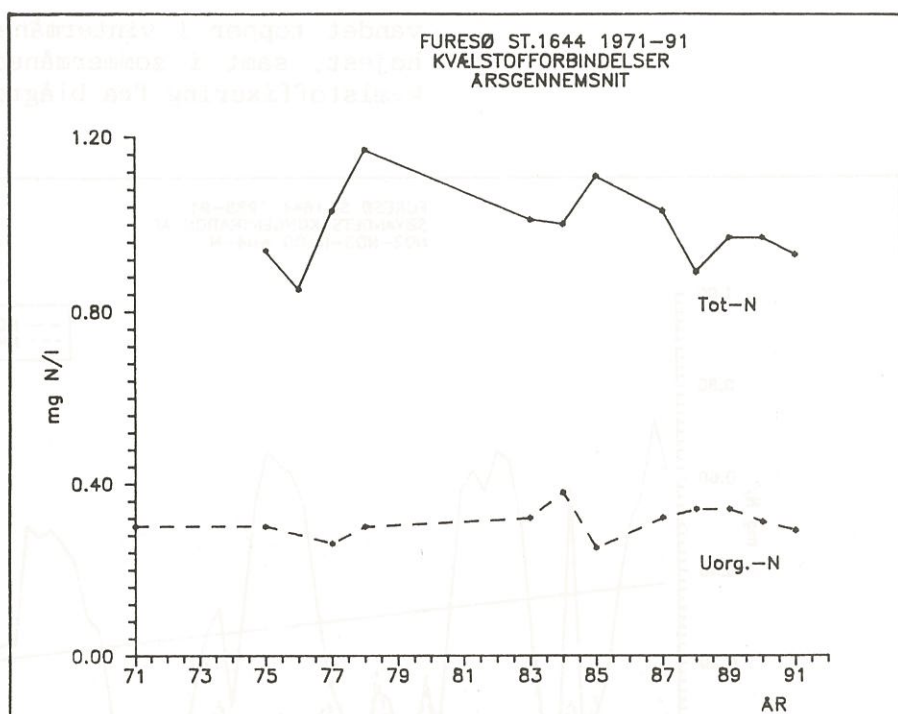
Fra 1989 er der sket en kraftig stigning i fosforkoncentrationen. Fra 1990 og til 1991 er totalfosforkoncentrationen steget 69 % og orthofosfatkoncentrationen steget 83 %.



Figur 2.7.2 Totalfosforkoncentrationen. 1988-91.

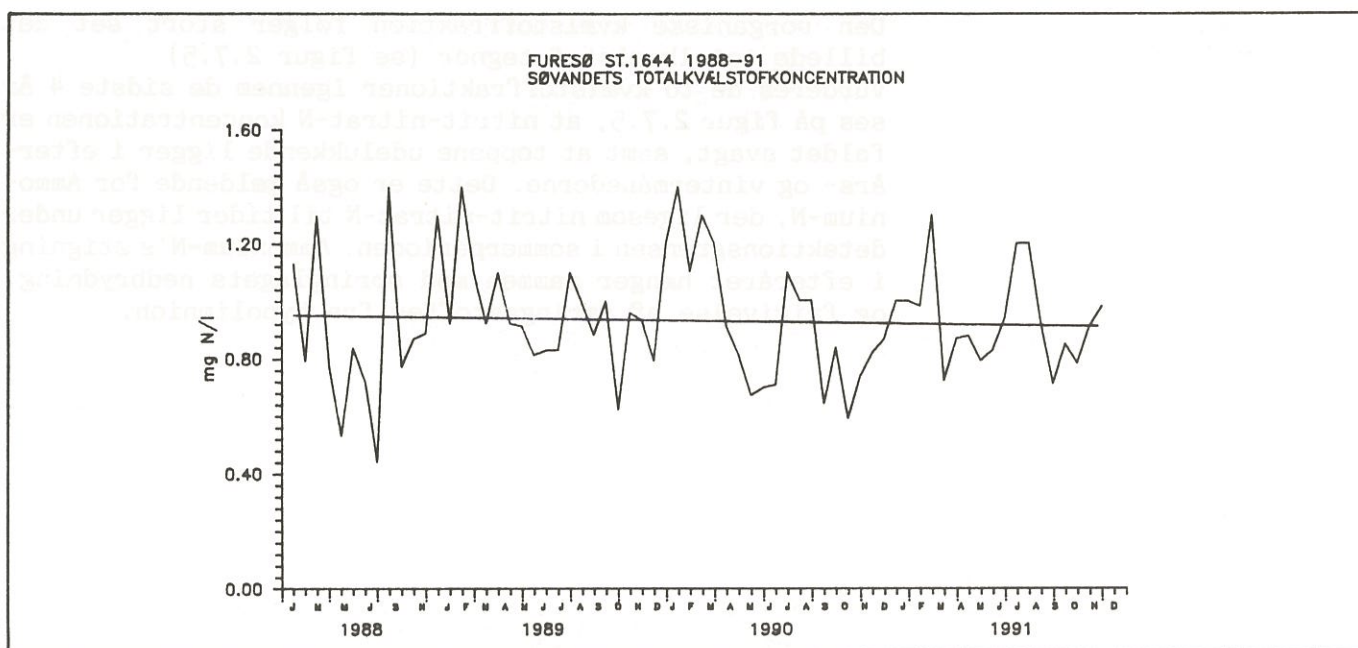
På figur 2.7.2, der viser totalfosforkoncentrationen igennem de sidste 4 år, ses en markant stigning. De høje fosforværdier i efteråret, som følge af springlagets nedbrydning, har holdt sig igennem vinteren, hvilket har givet endnu mere tilgængelig fosfor (dette gælder tillige for orthofosfat) for næste sommers planktonvækst - og derpå hæves niveauet igennem perioden (se under afsnit 2.8.2).

Kvælstof



Figur 2.7.3 Kvælstofforbindelser. Årsgennemsnit. 1971-91.

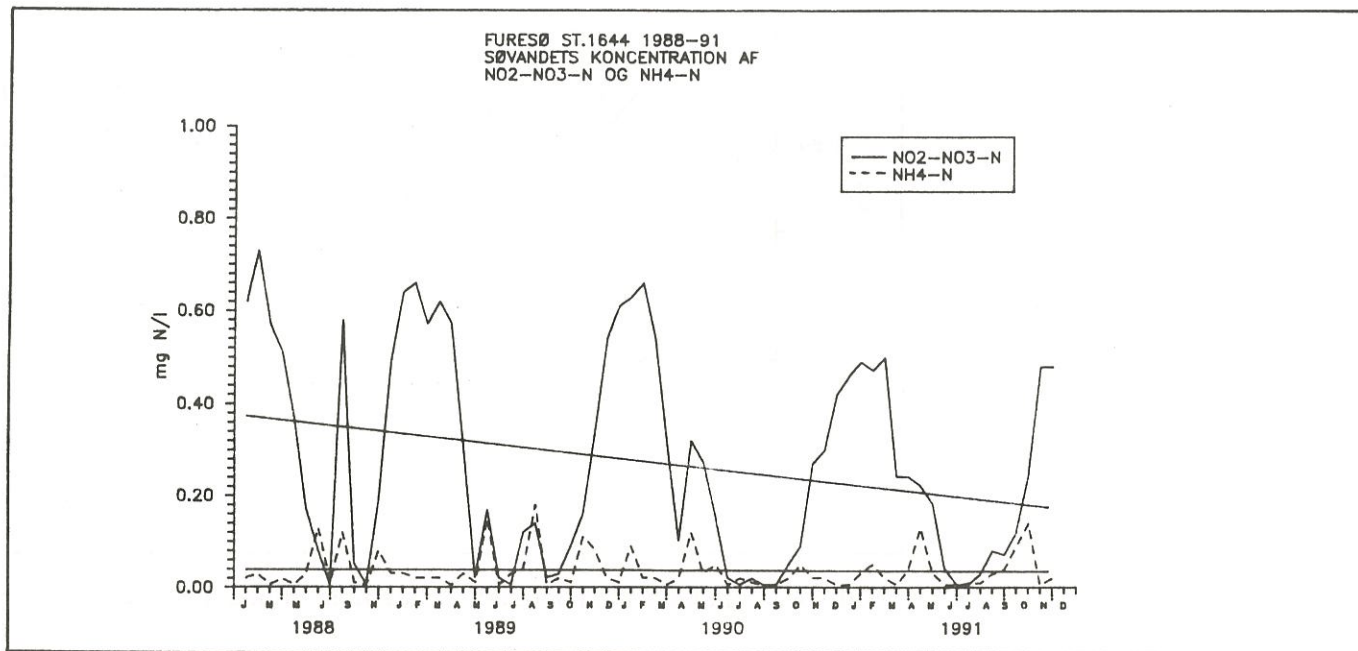
På figur 2.7.3 ses at årsgennemsnittet af totalkvælstof i 1991 er faldet en anelse i forhold til de to foregående år.



Figur 2.7.4 Totalkvælstofkoncentrationen. 1988-91.

Vurderes årsvariationen gennem de sidste 4 år, som vist på figur 2.7.4, svinger koncentrationen omkring et niveau på 0.95 mg TN/l. Totalkvælstofkoncentrationen i overflade-

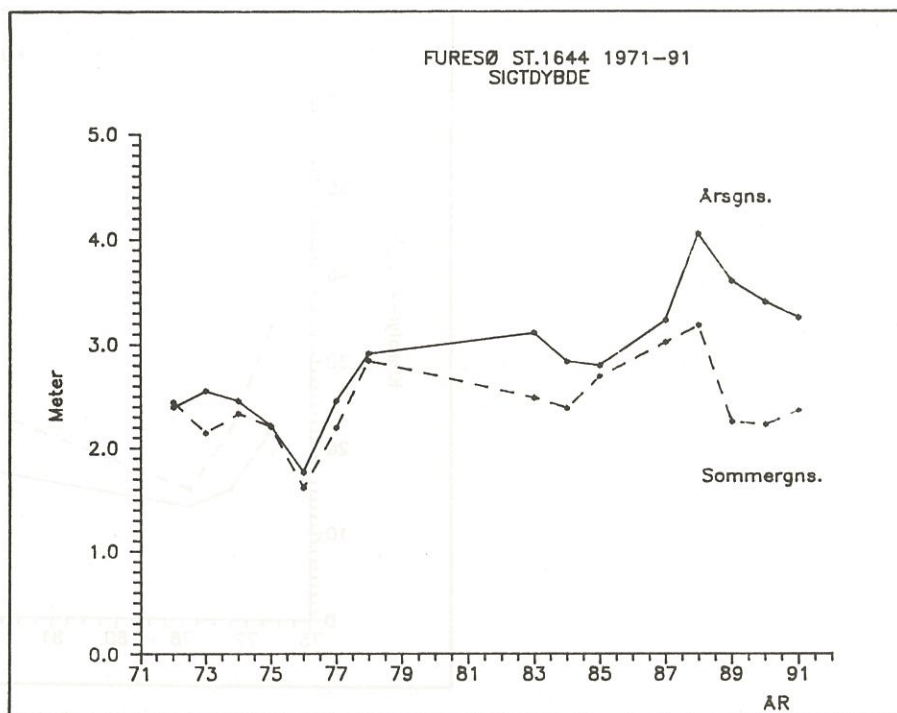
vandet topper i vintermånederne, hvor afstrømningen er højest, samt i sommermånederne, hvilket kunne tyde på kvælstoffixering fra blågrønalger.



Figur 2.7.5 Nitrit-nitrat- og ammoniumkoncentrationen. 1988-91.

Den uorganiske kvælstoffraktion følger stort set det billede totalkvælstof tegner (se figur 2.7.5). Vurderes de to kvælstoffraktioner igennem de sidste 4 år ses på figur 2.7.5, at nitrit-nitrat-N koncentrationen er faldet svagt, samt at toppene udelukkende ligger i efterårs- og vintermånederne. Dette er også gældende for Ammonium-N, der ligesom nitrit-nitrat-N til tider ligger under detektionsgrænsen i sommerperioden. Ammonium-N's stigning i efteråret hænger sammen med springlagets nedbrydning, og frigivelse af næringsstoffer fra hypolimnion.

Sigtdybde



Figur 2.7.6 Sigtdybden. Års- og sommergennemsnit. 1972-91.

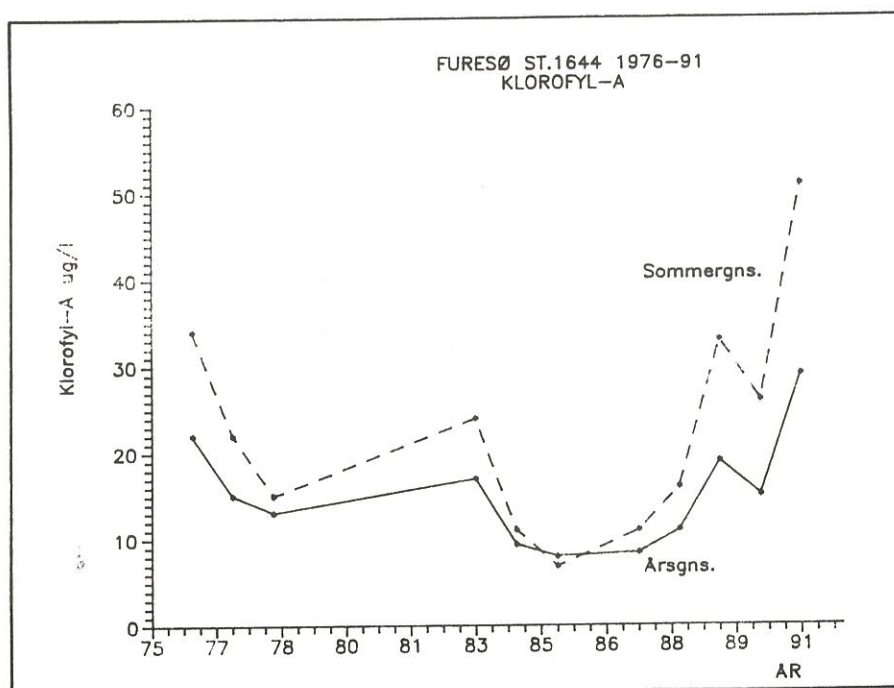
Den positive forbedring den årsgennemsnitlige sigtdybde fra 1976-88 har udvist, er blevet afløst af faldende sigtdybdeværdier igennem de sidste 4 år, (Se figur 2.7.6). Sommergennemsnittet viser samme tendens, idet der er sket et fald på næsten 1 meter i sigtdybdegennemsnittet fra 1988 til 1991.

Vurderes sommergennemsnittet for 1991, er der umiddelbart sket en forbedring på 14 cm. Dette skyldes at vi "tilfældigvis", har haft et tilsyn i en kort klarvandsperiode i juni måned, hvor algerne er nedgræsset. På dette tilsyn målt sigtdybden til 6.3 m, hvilket har stor betydning på sommergennemsnittet, idet målinger 2 uger før og efter viste ca. den halve værdi. Havde man ikke "ramt" den klarvandsperioden havde det samlede sommergennemsnit ændret sig fra 2.36 m til 2.05 m, og således vist et yderligere fald iforhold til årene før.

Der blev således i 1991 registreret sommerminimumsværdier, ligeså lave som i 1975.

Klorofyl

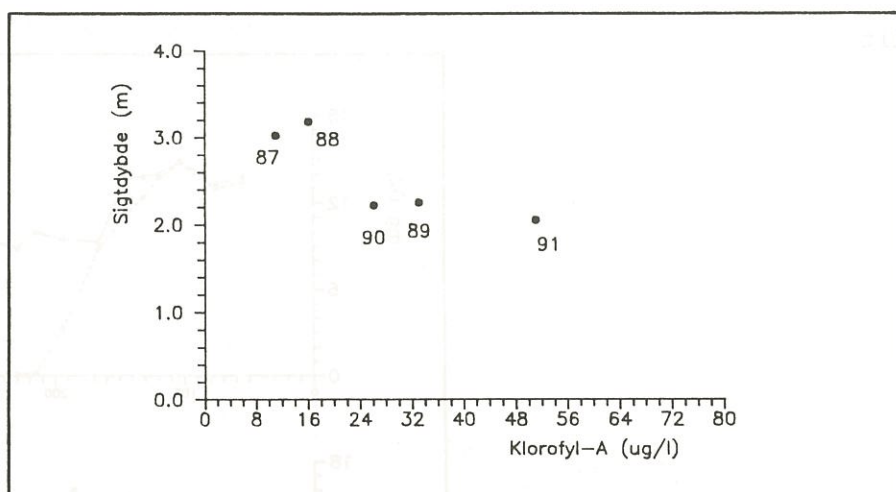
På figur 2.7.7 ses at søvandets klorofylindhold er et spejlbillede af den udvikling sigtdybdekurverne viser. Der er sket en markant stigning i vandets klorofyl indhold siden 1988. Års- og sommergennemsnittet for 1991 er i forhold til 1990 blevet fordoblet. Der er i perioden 1976-91 ikke målt så høje gennemsnit og maxværdier som i 1991.



Figur 2.7.7 Klorofyl-A. Års- og sommergennemsnit. 1976-91.

Sigtedybden er i høj grad relateret til mængden af klorofyl i søvandet, hvorfor mængden af planteplankton er den væsentligste bestemmende faktor for lysforholdene i det åbne bassin. På figur 2.7.8 er vist sammenhængen mellem sommergennemsnit af sigtddybe og klorofyl-A i de sidste 5 år. Figuren understreger den tilstandsforværring Furesøen befinder sig i, idet der er en god sammenhæng mellem de stigende klorofylværdier og den faldende sigtddybe. Udviklingen på figuren passer godt til de sammenhænge Danmarks Miljøundersøgelser har opstillet /9/. Det skal bemærkes at sigtddybeværdien fra klarvandsperioden (se under sigtddybe) er udeladt af sommergennemsnittet.

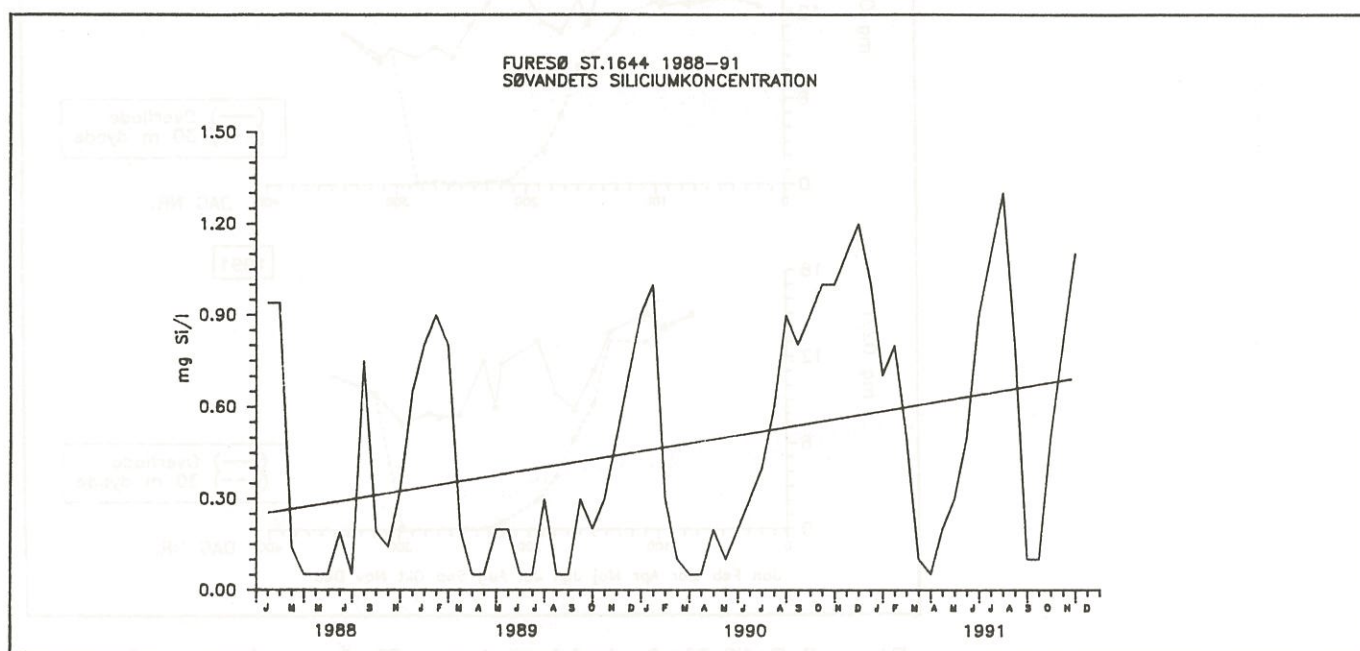
En tilsvarende figur for Storekalv vil afvige noget fra figur 2.7.8, idet der ikke umiddelbart vil opstå en sigtddybdeforbedring ved faldende klorofylværdier. Denne afvigelse kan i vid udstrækning forklares ved, at andre typer af suspenderet materiale end planteplankton nedsætter vandets klarhed.



Figur 2.7.8 Sammenhængen mellem sommergennemsnit af sigt dybde og klorofyl-A. St.1644. 1987-91.

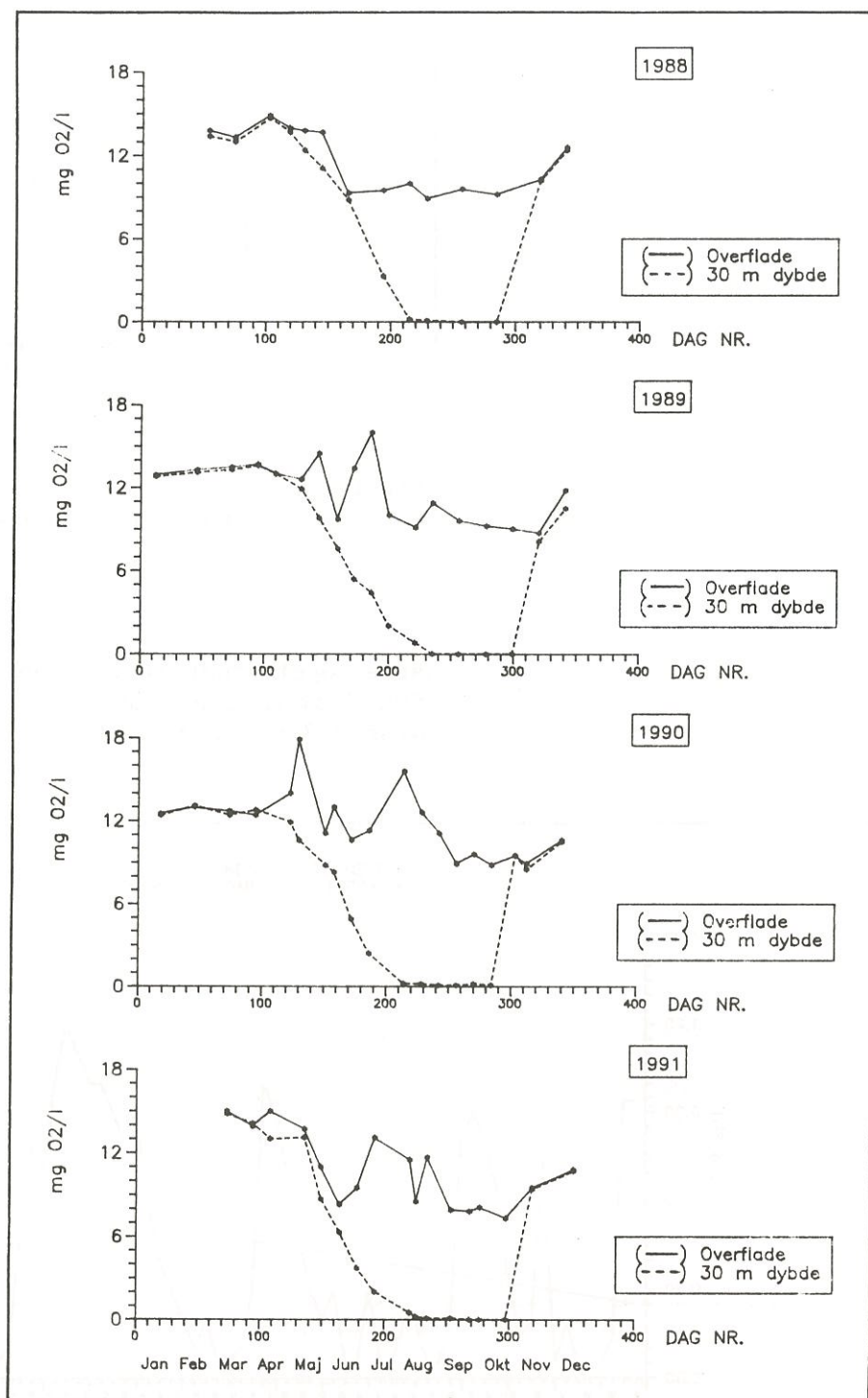
Silicium

Siliciumkoncentrationen har været stigende igennem de sidste 4 år. Dette hænger tildels sammen med det forhold at en øget vandtilførsel har forøget siliciumtransporten fra Fiskebækken, Dumpedalsrenden og Vejlesø kanal i de sidste 3 år. (Se figur 2.7.9)



Figur 2.7.9. Siliciumkoncentrationen. 1988-91.

Ilt



Figur 2.7.10 Iltforholdene i overflade- og bundvandet. Det åbne bassin. 1988-91.

Iltmålinger fra 1988 og frem til 1991, som er afbildet på figur 2.7.10, viser et meget ensartet billede af bundvandets minimums iltkoncentration. I de sidste 4 somre har perioden med iltsvind haft en varighed på 3-3½ måned, begyndende medio juli.

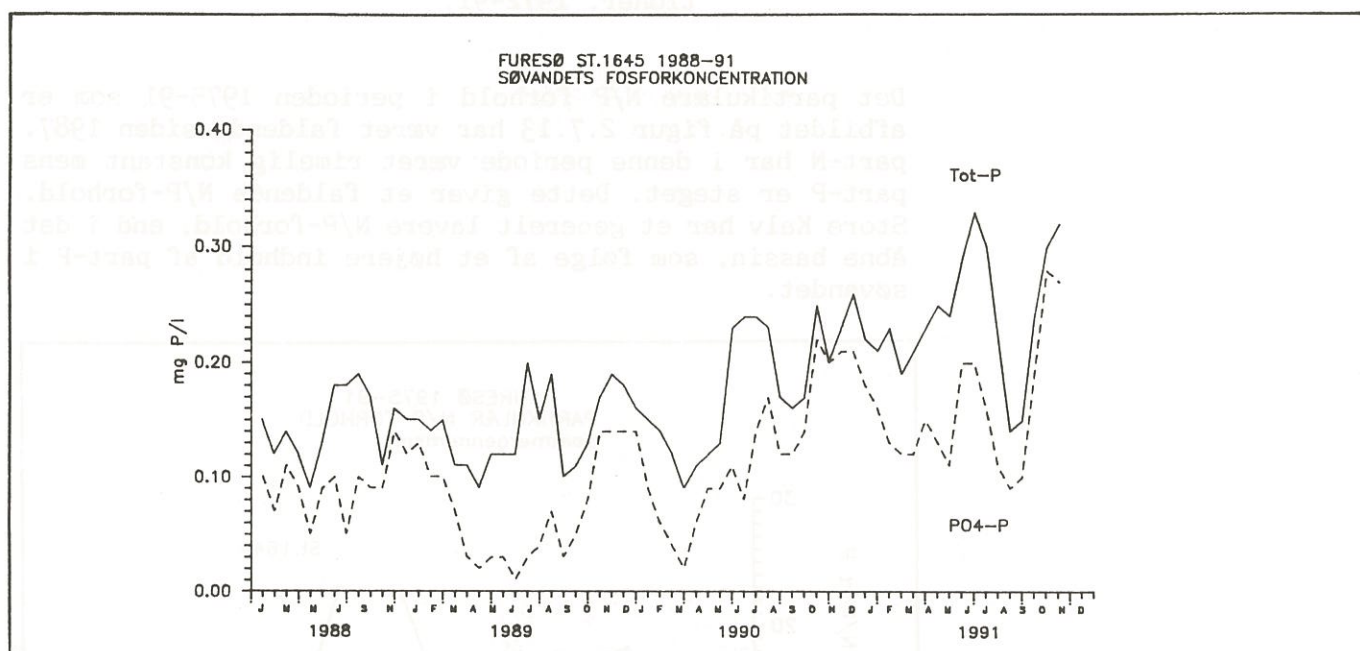
For at eliminere fejlmålinger i slamlaget lige over bunden, er der på iltfignurerne brugt iltmålinger fra 30 m's dybde som værdi for bundvandet.

Store Kalv (St. 1645)

Kvælstof, klorofyl-A, sigtdybden samt silicium følger stort set det samme mønster som er beskrevet for det åbne bassin. Dog med forskel i koncentrationsniveauet. Det kan nævnes at sigtdybde sommergennemsnittet er det lavest registrerede i de sidste 20 år.

Fosfor

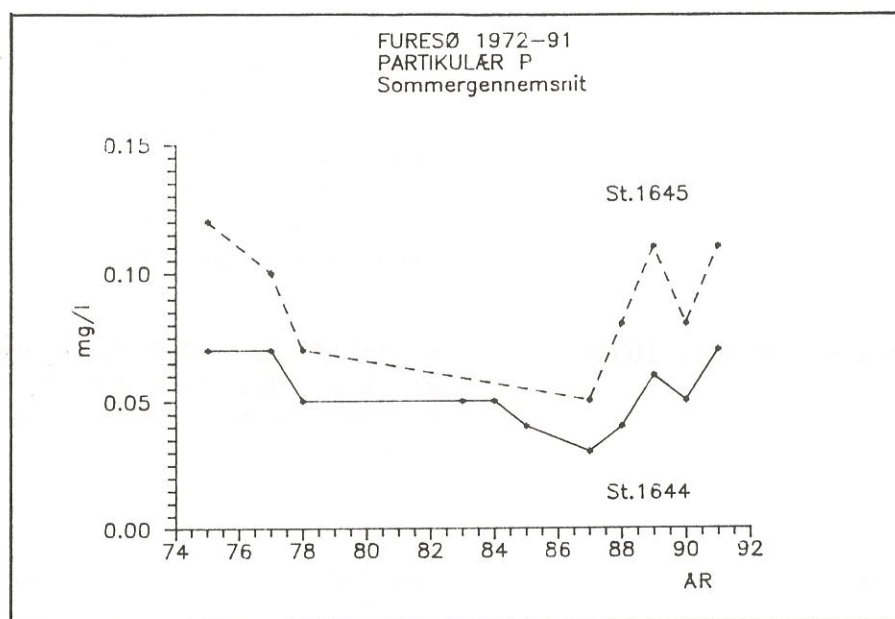
Figur 2.7.11 viser fosforkoncentrationen i søvandet i de sidste 4 år. Fosforkurverne har et forløb stort set identisk med målingerne fra det åbne bassin, (figur 2.7.2).



Figur 2.7.11 Fosforkoncentrationen. 1988-91

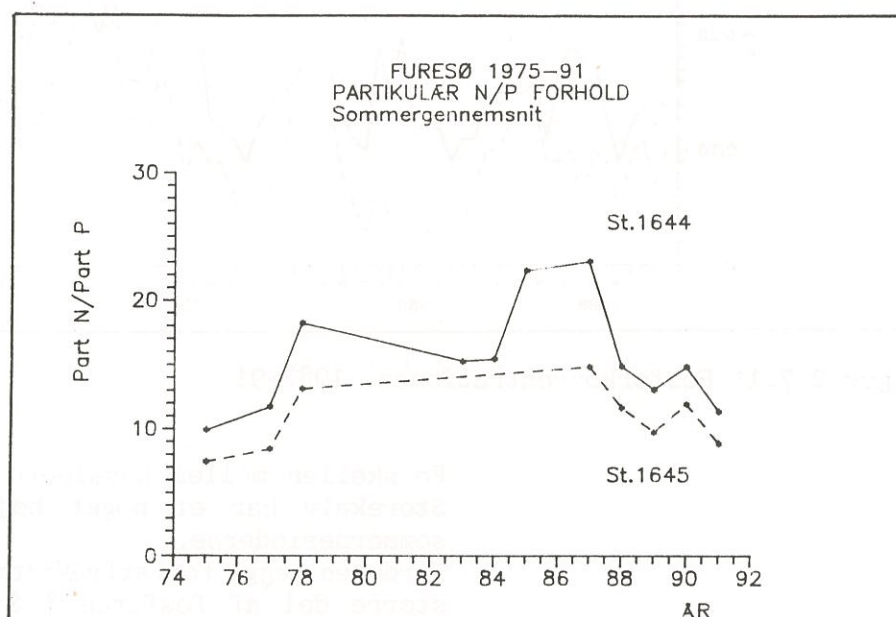
Forskellen mellem bassinerne beror på at totalfosfor i Storekalv har et noget højere koncentrationsniveau i sommerperioderne.

Vurderes begge fosfatfraktioner kan det konkluderes at en større del af fosforen i St.Kalv-bassinet er organisk bundet end det er tilfældet i det åbne bassin. Dette ses tillige på figur 2.7.12, der viser den partikulær-bundne fosfor i de to søbassiner.



Figur 2.7.12 Den partikulær-bundne fosfor på de to søstationer. 1972-91.

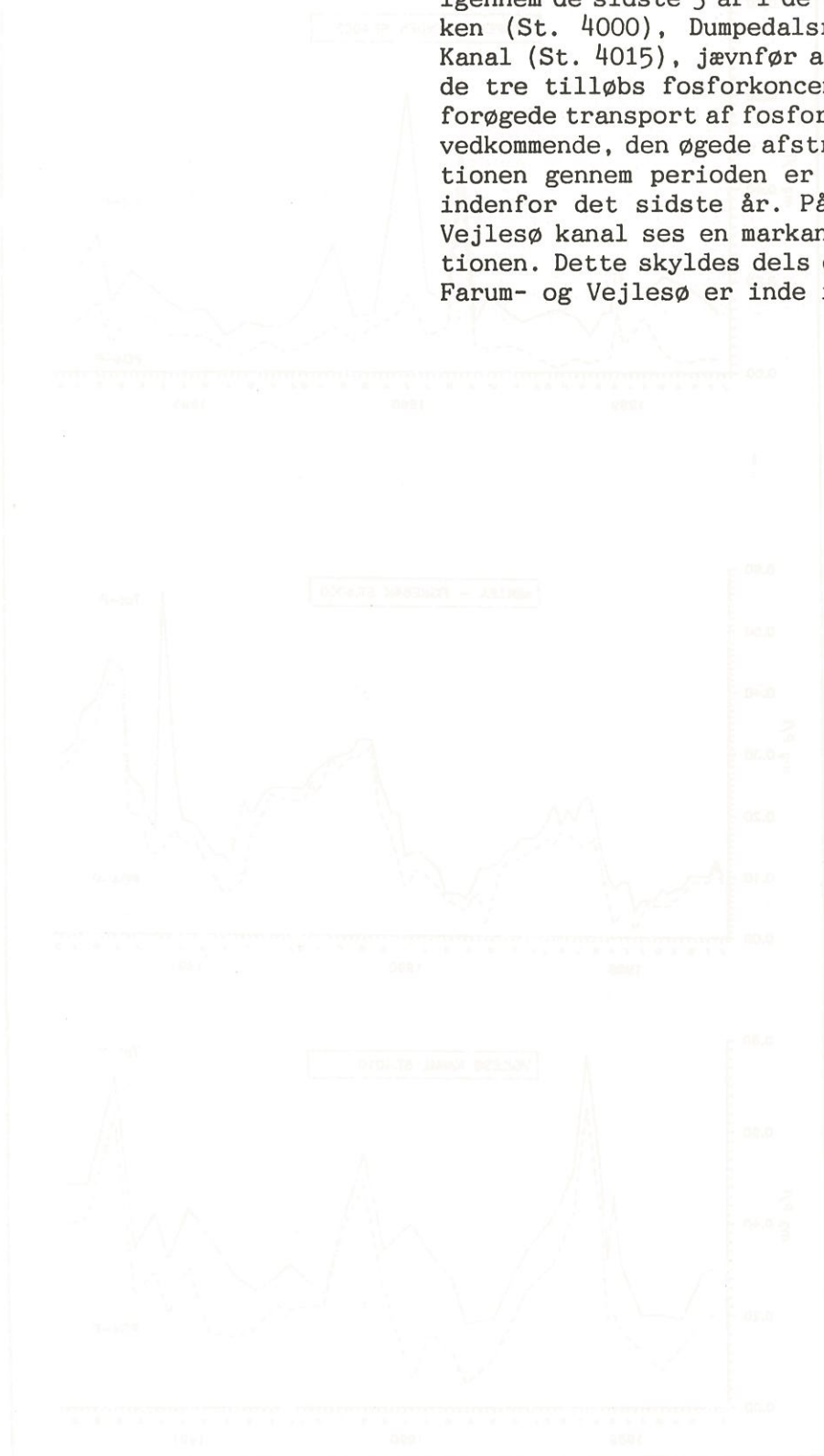
Det partikulære N/P forhold i perioden 1975-91 som er afbildet på figur 2.7.13 har været faldende siden 1987. part-N har i denne periode været rimelig konstant mens part-P er steget. Dette giver et faldende N/P-forhold. Store Kalv har et generelt lavere N/P-forhold, end i det åbne bassin, som følge af et højere indhold af part-P i søvandet.



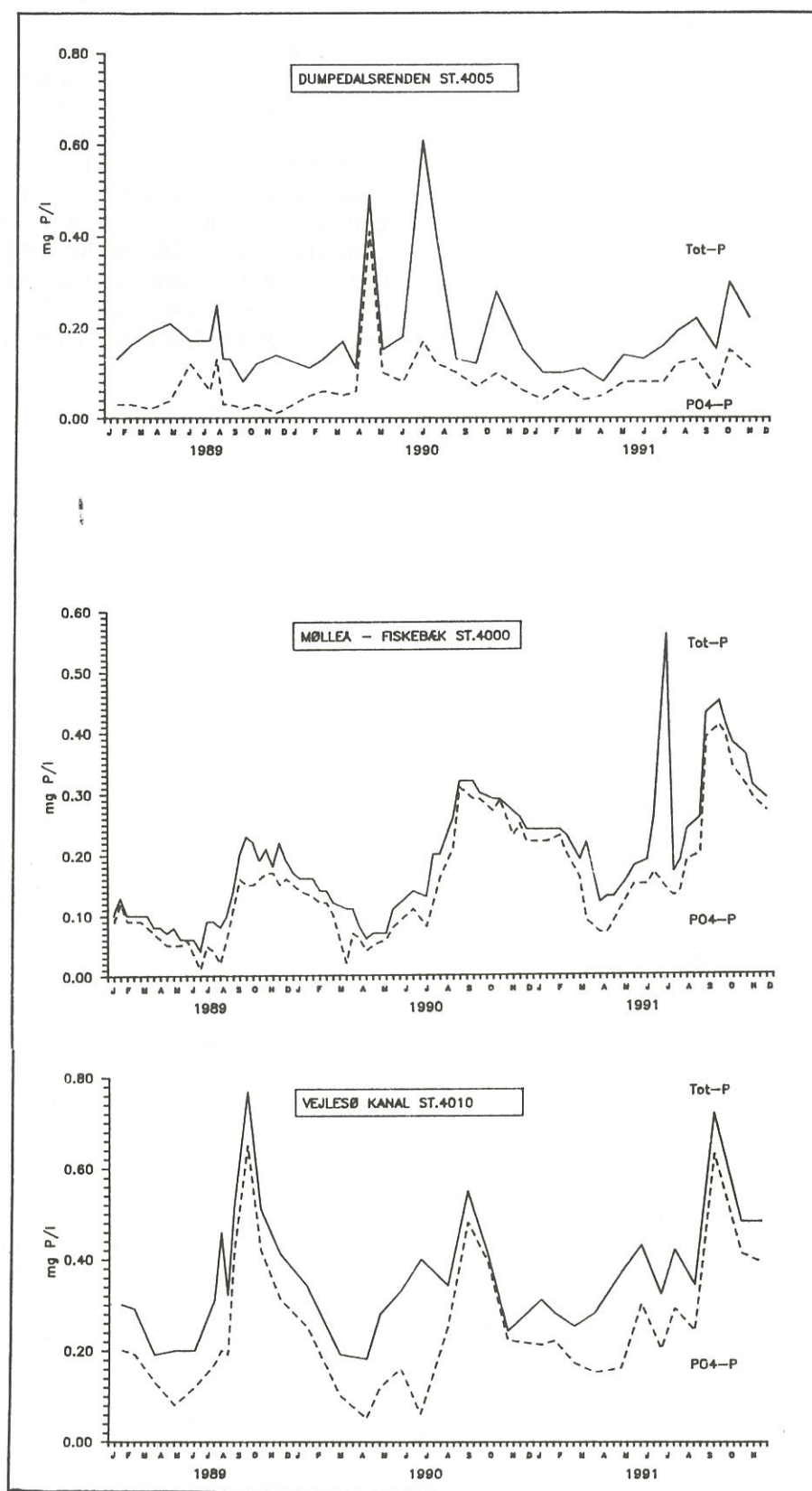
Figur 2.7.13 Det partikulære N/P - forhold på de to søstationer. 1975-91.

Tilløb

Transporten af kvælstof og fosfor har været stigende igennem de sidste 3 år i de tre naturlige tilløb Fiskebækken (St. 4000), Dumpedalsrenden (St. 4005) og Vejlesø Kanal (St. 4015), jævnfør afsnit 2.6. På figur 2.7.14 ses de tre tilløbs fosforkoncentration i årene 1989-91. Den forøgede transport af fosfor, skyldes for Dumpedalsrendens vedkommende, den øgede afstrømning, idet fosforkoncentrationen gennem perioden er uforandret, eller faldet som indenfor det sidste år. På kurverne fra Fiskebækken og Vejlesø kanal ses en markant stigning i fosforkoncentrationen. Dette skyldes dels den øgede afstrømning, dels at Farum- og Vejlesø er inde i en aflastningsperiode.



Figur 2.7.14 De tre naturlige tilløbs fosforkoncentration i årene 1989-91.

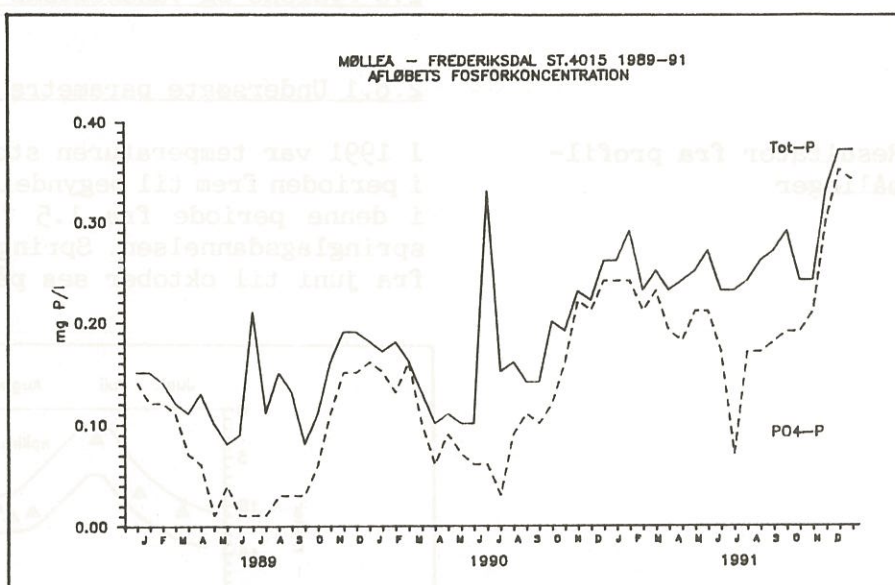


Figur 2.7.14 De 3 hovedtilløbs fosforkoncentration. 1989-91.

Afløb

Transporten af kvælstof og fosfor er, tilsvarende Furesøens tilløb, steget i de sidste 3 år. Fosfortransporten er næsten tredoblet i denne periode. Totalfosfors års- og sommergennemsnit er ca. 50 % højere end i 1990.

På figur 2.7.15 ses nogle meget store toppe som optræder i efteråret. Dette skyldes transport af meget fosforholdige vand, som følge af springlagets nedbrydning, og den deraf følgende opblanding af det fosforholdige hypolimnionvand i det åbne bassin.



Figur 2.7.15 Afløbets fosforkoncentration. 1989-91.
Mølleå - Frederiksdal St. 4015

2.7.3 Sammenfatning

Stigningen i fosforkoncentration i 1990 fortsatte i 1991. Totalfosforkoncentrationen er steget med 125 % fra 1989 til 1991. Søvandskoncentrationen nærmer sig samme niveau som i 1978, hvilket var få år efter belastningsreduktionen.

De seneste års stigning i fosforkoncentrationen ses til lige på to af tilløbene fra henholdsvis Farum sø og Vejlesø. Disse opstrøms beliggende søer er i lighed med Furesø under aflastning.

Kvælstofkoncentrationen i søvandet viser store variationer årene imellem, men er stort set uændret gennem de sidste 16 år. Dog er den årsgennemsnitlige totalkvælstofkoncentration i 1991 faldet en anelse iforhold til de to foregående år.

Sigtedybden afspejler søvandets stigende fosforkoncentration. Den positive udvikling den årsgennemsnitlige sigt- dybde udviste fra 1976-88, er afløst af dårligere sigt- dybde i de sidste 4 år. Sommergennemsnittet viser samme

tendens, idet der er sket et fald på næsten 1 meter fra 1988 til 1991. Sigtdybden i Storekalv er mindre end for det åbne bassin, men følger i store træk de samme tendenser.

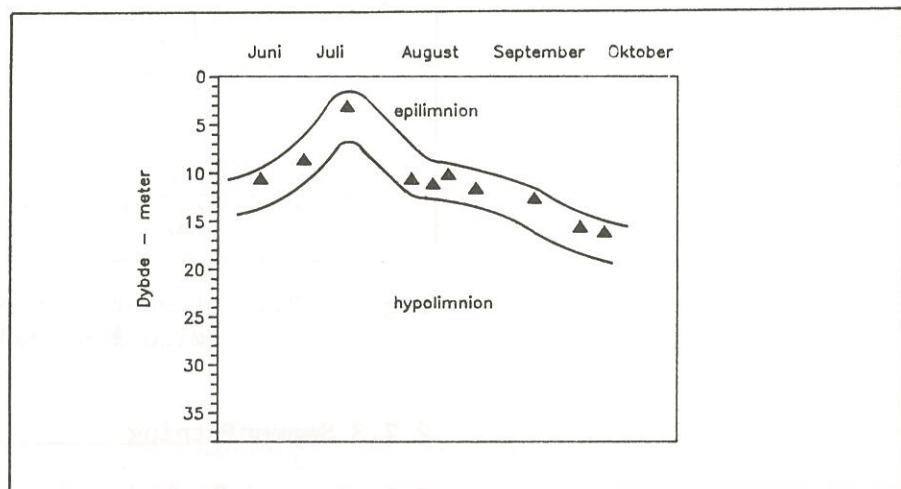
De sidste års iltmålinger understreger, at bundvandets minimums iltkoncentration ikke har ændret sig i de sidste 40 år. Perioden med helt lave iltkoncentrationer har hver sommer haft en varighed af 3-3½ måned.

2.8 Fysiske og vandkemiske målinger i søen, 1991

2.8.1 Undersøgte parametre på begge stationer

Resultater fra profil-målinger

I 1991 var temperaturen stort set ens i hele vandmassen i perioden frem til begyndelsen af juni. Temperaturen steg i denne periode fra 1.5 °C til 13 °C. Derpå startede springlagsdannelsen. Springlagets beliggenhed i perioden fra juni til oktober ses på figur 2.8.1.

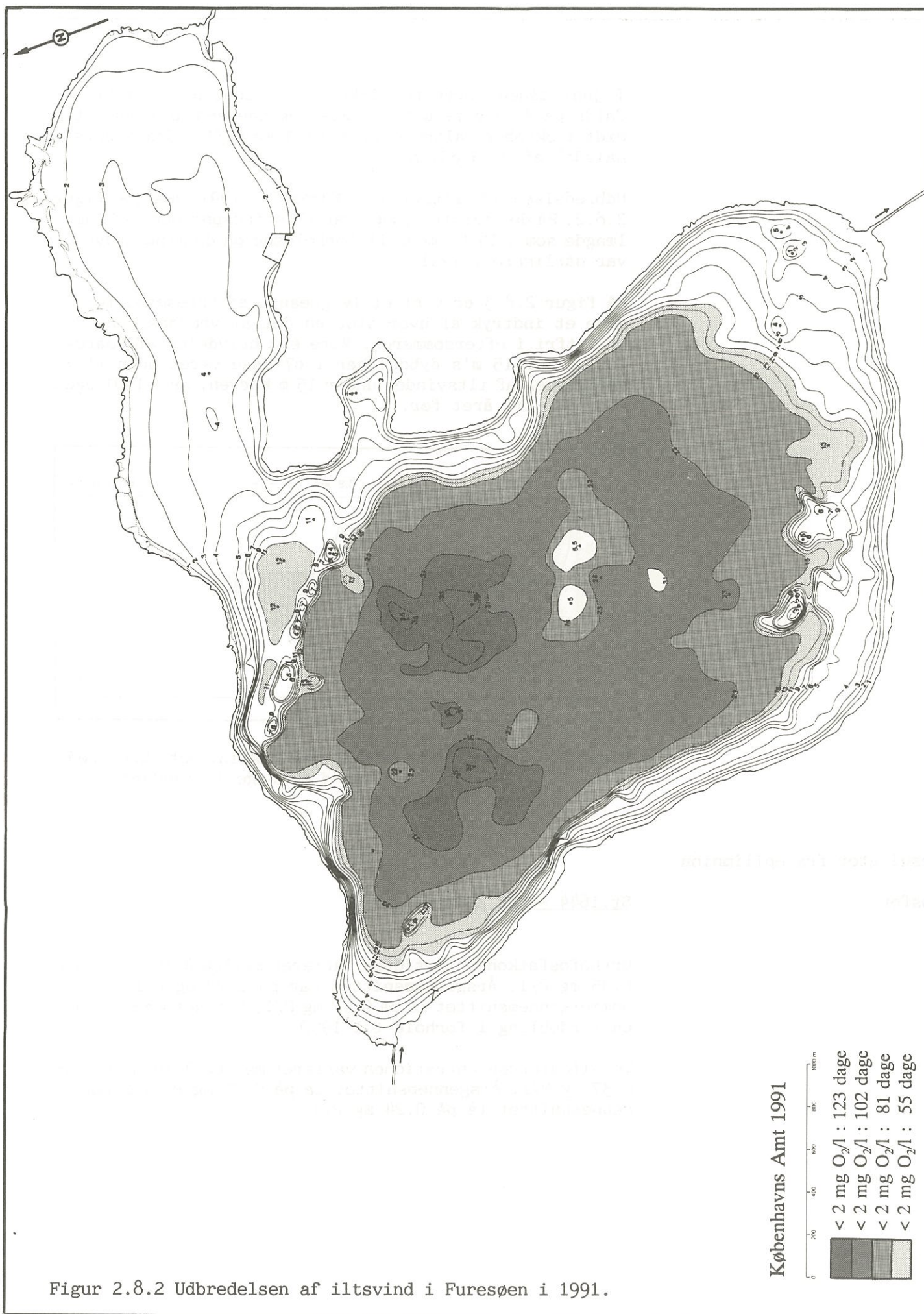


2.8.1 Springlagets beliggenhed i perioden juni - oktober i det åbne bassin.

Springlagets "høje" placering i juli måned skyldes, en hurtig og kraftig opvarmning af overfladevandet, efter den lange regnvejrperiode.

Gennem perioden rykkede springlaget ned igennem vandsøjlen. I midten af oktober opløstes springlaget og søens vandmasser blev igen totalt vertikalt opblandede.

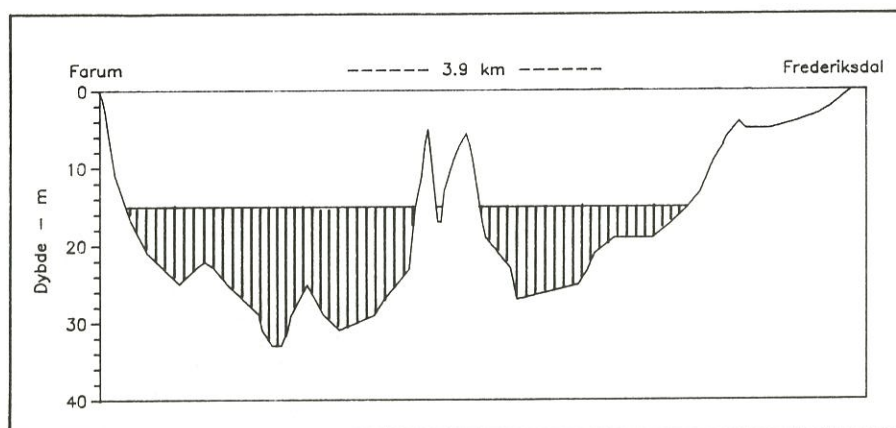
Vandtemperaturen faldt til 5 °C i december. Springlagsperioden havde en varighed af 126 dage, modsat 1989 og 1990 der var på 155 dage.



I juni måned begyndte iltkoncentrationerne gradvist at falde på de større dybder. Fra begyndelsen af august til midt i oktober målttes mellem 0 - 1 mg O_2 /l i den nederste halvdel af vandsøjlen.

Udbredelsen af iltsvind i Furesø i 1991 ses på figur 2.8.2. På de største dybder var iltsvindperioden af samme længde som i 1990, mens iltf forholdene på de mindre dybder var dårligere i 1991.

På figur 2.8.3 er vist et længdesnit af Furesøen, for at give et indtryk af hvor stor en del af vandmasserne der er iltfri i eftersommeren. Mere end halvdelen af søarealet, under 15 m's dybde, har i 67 dage været uden ilt. Varigheden af iltsvindet under 15 m kurven, er i 1991 øget iforhold til året før.



Figur 2.8.3 Længdesnit af det åbne bassin. Det skraverede felt var iltfrit i 67 dage i månederne august-oktober.

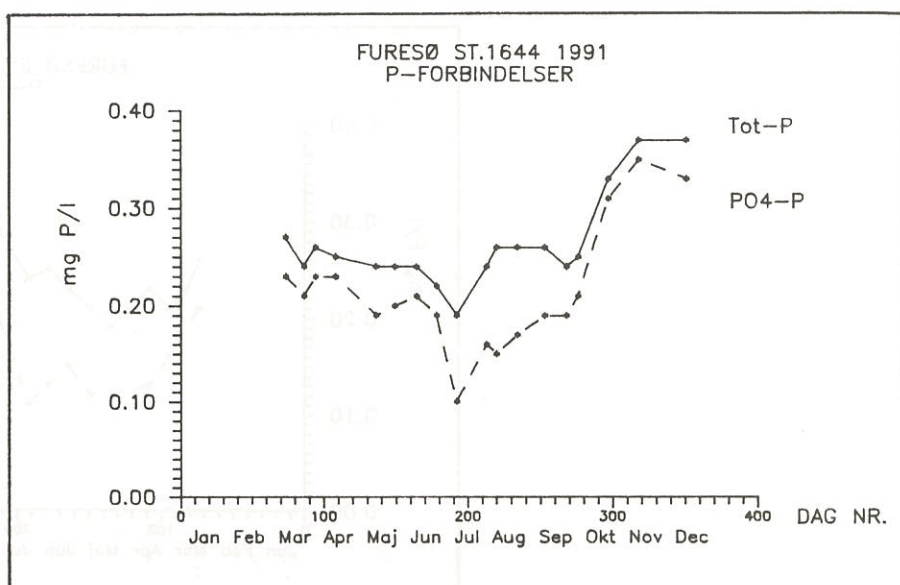
Resultater fra epilimnion

Fosfor

St.1644 - Det åbne bassin

Orthofosfatkoncentrationen varierer mellem 0.10 mg P/l og 0.35 mg P/l. Årsgennemsnittet var på 0.22 mg P/l. Sommergennemsnittet lå på 0.17 mg P/l, hvilket er mere end en fordobling i forhold til 1990.

Totalfosforkoncentrationen varierer mellem 0.19 mg P/l og 0.37 mg P/l. Årsgennemsnittet lå på 0.27 mg P/l. Sommergennemsnittet lå på 0.24 mg P/l.



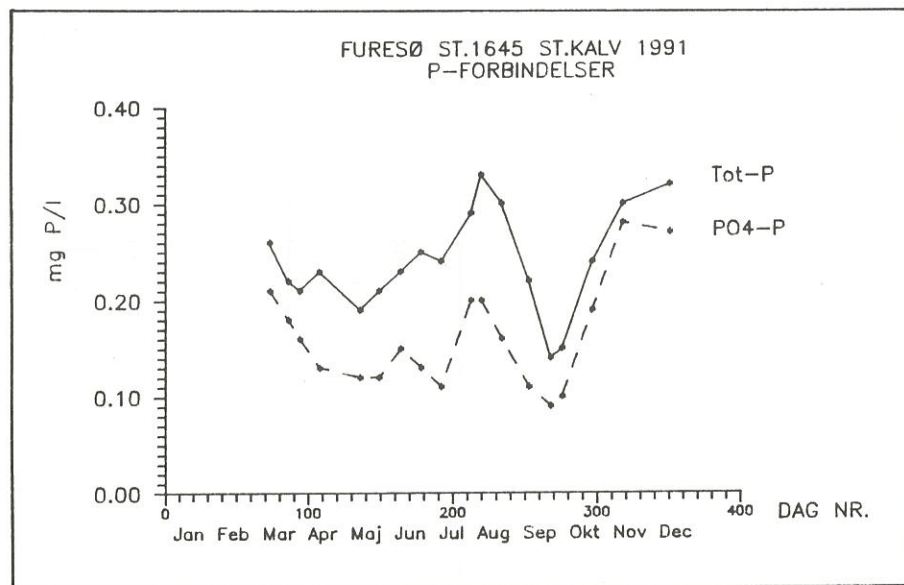
Figur 2.8.4 Fosforforbindelser i 1991. St.1644.

Fosfor-kurverne har et forløb meget lig året før, dog på et noget højere koncentrationsniveau. Stigningen i begyndelsen af oktober måned skyldes at hypolimnionvand med højere fosforkoncentrationer opblandes med epilimnionvand, ved springlagets opløsning (se fig 2.8.4). Orthofosfatkoncentrationen i sommermånederne har ikke været nede under detektionsgrænsen.

St.1645 - Storekalv

Orthofosfatkoncentrationen varierer mellem 0.09 mg P/l og 0.28 mg P/l. Årsgennemsnittet lå på 0.16 mg P/l. Koncentrationen i sommermånederne har ikke været nede under detektionsgrænsen (0.01 mg P/l). Sommergennemsnittet lå på 0.14 mg P/l.

Totalfosforkoncentrationen varierer mellem 0.14 mg P/l og 0.33 mg P/l. Års- og sommergennemsnittet lå på henholdsvis 0.24 mg P/l og 0.25 mg P/l.



Figur 2.8.5 Fosforforbindelser i 1991. St.1645.

Koncentrationsniveauet for fosfor er, som for st. 1644, hævet betydeligt i forhold til året før. I lighed med 1989-90 målingerne ses der på fig 2.8.5 en meget kraftig stigning midt på sommeren. Stigningen kan skyldes flere forhold.

Høj vandtemperatur og stor biologisk aktivitet kan medføre frigivelse af fosfor fra bunden. Søer med dominans af blågrønalger (blågrønalgerne udgør 80 % af algerne i Storekalv i den produktive periode) kan have høje søvandskoncentrationer af fosfor i sommerperioden, idet blågrønalgerne bundfældes generelt dårligere end de øvrige planteplanktonklasser pga. lavere synkehastighed, hvilket medfører at der bundfældes mindre af den frigivne fosfor, som således bliver i vandmassen /9/.

En kraftig resuspension vil desuden accelerere ovennævnte forhold. Der er således flere forhold der kan give disse koncentrationsstigninger i sommerperioden. Ovennævnte understreges ved at denne "fosfortop" optræder i samme periode hvor total-N, pH, klorofyl-A, COD (Part) og suspenderet stof har sine årsmaksima.

Vurderes den gruppering Danmarks Miljøundersøgelser har placeret de 37 overvågningssøer efter sommermiddelkoncentrationen af totalfosfor, vil fosforresultaterne fra begge søbassiner medføre at Furesøen rykker op i en højere koncentrationsgruppe./9/.

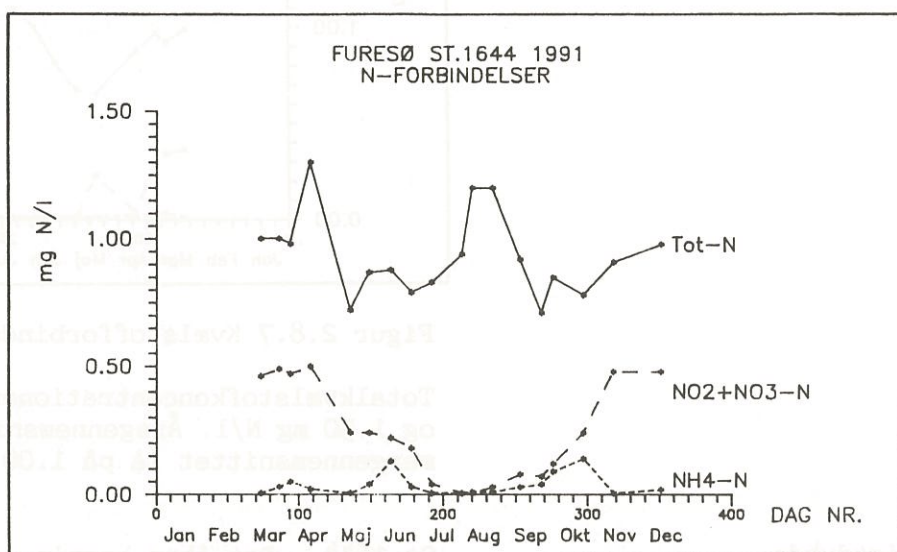
Kvælstof

St.1644 - Det åbne bassin

De uorganiske kvælstofforbindelser ligger i en del af juli og august måned med koncentrationer omkring detektionsgrænsen (0.01 mg N/l) (se fig 2.8.6). De høje efterårsværdier, især for nitrit-nitrat, optræder efter springla-

gets nedbrydning, hvor hypolimnionvandets høje kvælstofkoncentrationer fordeles i hele vandsøjlen.

Koncentrationen af den frie ammoniak oversteg ikke den fastsatte grænse på 0.025 mg/l /10/. Den højeste målte værdi af den frie ammoniak var på 0.006 mg/l i september måned.

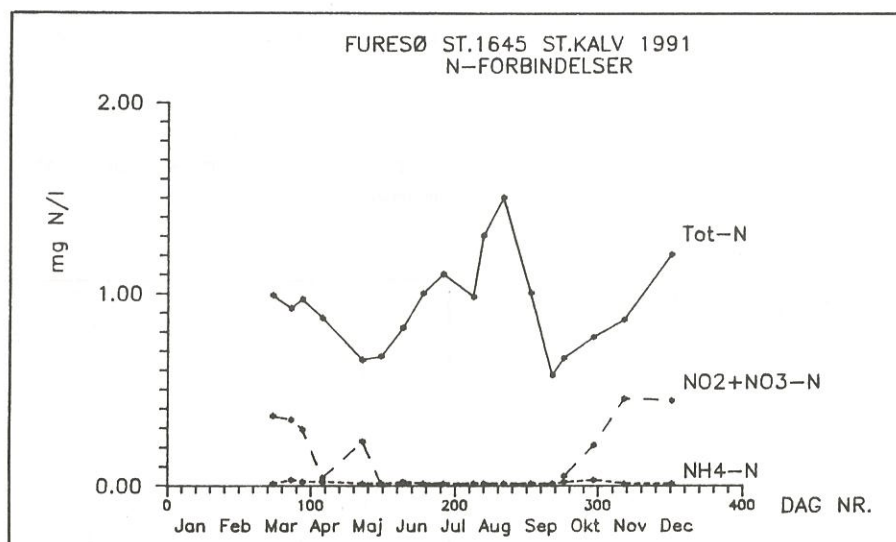


Figur 2.8.6 Kvælstofforbindelser i 1991. St.1644.

Totalkvælstofkoncentrationen varierer mellem 0.71 mg N/l og 1.3 mg N/l. Årsgennemsnittet lå på 0.93 mg N/l. Sommergennemsnittet lå på 0.92 mg N/l. I juli og august måned havde total-N et maxima. Denne top optrådte samtidig med at blågrønalgerne udgjorde 80-97 % af plantplanktonbiomassen, med *Pseudoanabaena limnetica* som dominerende art. Dette kunne tyde på kvælstoffixering hos denne alge, men dette er ikke videnskabeligt bevist.

St.1645 - Storekalv

Koncentrationen af det opløste uorganiske kvælstof ligger under detektionsgrænsen (0.01 mg N/l) igennem størstedelen af sommerperioden (se fig. 2.8.7). Storekalv adskiller sig her fra det åbne bassin der kun i en kortere periode lå på dette koncentrationsniveau. Den højeste målte værdi af den frie ammoniak lå på et niveau langt under den fastsatte grænse på 0.025 mg/l /10/.

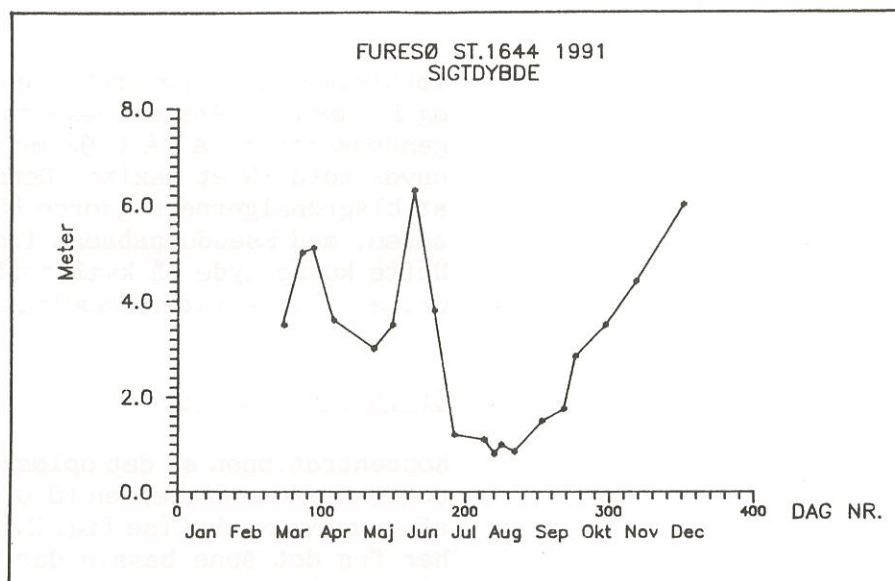


Figur 2.8.7 Kvælstofforbindelser i 1991. St.1645.

Totalkvælstofkoncentrationen varierer mellem 0.57 mg N/l og 1.50 mg N/l. Årsgennemsnittet lå på 0.93 mg N/l. Sommergennemsnittet lå på 1.00 mg N/l.

Sigtdybde

St.1644 - Det åbne bassin

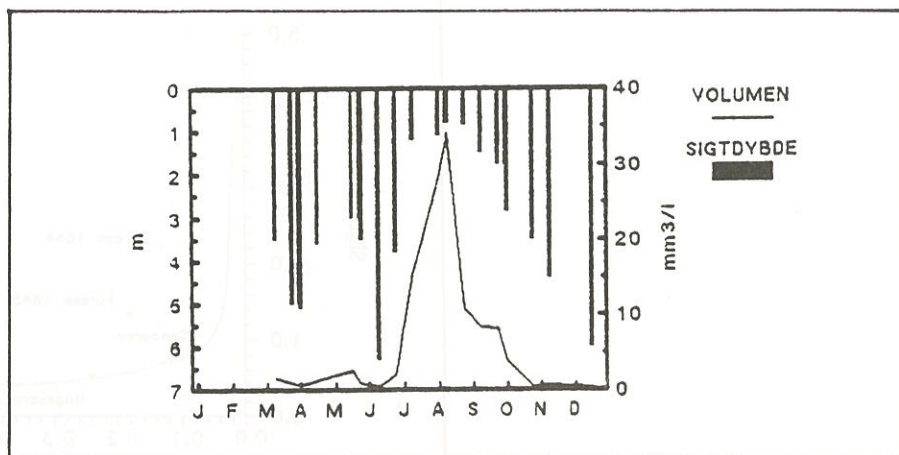


Figur 2.8.8 Sigtdybden i 1991. St.1644.

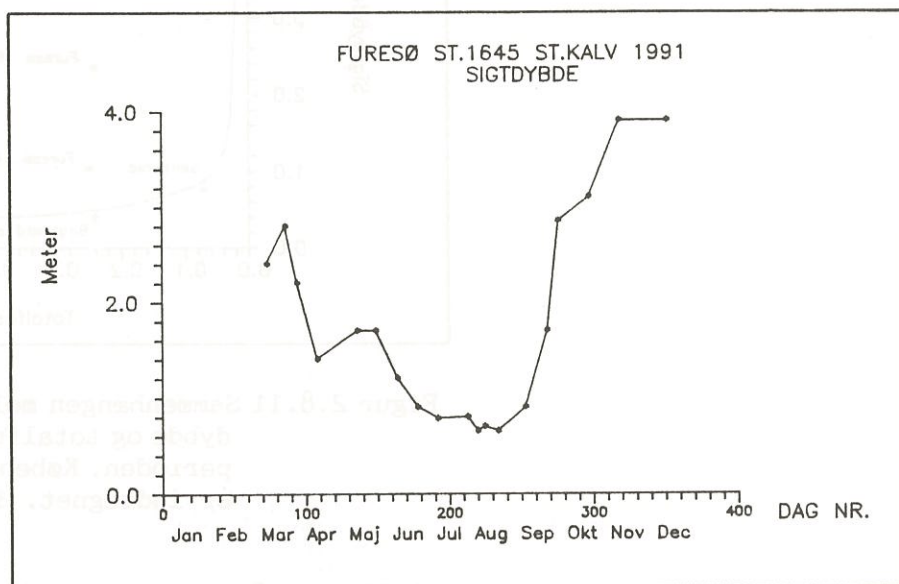
I 1991 svingede sigtdybden mellem 0.80 m og 6.30 m (figur 2.8.8). Års- og sommergennemsnittet lå på henholdsvis 3.25 m og 2.36 m. På figur 2.8.9 ses tydeligt at sigtdybden er et spejlbillede af algemængden, målt som planteplanktonbiomasse (mm³/l). Årets laveste sigtdybdeværdier målt i perioden hvor plankton-biomassen er størst. Samme forhold er gældende ved sammenligning af sigtdybdeværdier og

klorofyl-A. Desuden følger mængden af partikulært COD og suspenderet stof udviklingen i klorofylmængden.

St. 1645 - Storekalv

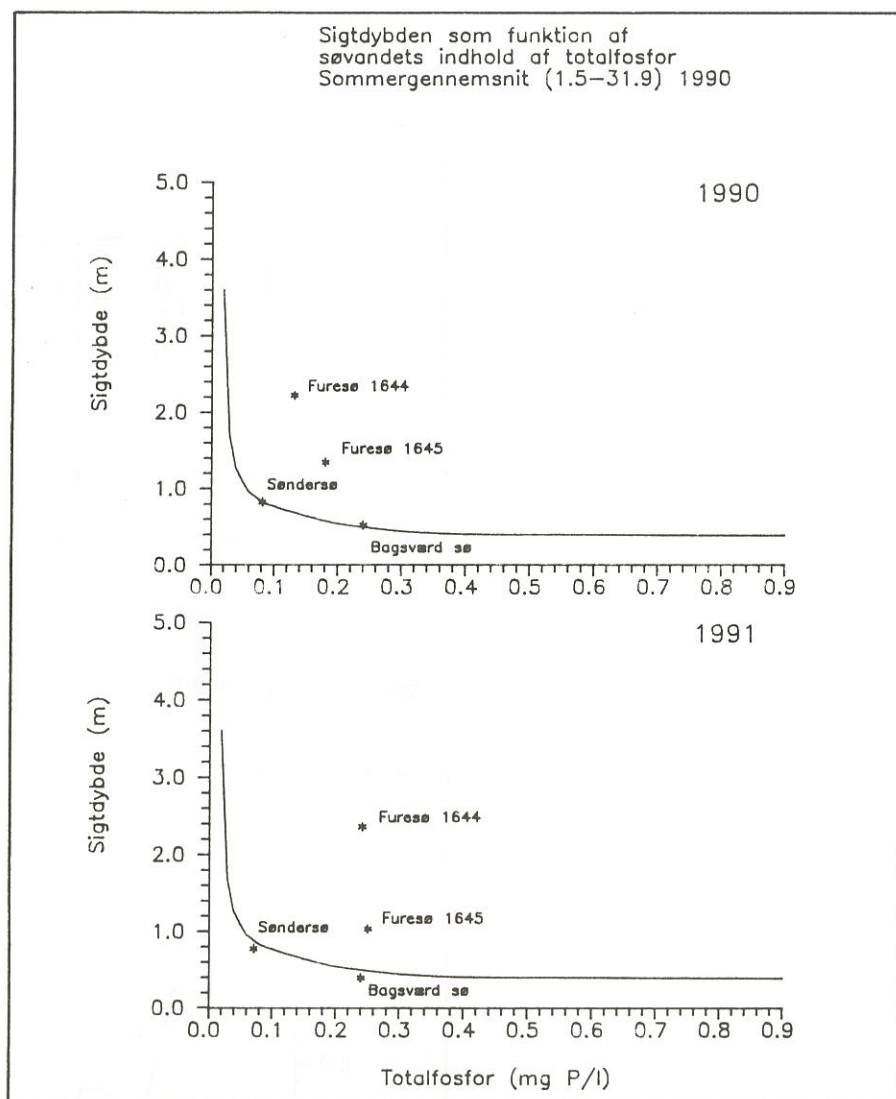


Figur 2.8.9 Sigtdybde (m) og planteplanktonbiomasse (mm³/l). St. 1644.



Figur 2.8.10 Sigtdybden i 1991. St.1645.

I 1991 varierede sigtdybden mellem 0.65 m og 3.9 m, og havde et årsgennemsnit på 1.95 m. Sigtdybdekurven på figur 2.8.10, har et forløb som følger det åbne bassins (st.1644) sigtdybdevariation. Der er sket et fald i sommergennemsnittet fra 1.34 m i 1990 til 1.03 m i 1991. Foruden algevæksten, har resuspension af bundmateriale indflydelse på sigtdybdeværdierne.



Figur 2.8.11 Sammenhængen mellem den gennemsnitlige sigtdybde og totalfosforkoncentrationen i sommerperioden. Københavns Amts 3 overvågningssøer er indtegnet. 1990-91.

På figur 2.8.11 ses sigtdybden som funktion af totalfosforkoncentrationen. Basislinien er et resultat af målinger fra 124 søer i Danmark /11/. Resultater fra Københavns Amts tre overvågningssøer i årene 1990-91 er desuden plottet ind.

Sønder sø og Bagsværd sø har næsten uforandrede sigtdybde- og fosforværdier i begge år. For Furesøen's vedkommende er fosforkoncentrationen steget betydeligt, umiddelbart uden en nævneværdi sigtdybdeforringelse i det åbne bassin (St.1644), hvilket skyldes en enkelt måling i klarvandsperioden (se afsnit 2.7.2).

Bagsværd sø og Furesøens to stationer har samme totalfosforkoncentrationsniveau, men har meget forskellig sommersigt dybde. Dette skyldes deres forskellige morfometri og at sedimentet meget ofte er udsat for resuspension i Bagsværd sø og i Storekalv (St.1645). For Storekalv er det gældende at der sker en nettotransport af organisk materiale ud i det åbne bassin, hvilket kan have en positiv effekt på sigt dybdeforholdene.

2.8.2 Undersøgte parametre i hypolimnion og næringsstofpuljer.

Fra midt i juni til starten af oktober blev der konstateret temperaturspringlag i søen. I starten var springlaget beliggende i ca. 8 meters dybde, men blev på grund af opvarmningen af overfladevandet (epilimnion) rykket mod større dybde gennem sommeren. Mod slutningen af den lagdelte periode lå springlaget således i ca. 18 meters dybde. I denne periode var vandsøjlen så at sige delt i to lige store dele; 18 meter epilimnion og 19 meter "bundvand" (hypolimnion).

Koncentration af næringsstoffer

Tilsvarende de foregående år kan der konstateres store variationer i indholdet af næringsstoffer i hypolimnion under stratifikationen. Vandkemidata fra bundvandet findes i bilag 2C.

Indholdet af nitrat-N faldt fra 0,25 mg N/l i starten af juni til under detektionsgrænsen i september-oktober måned. For ammonium-N er forholdet omvendt. I løbet af juli-august er koncentrationen af ammonium-N i bundvandet i 35 meters dybde under detektionsgrænsen, men stiger i løbet af to måneder til 0,8 mg ammonium-N/l.

Indholdet af totalkvælstof stiger kun ganske svagt i hypolimnion i gennem sommeren. Under de iltfrie forhold i bundvandet spiller frigivelse af kvælstof (ammonium-N) fra sedimentet tilsyneladende ikke så stor en rolle. Stigningen i ammonium kan tilskrives en forskydning af kvælstofs tilstandsform fra nitrat til ammonium i bundvandet, blandt andet på grund af denitrifikation.

Derimod stiger indholdet af fosfor i 35 meters dybde fra 0,4 mg TP/l i midten af juni til 1,14 mg TP/l i september-oktober. Den altovervejende del findes som orthofasfat.

I forhold til sommerperioden i 1990 er udviklingsforløbet det samme, men startkoncentrationerne er anderledes. Således er både indholdet af ammonium-N og fosfor dobbelt så høje i 1991 som i 1990, mens indholdet af nitrat-N kun er det halve. Dette er vigtigt at bemærke til forklaringen af søens tilstand.

Problematikken er derfor, hvad der betinger det højere indhold af fosfor og ammonium i bundvandet i foråret 1991 i forhold til den tilsvarende periode året før. Dette vurderes senere i dette afsnit.

Næringsstofpuljer

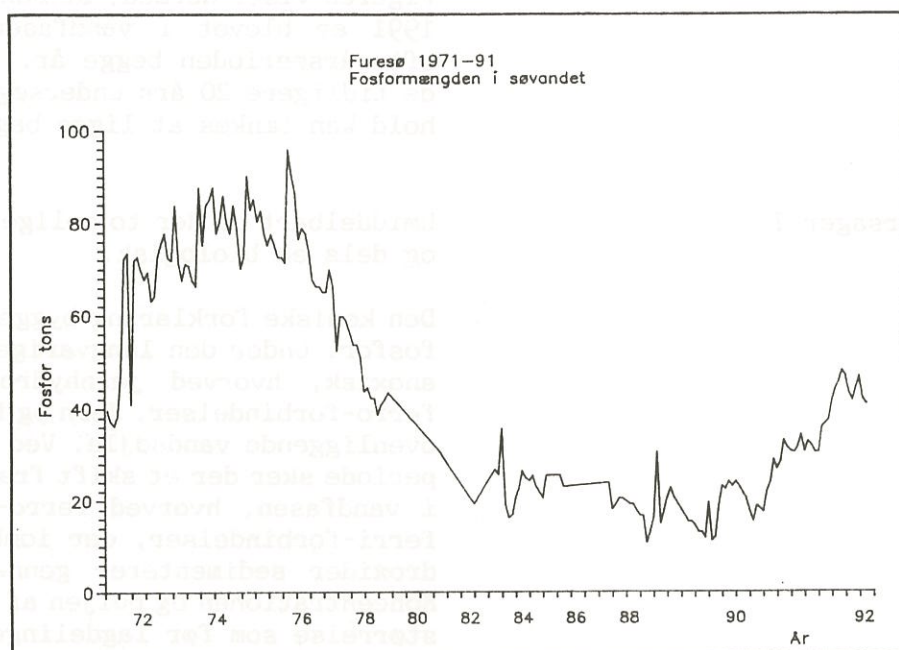
Tilsvarende tidligere er det muligt at opgøre den samlede mængde af næringsstoffer i søvandet i Furesøen. Under stratifikationsfasen udtages der fem vandprøver fra hypolimnion, der ikke puljes, hvorved det er muligt at omregne koncentrationer af næringsstoffer til mængder (puljer).

Kvælstof

Den samlede mængde af totalkvælstof i søvandet har i de sidste 20 år ligget mellem 100 og 200 tons, og der er ingen tendens til et fald i denne mængde. Generelt varierer mængden af kvælstof meget i løbet af et år. I 1991 er der således ved starten af året 120 tons totalkvælstof i vandfasen. Dette stiger til 160 tons i midten af maj måned, for at falde til 100 tons gennem resten af sommeren. Samme forløb findes fra slutningen af august til slutningen af oktober. Ved årets udgang er puljen atter 120 tons.

Kvælstofkredsløbet er meget dynamisk. For eksempel steg puljen fra 122 tons kvælstof den 1. august til 141 tons 8 dage senere. Stigningen er derved 2,3 tons kvælstof pr. døgn. Disse værdier skal ses i sammenhæng med den samlede årlige belastning på 91 tons kvælstof. Samme periode var relativ nedbørsfattig, hvorfor forøgelsen ikke kan tilskrives eksterne bidrag. Kvælstofpuljen i hypolimnion er relativ ens ved de to tilsyn. Stigningen finder sted i epilimnion, hvor TN koncentrationen stiger fra 0,9 mg TN/l til 1,2 mg TN/l. Stigningen er på 33 %.

Denne stigning i kvælstof finder sted i en periode, der er sammenfaldende med et markant maximum i algebiomassen. I midten af juni er algebiomassen 15 mm³/l, som stiger til 27 mm³/l den 1. august og 32 mm³/l otte dage senere. Algesamfundet er i denne periode domineret af blågrønalgen *Pseudanabaena limnetica*. Det er imidlertid ikke påvist at denne algeart er i stand til at kunne fikse kvælstof. Men kvælstoffiksering kan være en mulig forklaring på den store stigning i kvælstofpuljen i søen på få dage.



Fosfor

Figur 2.8.12 Fosforpuljen i søvandet. Furesø. 1971-92.

Figuren er udarbejdet på baggrund af resultater fra 516 prøvetagninger. Der er foretaget en udvælgelse af data, således at data fra stratifikationsperioder kun er medtaget, hvis der er et tilstrækkeligt antal hypolimnionprøver.

Figuren viser, at fosforpuljen i søvandet var stigende i starten af 1970'erne, hvor den årlige belastning var højest. Variationerne i puljestørrelsen i denne periode, på omkring 20 tons, vurderes at være et resultat af intern fosforbelastning fra sedimentet.

Men allerede to år efter belastningsreduktionen i 1974 responderede søen ved en faldende pulje. Det kraftige fald i slutningen af 70'erne må derfor tilskrives inkorporering af fosfor i sedimentet.

I gennem 80'erne ligger puljen mellem 10 og 30 tons fosfor. Den interne belastning er i 1988 og 1989 på henholdsvis 20 og 12 tons.

I starten af 1990 er puljen på 24 tons og falder til 15 tons i starten af den lagdelte periode. Frigivelsen fra sedimentet er på 18 tons, således at puljen efter totalopblandingen i oktober er 33 tons fosfor. Men til forskel fra alle de tidligere undersøgte år bliver puljen i vandfasen efter opblandingen.

I starten af stratifikationsperioden i 1991 er puljen 30 tons. Den interne belastning er 18 tons, hvoraf en del bliver i vandfasen efter opblandingen, således at puljen i januar-februar 1992 er på 42 tons fosfor.

Figuren viser dermed, at den interne belastning i 1990 og 1991 er blevet i vandfasen efter totalopblandingen i efterårsperioden begge år. Dette er helt i modstrid med de tidligere 20 års undersøgelsesresultater. Hvilke forhold kan tænkes at ligge bag ved den ændrede udvikling ?

Årsager ?

Umiddelbart er der to mulige forklaringer; dels en kemisk og dels en biologisk.

Den kemiske forklaring bygger på forholdet mellem jern og fosfor. Under den langvarige lagdeling bliver bundvandet anoxisk, hvorved jernhydroxider reduceres til mobile ferro-forbindelser. Jern og fosfor frigives derved til den ovenliggende vandsøjle. Ved afslutningen af den lagdelte periode sker der et skift fra anoxisk til oxiske tilstande i vandfasen, hvorved ferro-forbindelserne oxideres til ferri-forbindelser, der ionbinder fosfor. Disse jernhydroxider sedimenterer gennem vandsøjlen til søbunden. Koncentrationen og puljen af fosfor er dermed næsten samme størrelse som før lagdelingen.

Dette er imidlertid ikke tilfældet i 1990 og 1991, og dette kan måske forklares ved, at den frigivne jernmængde ikke har været af tilskrækkelig størrelse, til at kunne udfælde 18 tons fosfor hvert år. Sedimentundersøgelserne, der blev foretaget umiddelbart efter opblandingen i 1990, påviste et meget lavt indhold af jern i de øverste 5 - 10 cm af sedimentet i hele søen.

Som omtalt under sedimentafsnittet, er der opstillet en "tommelfingerregel"; at indholdet af jern skal være 15 gange større end indholdet af fosfor, for at jern kan kontrollere fosforfrigivelsen fra et aerobt sediment. Det må antages, at et lignende forhold er gældende i vandsøjlen under skiftet fra anoxiske til oxiske forhold. Der bør således være et betydeligt højere indhold af jern end fosfor, for at jern kan "medrive" fosfor fra vandsøjlen til sedimentet.

I de øverste 2 cm af overfladesedimentet i Furesøen, er Fe/P forholdet så lavt som 6. Dette er et indicium for, at jernpuljen i sedimentet og vandsøjlen ikke er tilstrækkelig stor til at kunne udfælde den interne belastning på 18 tons fosfor.

Den samlede årlige belastning til Furesøen med jern kan ikke opgøres i detaljer, men på baggrund af stoftransportberegningerne i tilløbene er det muligt at skønne jernbelastningen til ca. det halve af fosforbelastningen. Hvis dette har været gældende i en længere årrække, er dette forklaringen på, at jernpuljen er for lille til at kontrollere forforindholdet i vandfasen.

For at undersøge dynamikken af jern i Furesøen er samtlige prøvetagninger til kemisk analyse fra januar 1992 blevet suppleret med jernanalyser.

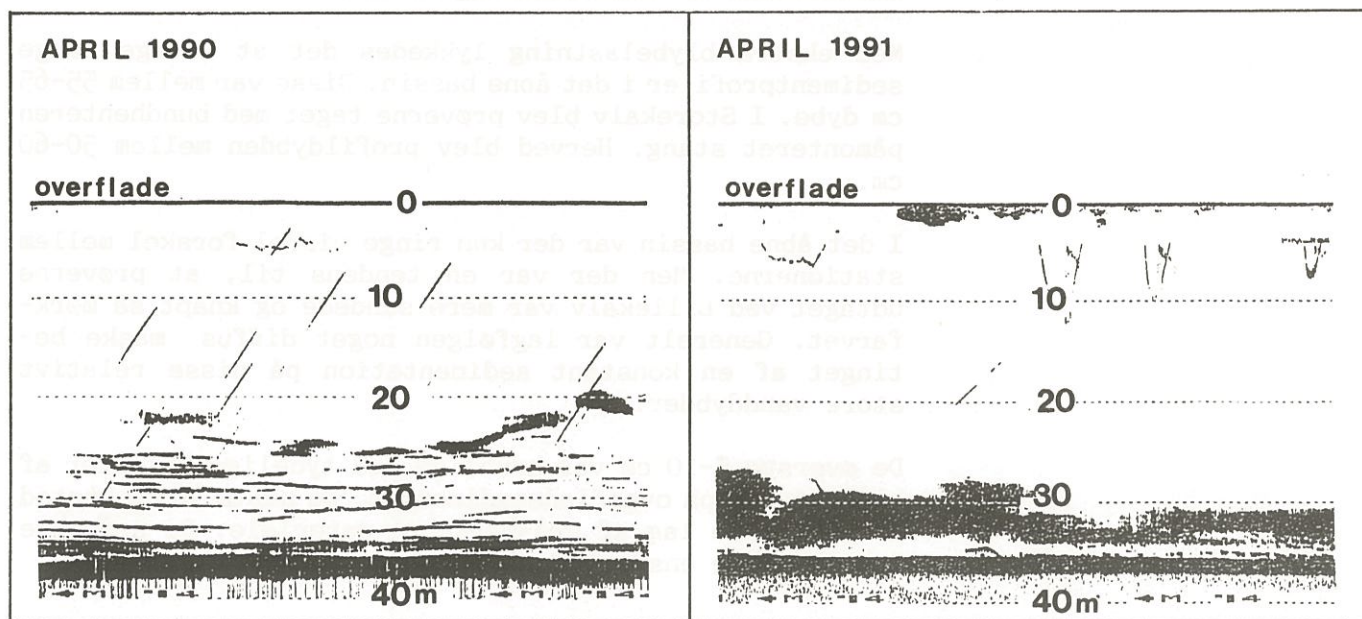
Den biologiske forklaring på de ændrede fosforpuljer i 1990 og 1991 er knyttet til dominansen af blågrønalger i algebiomassen.

I andre søer har man observeret høje koncentrationer af fosfor mens ammonium og nitratindholdet var lavt. Disse forhold var sammenfaldende med, at algesamfundet var domineret af blågrønalger. Den høje fosforkoncentration kunne skyldes, at disse algegrupper har en meget lav sedimentationshastighed eller ligefrem positiv opdrift. Det høje fosforniveau kunne dermed skyldes, at blågrønalgerne lækker fosfor til vandet under den meget langsomme sedimentation gennem vandsøjlen. Fosfor er ikke bundet i blågrønalgerne, da indholdet af orthofosfat udgør mere end 90 % af indholdet af totalfosfor i vandsøjlen.

I gennem årene 1988 - 91 findes der i sommerperioderne generelt lave niveauer af ammonium og nitrat i søvandet. Fosforniveauet i epilimnion lå indtil sensommeren 1990 på omkring 0,1 mg TP/l.

Udskrifter fra ekkoloddet fra de forskellige tilsyn kan dog understøtte forklaring om blågrønalgerens betydning. I april måned 1990 viste ekkoloddsdiagrammerne fiskestimer langs bunden. I løbet af sommeren bliver algelaget tæt og får en tykkelse på 8-10 meter i de øvre vandlag. Efter opblandingen i efteråret 1990 ses stadig denne store skygge som tilskrives algerne. I løbet af vinteren 1990/91 synker denne langsomt ned igennem vandsøjlen.

I marts-april måned 1991 ses en tydelig stor ensartet skygge i de nederste 10 meter vandsøjle. Som temperaturen stiger i bundvandet forsvinder skyggen i løbet af de næste måneder. Disse observationer kunne tyde på at sedimentationen af blågrønalger har taget mere end 6 måneder gennem den 37 meter dybe vandsøjle.



Figur 2.8.13 Ekkoloddiagram. St.1644. 1990-91. Venstre: april 90, Højre: april 91.

Ved prøvetagninger af bundvandet samt ved sedimentprøvetagningen i december 1990 sås tydelige kolonier af mere eller mindre omsatte blågrønalger i vandlaget lige over sedimentet.

Den lave sedimentationshastighed i 1990 kunne tilskrives en anden dominerende art af blågrønalger i forhold til året før. Men dette er imidlertid ikke tilfældet da de store algemaksima de to år er domineret af den samme kolonidannende algeart; *Microcystis aeruginosa*.

Der skete først et skift i sammensætningen af blågrønalger i 1991, idet maksimaet dette år var domineret af den trådformede *Pseudanabaena limnetica*. Algesammensætning kan derved næppe alene forklare de ændrede forhold i fosforindholdet i de senere år.

Som et endnu ukendt element i fosfordynamikken er det også blevet påvist, at Chironomider kan stimulere frigivelsen af fosfor fra sedimentet, gennem den biologiske aktivitet (bioturbation) i overfaldesedimentet. Bundfaunaundersøgelser i 1990 har påvist Chironomidernes tilstedeværelse på alle vanddybder i Furesøen. Bioturbationen kan derved også være et forklaringselement i de ændrede fosforniveauer i søen. Men hvilken forklaring der er den mest dækkende, er vanskeligt at vurdere.

2.8.3 Sedimentkemi.

Den 17. december 1990 blev der udtaget prøver af sedimentet på 25-26 meters vanddybde i det åbne bassin og på 2,7-2,9 meters vanddybde i Storekalv. Der blev udtaget 3 prøver pr. station. Stationerne er tilsvarende prøvetagningen til zooplanktonbestemmelse. Det henvises iøvrigt til det indledende metodeafsnit til en mere uddybende beskrivelse af materialer og metoder.

Med ekstra blybelastning lykkedes det at udtage lange sedimentprofiler i det åbne bassin. Disse var mellem 55-65 cm dybe. I Storekalv blev prøverne taget med bundhenteren påmonteret stang. Herved blev profildybden mellem 50-60 cm.

I det åbne bassin var der kun ringe visuel forskel mellem stationerne. Men der var en tendens til, at prøverne udtaget ved Lillekalv var mere sandede og knapt så mørkefarvet. Generelt var lagfølgen noget diffus, måske betinget af en konstant sedimentation på disse relativt store vanddybder.

De øverste 5-10 cm var brunlige med tydelige kolonier af blågrønalge på overfladesedimentet. De næste 40 cm bestod af vekslende lag af grå-mørkegrå materiale. De nederste lag var mere ensfarvede lysegrå.

I Storekalv var der tydelige forskelle mellem stationerne. Således var den mest vindeksponerede station i den vestlige del af bassinet meget kompakt og lysegrå med et dårligt sorteret overfladesediment. Derimod var prøverne fra den østlige del, ved tilløbet fra Dumpedalsrenden, meget bløde og bestod af sort gytje.

Resultater.

Tørstof

Tørstofindholdet i de øverste 5 cm af overfladesedimentet er 11% i det åbne bassin og 25 % i Storekalv. Tørstofindholdet er ret ens på de forskellige stationer i det åbne bassin, mens tørstofindholdet er så højt som 40 % i den vestlige del af Storekalv og 16 % i den østlige del. Medianværdien for 159 danske søer er 9 % i tørstof, mens middelværdien er 11 %. Furesøens bund må således karakteriseres som gennemsnitlig i det åbne bassin, men stedvis ret kompakt i Storekalv.

Det høje tørstofindhold i den vestlige del af Storekalv hænger sammen med at sedimentet ofte er udsat for voldsomme bølge- og strømvirkninger. I det åbne bassin er der et frit stræk på 3 km, hvor vestenvinden kan forårsage ganske store bølger, som kan resuspendere overfladesedimentet. Det må formodes, at der således foregår en sedimenttransport fra Storekalv til det åbne bassin ved pludselige skift i vindretningen.

Glødetab

Det organiske stofindhold (glødetab) er 18 % i det åbne bassin og 13 % i Storekalv, hvilket er lavere end medianværdien på 27 % blandt andre søer. Man kunne forvente, at glødetabet kunne være højere i den dybe del af søen, da det er i disse områder den blivende sedimentation af det organiske materiale finder sted. Det lavere glødetab kan derfor skyldes, at mineraliseringen især i den periode hvor vandfasen er iltmættet, er tilstrækkelig stor til at kunne omsætte det organiske stofinput, der foregår fra det relativt store vandvolumen.

Glødetabet er 5 % i overfladesedimentet i den vestlige del af Storekalv.

Kvælstof

Indholdet i overfladesedimentet af totalkvælstof er 11 mg N/g tørstof i det åbne bassin og 4 mg N/g tørstof i Storekalv. Kvælstofindholdet i det åbne bassin er dermed sammenligneligt med andre søer, hvorimod indholdet i Storekalv ligger betydeligt under disse. Dette sidste forhold hænger sammen med det lavere organiske stofindhold i denne del af søens sediment.

Generelt var der kun ubetydelig variation imellem stationerne i det åbne bassin. Tilsvarende forhold var gældende i Storekalv.

Jern og Calcium

Indholdet af jern i det åbne bassin var 20 mg Fe/g tørstof og 6 mg Fe/g tørstof i Storekalv. Jernindholdet i det åbne bassin er sammenligneligt med andre danske søer, hvorimod indholdet af jern i Storekalv er meget lavt i forhold til en medianværdi på 18 mg Fe/g tørstof.

Der kunne for jerns vedkommende konstateres en variation i den horisontale fordeling. Jernindholdet i sedimentet ved udløbet fra Farum sø var således kun det halve af indholdet ved Lillekalv.

Calciumindholdet i den dybe del af søen er 160 mg Ca/g tørstof og 270 mg Ca/g tørstof i Storekalv. Dette er betydeligt over medianværdien på 90 mg Ca/g tørstof i andre søer. Men calcium er et af de stoffer, der varierer mest, og typisk findes høje koncentrationer i østdanske søsedimenter.

Fosfor

Fosforindholdet er højt i Furesøens dybe del. I det åbne bassin er gennemsnitskoncentrationen 2,5 mg P/g tørstof i de øverste 5 cm. Det højeste indhold var på stationen ud for Lillekalv med 3,2 mg P/g tørstof, mens indholdet er mindst ved Fiskebæk med 1,7 mg P/g tørstof. Medianværdien er 1,7 mg P/g tørstof blandt 166 andre danske søer.

I Storekalv er fosforindholdet derimod relativt lavt. Gennemsnitskoncentrationen er 0,7 mg P/g tørstof. Den laveste værdi blev fundet i den vestlige del af bassinet med et indhold på 0,3 mg P/g tørstof.

De dybere sedimentlag har fosforkoncentrationer på 0,7 mg P/g tørstof i dybdeintervallet fra 20 - > 50 cm i det åbne bassin og 0,4 mg P/g tørstof i Storekalv i dybder større end 10 cm.

Fosforfraktioner og diskussion.

Forhold omkring frigivelse af fosfor fra søsedimenter og fosforbinding til forskellige kemiske fraktioner i sedimentet er undersøgt i et NPo-projekt /13/.

Der blev påvist en sammenhæng mellem fosforfrigivelsesraten og indholdet af opløst plus let adsorberet fosfor. Imidlertid medførte årstidsvariationen af denne pulje, at korrelation blev dårlig. Der blev også påvist en dårlig korrelation mellem frigivelsen af fosfor og størrelsen af den jernbundne fosforpulje. Det var bemærkelsesværdigt, at ingen af fosforpuljerne, inklusiv totalfosfor, kunne beskrive fosforfrigivelsen fra sedimentet.

Undersøgelsen påviste derudover kun en sammenhæng mellem raten for fosforfrigivelse og jern/fosfor-forholdet (Fe/P-forholdet). Dette forhold er en af de eneste og vigtigste sedimentkarakterer, der bedst kan beskrive frigivelsen af fosfor fra aerobe sedimentoverflader.

I samme projekt er omtalt undersøgelser udført af Nürnberg i 1988, der påviste en tydelig sammenhæng mellem fosforfrigivelsen til iltfrit vand i en lagdelt sø og den jernbundne fosforpulje i overfladesedimentet. Denne viden kan benyttes i tolkningen af sedimentundersøgelsen i Furesøen.

Overvågningssøerne i Københavns Amt har igennem dette århundrede været kraftigt belastet med spildevand. Blandt andet dette forhold medfører, at der ligger en pulje af delvis uomsat organisk stof i sedimenterne. Denne pulje medfører en mineralisering i løbet af den varme sommerperiode. Derved rykker den anaerobe zone opad i sediment-søjlen (RPD-laget). Hvis dette foregår i en periode, hvor iltindholdet i vandet er faldende, vil den oxiderede zone af overfladesedimentet få en ringere vertikal udstrækning.

Det kan således være et spørgsmål, om bindingskapaciteten i denne stadigt mindre zone er tilstrækkelig til at binde den mobile fosforfraktion fra de underliggende sedimentlag. Dette forhold er især vigtig i de tilfælde, hvor overfladesedimentet har et højt vandindhold. I dette tilfælde er kontaktarealet mellem sediment og vand meget stort.

I lavvandede søer med et højt indhold af organisk stof i sedimentet må det således formodes, at den jernbundne pulje kan være væsentlig i vurderingen af den interne fosforbelastnings størrelse. Især når der forekommer resuspension af overfladesedimentet.

Analyseresultaterne angiver fosforkoncentrationerne pr. tørstofenhed. Dette er ikke relevant i sammenligning med fosfatfrigivelsen. Derfor er der foretaget en omregning til fosforkoncentration pr. volumenenhed.

Analyseresultaterne af tørstof og glødetab giver oplysninger om sedimentets indhold af vand, organisk materiale og "uorganisk" materiale. Ved at antage en massefylde for organisk stof på 1,1 g/ml og en massefylde på 2,6 g/ml for den "uorganiske" del kan der beregnes en massefylde for det givne lag på den givne station.

Massefylden er mindst i overfladesedimentet af Bagsværd sø med 1,01 g/ml og 1,30 g/ml som højeste værdi i den vestlige del af Storekalv.

Ved hjælp af massefylden kan næringsstofferne indhold derved relateres til volumenmål, for eksempel koncentration pr. liter sediment.

I de øverste 10 cm er fosforkoncentrationen 361 mg TP/liter sediment i det åbne bassin og 142 mg TP/liter sediment i Storekalv. Fosforindholdet i de dybe dele af søen er derved 2 gange højere end i Sønder sø og 5 gange højere end i Bagsværd sø.

Fordelingen på fosforpuljerne er følgende i søerne:

	Furesø Dybe- del	Furesø Store- kalv	Sønder- sø	Bagsværd sø
Let adsorberet + opløst	0,7%	0,7%	1,2%	3,1%
Jern- og manganbundet	52,1%	22,1%	9,4%	25,2%
Aluminiumbundet	13,3%	27,2%	13,8%	17,7%
Kalciumbundet	16,5%	33,3%	17,7%	23,0%
Organisk og residual	17,3%	16,6%	57,9%	31,0%
Totalfosfor (mg TP/l sed.)	361	142	169	68

Tabel 2.8.1 Procentuel fordeling af fosforfraktionerne i de øverste 10 cm af overfladesedimentet samt indhold af totalfosfor (mg TP/l sediment).

Tabellen viser at halvdelen af fosforpuljen i det åbne bassin er bundet til jern og mangan, mens fosfor i Storekalv er mere ligeligt fordelt mellem de forskellige fraktioner.

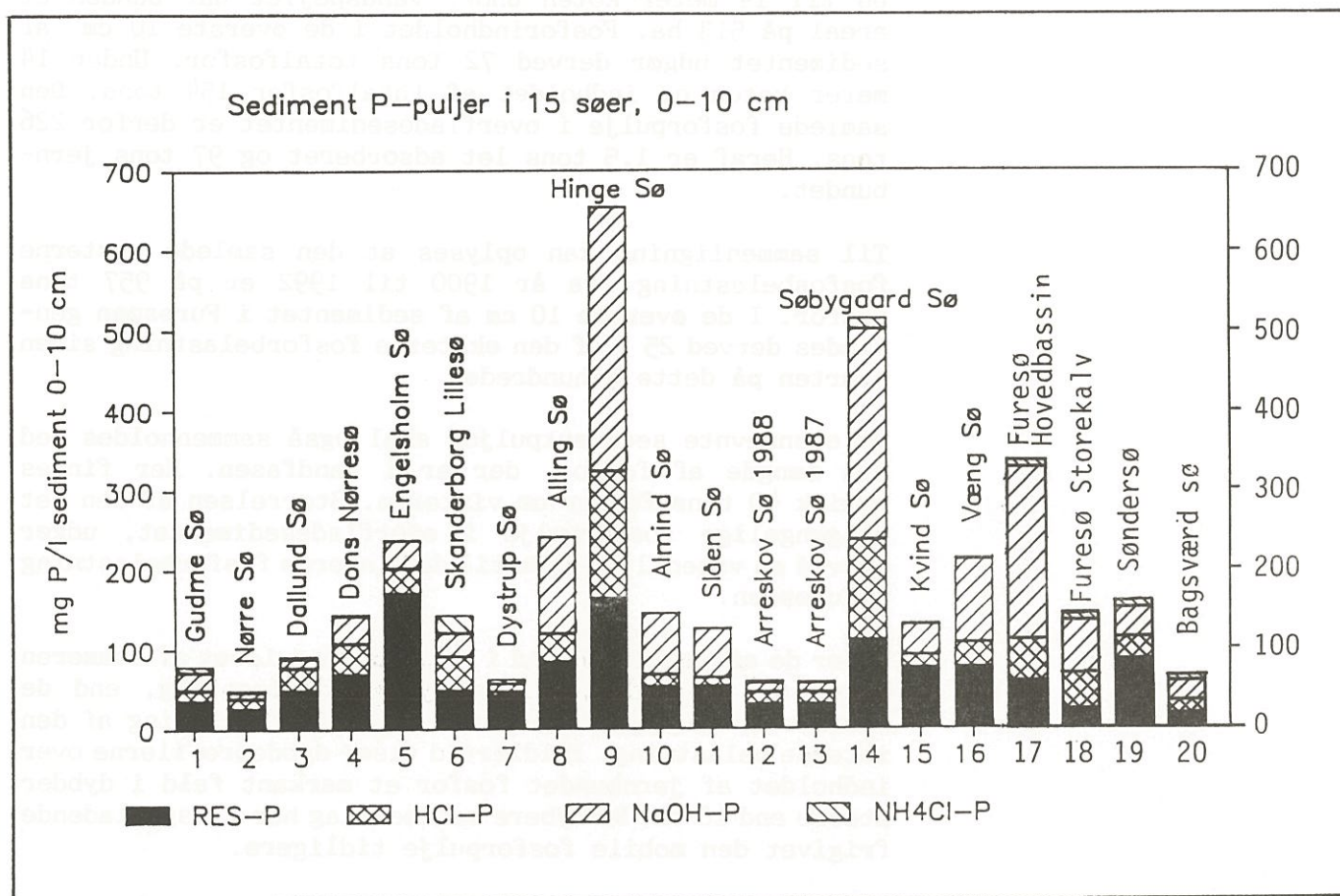
Det antages i almindelighed, at de to første fraktioner er let tilgængelige for den ovenliggende vandsøjle. Dette medfører, at knapt 52,8 % af fosforpuljen i overfladesedimentet i det åbne bassin, eller 191 mg P/liter sediment, er tilgængelig. I Storekalv er der i gennemsnit 32 mg fosfor pr. liter sediment der er bundet i disse fraktioner.

Disse værdier er betydeligt højere end i Sønder sø og Bagsværd sø, hvor den let tilgængelige pulje er mellem 17-19 mg fosfor pr. liter sediment.

Der er intet kendskab til bundfaunaens bioturberende effekt på bundmaterialet i Furesø. Men det kan antages, at dyrene er aktive i de øverste 10 cm af sedimentet, der således står i kontakt med den ovenliggende vandsøjle. Det kan derved beregnes, at der er 36,1 gram fosfor pr. m² bundareal. Heraf er 0,2 gram let adsorberet fosfor og 18,8 gram jernbundet fosfor. Den umiddelbare kemiske og biologiske tilgængelige pulje er derved 19 gram fosfor pr. m².

I Storekalv er indholdet af totalfosfor 14,2 g TP/m² i de øverste 10 cm. Heraf udgør den let tilgængelige pulje 3,2 g P/m².

I figur 2.8.14 er resultaterne fra søerne i Københavns Amt sammenlignet med 15 andre danske søer. For sammenlignelighedens skyld er den jern- og aluminiumsbundne fraktion summeret, idet disse fraktioner ikke har været adskilt i de andre undersøgelser.



Figur 2.8.14 Sedimentets fosforpulje i 19 danske søer.

Figuren viser at indholdet i Hinge sø og Søbygaard sø er betydeligt højere end i de tre undersøgte søer i Københavns Amt. Men til sammenligning med de øvrige søer ligger niveauet især i Furesøen relativt højt. Indholdet i Bagsværd sø er derimod et af de laveste i de undersøgte søer. Hvorvidt disse søer er repræsentative for samtlige danske søer vides ikke på nuværende tidspunkt.

Fordelingen mellem den organiske fraktion (Res-P) og den calciumbundne fraktion (HCl-P) er måske ikke sammenlignelig for Furesø, Søndersø og Bagsværd sø i forhold til de andre søer på grund af metodiske usikkerhed under fosforbestemmelsen. Dette er omtalt i det indledende metodeafsnit.

Fosforpulje

Det er forbundet med betydelig usikkerhed at opstille et overslag over puljen af fosfor i Furesøens sediment. Nødvendigtvis må der opstilles visse forudsætninger. Ud fra tidligere undersøgelser af sedimentets sammensætning i søen antages det at fosforindholdet i Storekalv er repræsentativt fra vanddybder indtil 14 meter, mens indholdet i det åbne bassin er repræsentativt på vanddybder større end 14 meter. Denne dybde på 14 meter er endvidere sammenfaldende med den gennemsnitlige dybde for springlagets placering i løbet af sommeren.

Ud til 14 meter koten under vandspejlet har bunden et areal på 513 ha. Fosforindholdet i de øverste 10 cm af sedimentet udgør derved 72 tons totalfosfor. Under 14 meter koten er indholdet af totalfosfor 154 tons. Den samlede fosforpulje i overfladesedimentet er derfor 226 tons. Heraf er 1,5 tons let adsorberet og 97 tons jernbundet.

Til sammenligning kan oplyses at den samlede eksterne fosforbelastning fra år 1900 til 1992 er på 957 tons fosfor. I de øverste 10 cm af sedimentet i Furesøen findes derved 25 % af den eksterne fosforbelastning siden starten på dette århundrede.

De ovennævnte sedimentpuljer skal også sammenholdes med den mængde af fosfor, der er i vandfasen. Her findes typisk 40 tons fosfor om vinteren. Størrelsen af den let tilgængelige fosforpulje i overfladesedimentet, udgør derved en væsentlig kilde til den interne fosforbelastning i Furesøen.

Under de anaerobe forhold i bundvandet i løbet af sommeren kunne det formodes, at de dybere sedimentlag, end de øverste 10 cm, også var væsentlige til forklaring af den interne belastning. Imidlertid viser dybdeprofilerne over indholdet af jernbundet fosfor et markant fald i dybder større end 10 cm. De dybere sedimentlag har tilsyneladende frigivet den mobile fosforpulje tidligere.

Fe/P forholdet

I det tidligere omtalte NPo-projekt, blev der påvist en negativ sammenhæng mellem fosforfrigivelsen fra sedimentet og jern/fosfor-forholdet. I lavvandede søer gælder "tom-melfingerreglen", at jern kan begrænse fosforfrigivelsen når Fe/P-forholdet i overfladesedimentet er større end 15, mens denne mulighed ikke er tilstede når forholdet er mindre end 10.

I Storekalv varierer Fe/P forholdet mellem 6 og 10, med et gennemsnitligt forhold på 7,9 i sedimentdybden fra 0 - 2 cm. Forholdet tiltager med dybden, men er først over 15 i dybder større end 10 cm. Jernindholdet er således ikke tilstrækkeligt højt til at kunne begrænse frigivelse af fosfor.

I det åbne bassin på ca. 25 meters vanddybde er Fe/P forholdet i overfladesedimentet mellem 5 og 7, med et gennemsnit på 6,4. Tilvarende sedimentet i Storekalv stiger forholdet med dybden, og er 20,6 i dybdeintervallet fra 10 - 20 cm under overfladen.

Generelt er jernindholdet for lille eller fosforindholdet for højt, til at jern kan have nogen regulerende effekt på den interne belastning med fosfor i Furesøen.

I de dybe søer, hvor iltindholdet i bundvandet bliver lavt i løbet af sommeren, vil overfladesedimentet blive anaerobt. Ved det efterfølgende lave redoxpotentiale vil jern

blive mobilt, idet Fe^{3+} reduceres til Fe^{2+} . Ved denne reduktion frigives fosfor til den ovenliggende vandsøjle. I løbet af denne anoxiske periode kan der derved konstateres stigende koncentrationer af fosfor i bundvandet.

På grund af mobiliteten af jern, får Fe/P forholdet ingen begrænsende effekt på fosforfrigivelsen i anaerobe sedimenter, som ofte forekommer i de dybe dele af Furesøen.

Det er endvidere væsentligt at gøre opmærksomt på, at sedimentundersøgelsen blev udført i vinteren 1990/91. Undersøgelsen ligger dermed efter den periode, hvor den store interne fosforbelastning fandt sted, og som ikke blev tilbageført med alger eller jernhydroxider efter de oxiske forhold var genetableret i vandsøjlen. Det må derfor formodes at fosforkoncentrationerne i sedimentet har været højere før dette forhold indtraf.

2.9 Biologiske data

2.9.1 Plante- og dyreplankton

Planteplankton

Biomasse og artssammensætning

Planteplanktonbiomassen i det åbne bassin varierede i 1991 fra minimum $0.3 \text{ mm}^3/\text{l}$ i december til maksimum $34 \text{ mm}^3/\text{l}$ i august. Gennemsnittet var for den produktive periode (marts-oktober) $7.3 \text{ mm}^3/\text{l}$, og for sommerperioden (maj-september) $11 \text{ mm}^3/\text{l}$.

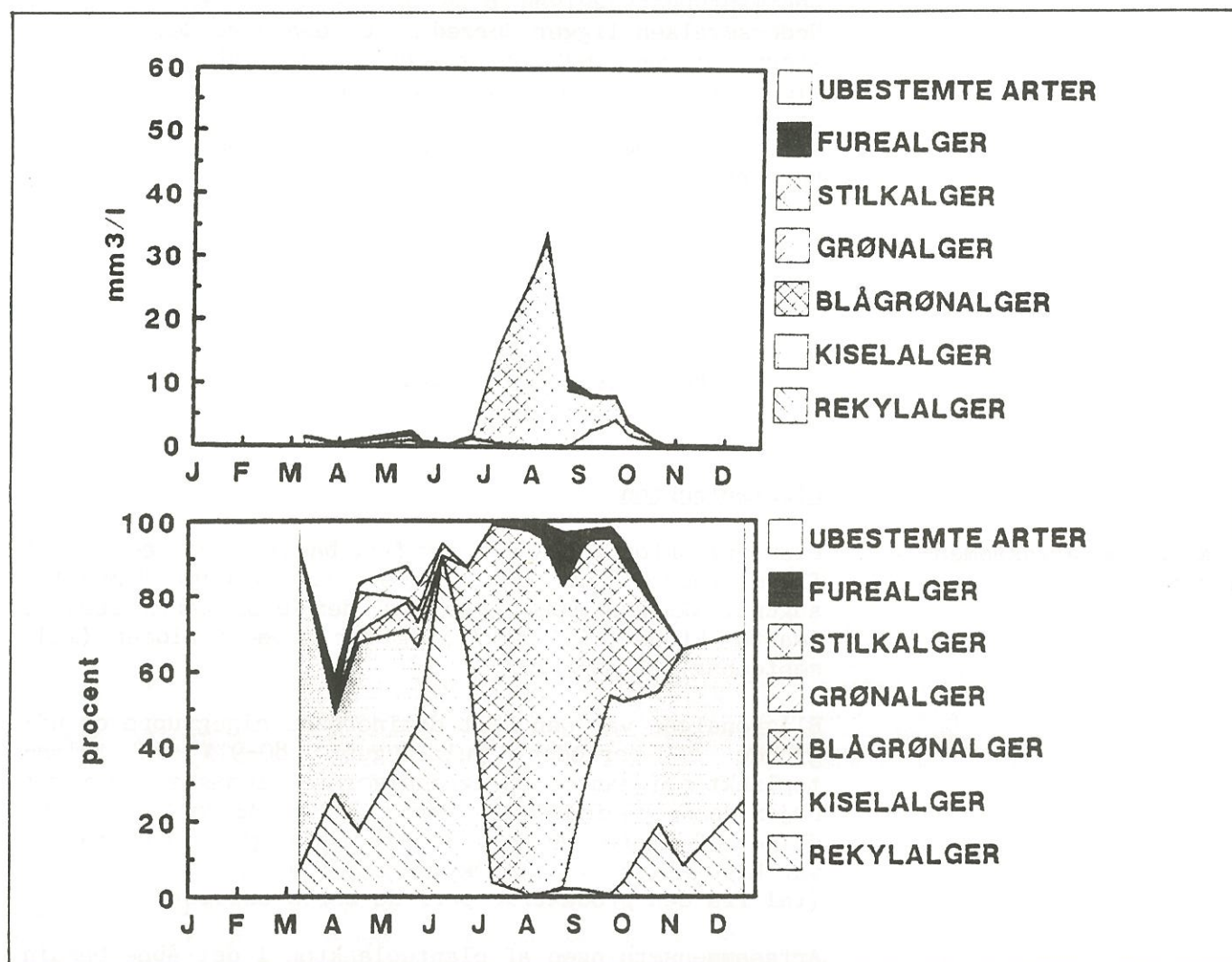
Blågrønalger var den helt dominerende algegruppe og udgjorde i perioden juli-august 80-97% af planteplanktonbiomassen. Blågrønalgerens biomasse var meget høj i denne periode med et maksimum på $32 \text{ mm}^3/\text{l}$ i begyndelsen af august. Andre kvantitativt vigtige algegrupper var kiselalger (10%), rekylalger (5%) og furealger (4%) (tal fra den produktive periode marts-oktober).

Artssammensætningen af planteplankton i det åbne bassin i 1991 viser et artsrigt samfund domineret af arter, der er karakteristiske for eutrofe søer, især blågrønalger: 17 arter, og chlorococcale grønalger: 28 arter. På trods af deres artsrigdom var grønalger dog kun af ringe kvantitativ betydning, mens blågrønalger var den kvantitativt dominerende algegruppe. Rentvandsgrupper som furealger, gulalger og desmidiaceer var forholdsvis pænt repræsenteret med 16 arter. Af disse optrådte kun furealger i kvantitativt registrerbar mængde.

Den dominerende algeart i Furesø 1991 var den trådformede blågrønalge Pseudanabaena limnetica (tidligere Oscillatoria limnetica). Den udgjorde størstedelen af planteplanktonbiomassen under det store sommermaksimum i be-

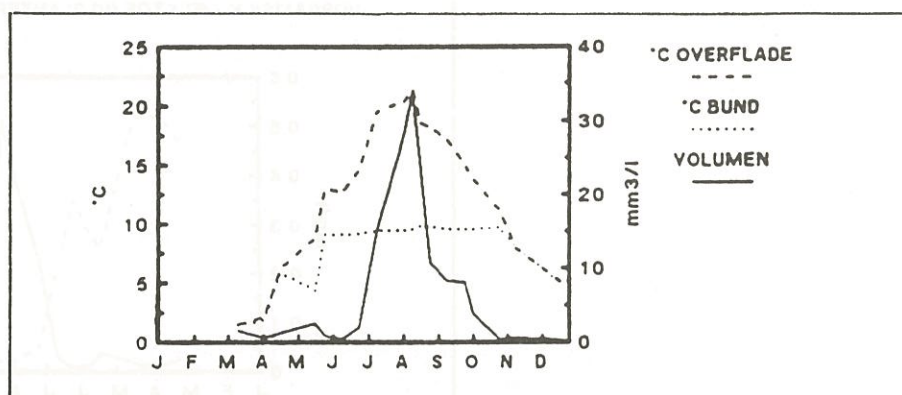
gyndelsen af august. Sommerplankton i 1991 var i det hele taget karakteristisk ved at være domineret af trådformer, der foruden Pseudanabaena omfattede arter som Limnlothrix spp., Aphanizomenon gracile/var. klebahnii og Anabaena solitaria.

Planteplankton i den lavvandede bugt, Storekalv, havde stort set samme artssammensætning som i det åbne bassin, men adskilte sig ved højere biomasseværdier og tidligere udvikling.



Figur 2.9.1. Planteplanktonbiomasse fordelt på algegrupper. St.1644.

Opblandingsforhold



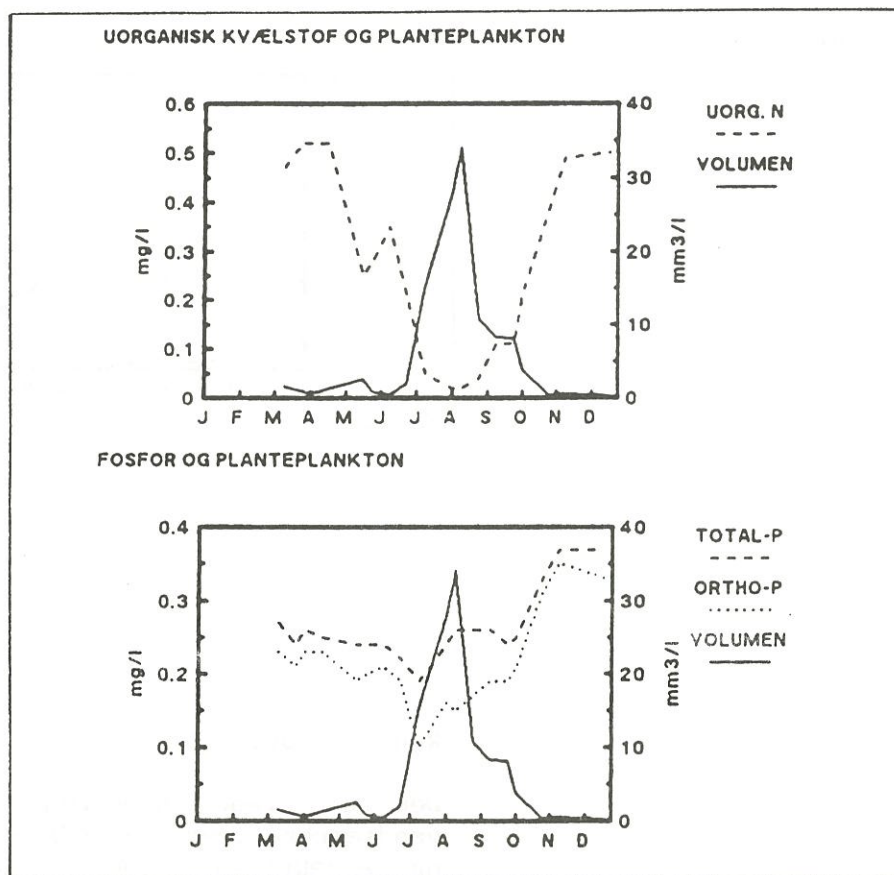
Figur 2.9.2 Planteplankton (mm^3/l) og temperatur ($^{\circ}\text{C}$).
St.1644.

Temperaturkurverne for det åbne bassin i 1991 viser, at søen var lagdelt fra begyndelsen af juni til begyndelsen af oktober. I det meste af denne periode var søen omrørt til 10-15 meters dybde, men i juli måned skete omrøringen kun i de øverste 3-5 meter af vandsøjlen.

Den reducerede opblandingsdybde i kombination med høje vandtemperaturer i overfladen begünstigede vækst af lys- og varmekrævende blågrønalger, der netop i juli-august opbyggede en meget høj biomasse (max. $32 \text{ mm}^3/\text{l}$). I slutningen af august, hvor det åbne bassin igen var omrørt til 10 meters dybde, faldt blågrønalgerne biomasse til $10 \text{ mm}^3/\text{l}$. Dette skyldtes en kombination af dårligere vækstbetingelser for blågrønalgerne grundet forringede lysforhold og øget turbulens, samt en fortyndingseffekt grundet den større opblandingsdybde.

Kvælstof og fosfor

Koncentrationen af uorganisk kvælstof var højest i vinter- og forårsperioden og faldt til værdier nær detektionsgrænsen (0.02 mg/l) i begyndelsen af august. De lave værdier af uorganisk kvælstof i sommerperioden skyldes, at algerne kvælstofoptagelse og kvælstoftabet er størst i denne periode, samtidig med at kvælstoftilførslen fra oplandet er lav. Det kraftige fald i koncentrationen af uorganisk kvælstof i april-maj skete samtidig med et fald i totalkvælstof. Kiselalgerne kvælstofoptagelse og efterfølgende sedimentation til hypolimnion kan i denne periode have medvirket til de lavere kvælstofkoncentrationer i epilimnion.



Figur 2.9.3 Planteplankton og næringssalte. St.1644.
 Øverst: Uorganisk kvælstof (mg/l) og planteplanktonbiomasse (mm³/l).
 Nederst: Total fosfor (mg/l), orthofosfat (mg/l) og planteplanktonbiomasse (mm³/l).

N/P-forholdet (forholdet mellem vægtmængderne af totalkvælstof og totalfosfor) var hele året <5 og antyder, at kvælstof har været i underskud i forhold til fosfor, idet det optimale N/P-forhold for planteplanktonvækst er 7. Kun i august blev kvælstofværdierne imidlertid så lave, at en egentlig kvælstofbegrænsning har været mulig. Den høje biomasse af trådformede blågrønalger på dette tidspunkt tyder på, at disse arter er i stand til at klare sig med lave kvælstofkoncentrationer.

Dyreplankton

Biomasse og artssammensætning

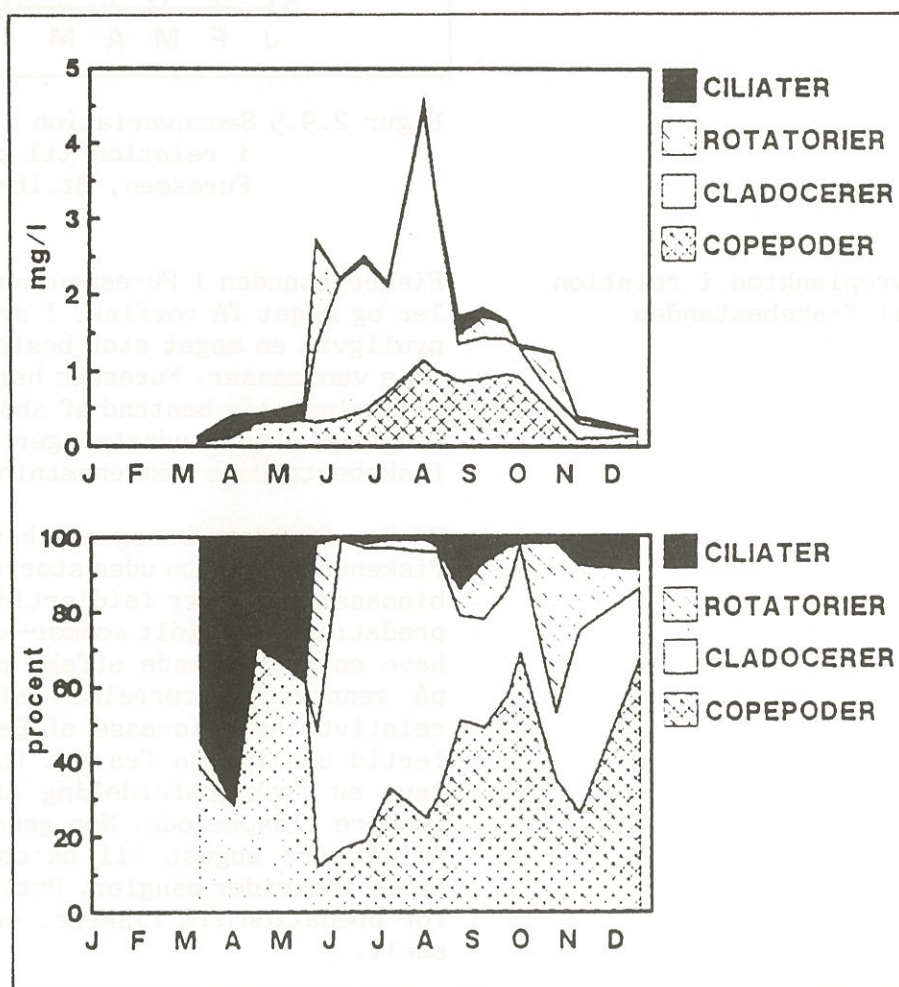
Dyreplanktons biomasse varierede i 1991 mellem minimum 0.1 mg/l i marts og maksimum 4.6 mg/l i starten af august. Dyreplanktons gennemsnitlige biomasse i sommerperioden maj-september var 2.4 mg/l (våd vægt).

Cladocererne var den vigtigste taxonomiske gruppe. De udgjorde 56% af den gennemsnitlige biomasse i maj-september. Den næstvigtigste gruppe var copepoder, der udgjorde 30% af den gennemsnitlige biomasse. De mindre dyreplanktonorganismer, rotatorier og ciliater, udgjorde henholdsvis 10% og 4% af den gennemsnitlige biomasse.

Cladoceren Daphnia galeata var den dominerende art med en gennemsnitlig biomasse i maj-september på 0.8 mg/l. Denne art udgjorde størstedelen af biomassemaksimum i august. Cladocererne Bosmina longirostris og Bosmina coregoni udgjorde tilsammen 0.4 mg/l af den gennemsnitlige biomasse. Bosmina longirostris opnåede den største biomasse i maj-juni og blev afløst af Bosmina coregoni i august.

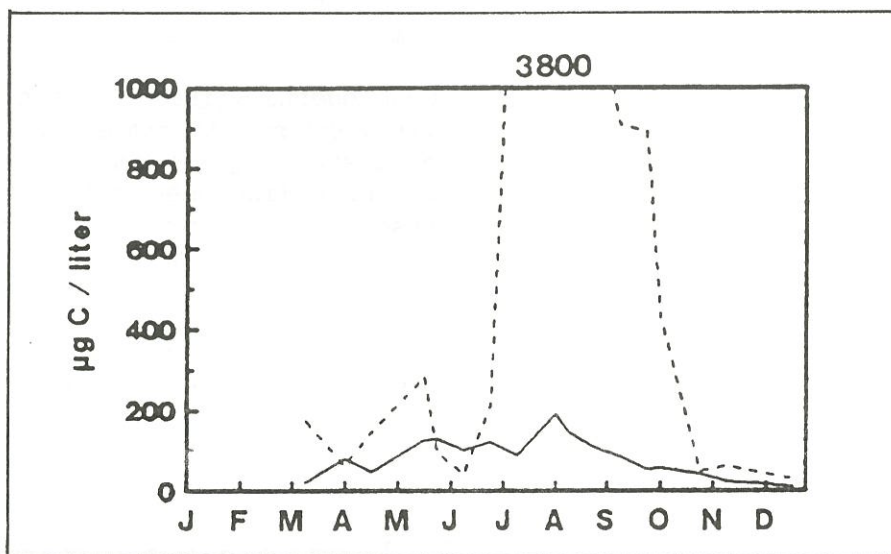
Copepoderne Eudiaptomus graciloides og Eudiaptomus gracilis udgjorde tilsammen 0.3 mg/l af den gennemsnitlige biomasse i maj-september. Copepoden Mesocyclops leuckarti udgjorde ligeledes 0.3 mg/l af den gennemsnitlige biomasse. De tre arter var alle repræsenteret det meste af året og opnåede de største biomasseverdier i august-september.

Dyreplanktons biomasse og artssammensætning i Furesøens åbne bassin og i Storekalv var meget ens trods den topografiske forskel på de to områder.



Figur 2.9.4. Dyreplanktonbiomasse fordelt på hovedgrupper. St.1644.

Dyreplankton havde en regulerende effekt på planteplanktons biomasse i april og maj-juni. Fra juli til midt i oktober havde dyreplankton ingen regulerende effekt på planteplanktons biomasse. Dette skyldes hovedsageligt opblomstringen af blågrønalger.



Figur 2.9.5 Sæsonvariation i dyreplanktons fødeoptagelse i relation til planteplanktonbiomasse i Furesøen, St.1644, 1991.

Dyreplankton i relation til fiskebestanden

Fiskebestanden i Furesøen består i dag af mange små skaller og meget få rovfisk. I søens åbne bassin findes sandsynligvis en meget stor bestand af smelt begrænset til de frie vandmasser. Furesøen har formodentlig tidligere haft en dominerende bestand af aborrer, men spildevandstilledning og sandartudsætninger har bevirket en ændring i fiskebestandens sammensætning.

Ud fra fiskenes beregnede konsumtion af dyreplankton er fiskenes predation uden større betydning for dyreplanktons biomasse. Dette er imidlertid en årsbetragtning. Fiskenes predation i specielt sommer- og efterårsmånederne kan godt have en regulerende effekt på dyreplanktons biomasse og på gennemsnitsstørrelsen af de store cladocerer. Den relativt lave biomasse af *Daphnia galeata* gør det imidlertid umuligt ud fra det forhåndenværende materiale at lave en frekvensfordeling af dyrenes størrelse over en længere tidsperiode. Men gennemsnitsstørrelsen af dyrene falder fra august til oktober, hvilket skyldes, at de store individer mangler. Dette antyder, at dyrene er udsat for predation fra fiskene, og sandsynligvis fra de mange smelt.

2.9.2 Fiskeundersøgelse

Furesøens fiskebestand blev undersøgt i dagene fra den 19. august til den 30. august 1991. Fiskeriet blev i det åbne bassin udført med 60 garnsætninger (biologiske oversigts-

garn) fordelt på søens forskellige biotoper og med 10 elektrobefiskninger i bredzonen. Storekalv blev befisket med 16 garnsætninger og 4 elektrobefiskninger og blev betragtet som en selvstændig sø i de videre beregninger.

De enkelte arters tæthed og trivsel blev vurderet og sammenlignet med en række andre danske søer. Fra skælprøver blev væksten hos aborrer, skaller, brasener, gedder og sandarter bedømt.

Der blev i alt registreret 15 arter i fangsten; aborre, skalle, brasen, sandart, gedde, smelt, hork, ål, løje, regnløje, suder, karusse, rudskalle, knude og trepigget hundestejle. Derudover blev der fanget en enkelt hybrid af karusse og rudskalle. Furesøen er dermed en af vores artsrigeste søer, hvad angår fiskene.

Skalle

Skallebestanden i Furesøen er relativt stor sammenlignet med andre danske søer. Bestanden er præget af en del småskaller og et betydeligt antal store skaller mellem 22-27 cm. Skallernes vækst er i niveau med den gennemsnitlige vækst fundet i andre danske søer, dog med en tendens til en reduceret tilvækst med alderen. Tilvæksten blandt de 2-4 årige skaller er øget siden 1984 sammenfaldende med store årgange af sandart. Konditionen var på undersøgelsestidspunktet relativt ringe for de mindre skaller, men normal for skaller større end ca. 12 cm.

Aborre

Aborrebestanden i Furesøen er beskeden, domineret af relativt små individer og med meget få aborrer større end 20 cm. Dette var især tilfældet i Storekalv. Vækstforholdene har siden 1984 været normale sammenlignet med andre danske søer og konditionen var på undersøgelsestidspunktet god for de fleste aborrers vedkommende.

Brasen

Brasenbestanden i Furesøen er forholdsvis beskeden med en dominans af unge brasener. Brasenerne syntes at foretrække Storekalv, hvor fangsten af småbrasener var meget stor sammenlignet med andre søer. Vægtmæssigt var fangsten dog relativt lille. Størrelsesstrukturen var præget af de relativt mange småbrasener i alderen 0-5 år og af en udpræget mangel på brasener i størrelsen 20-30 cm svarende til årgangene 1982-1985. Tilvæksten blandt de unge brasener var langsom sammenlignet med væksten fundet i andre danske søer. Konditionen var tilsvarende ringe blandt småbrasenerne, hvorimod de større brasener havde en god kondition på undersøgelsestidspunktet.

Gedde

Geddebestanden i Furesøen er beskeden sammenlignet med bestandene i flertallet af andre danske søer. Dette var især tilfældet i det åbne bassin, hvor geddefangsten var helt domineret af årsyngel. Fangsten af gedder i Storekalv var en del større pr. indsats og gedderne havde her en mere varieret størrelse. Geddernes vækst i søen er god for

de større gedder, og konditionen var på undersøgelsestidspunktet gennemgående god.

Smelt

Smeltbestanden i det åbne bassin er meget tæt vurderet ud fra de store garnfangster, og smelten må antages at udgøre en væsentlig andel af fiskebestanden. På grund af fangstredskabernes manglende evne til at fange årsyngel, er bestanden sandsynligvis underestimeret. Størrelsesstrukturen er normal for danske søer med en dominans af smelt i størrelsen 8-15 cm, dog med enkelte meget store individer. I Storekalv var smeltfangsten meget lille. Konditionen var på undersøgelsestidspunktet ringe hos de fleste smelt sammenlignet med konditionen fundet i andre danske smeltsøer.

Ål

Ålebestandens reelle størrelse i Furesøen er vanskelig at vurdere på baggrund af de dårlige iltforhold i søens dybere dele. De store fangster tyder dog på en stor og velplejet ålebestand. Dette afspejler sig tillige i ålenes størrelsesfordeling, hvor både småålene og de store ål var godt repræsenteret især i fangsterne fra det åbne bassin. Bortset fra de helt små ål var ålenes kondition normal set i forhold til den gennemsnitlige kondition fundet i andre danske søer.

Sandart

Sandartbestanden i Furesøen var på undersøgelsestidspunktet af en meget beskeden størrelse - især hvad angår sandarter ældre end 3 år. I Storekalv, som må antages at være et vigtigt opvækstområde, fandtes en del 0-3 årige sandarter, men fangsten var overalt relativt ringe sammenlignet med de øvrige sandartsøer, og rekrutteringen har øjensynlig været beskeden i en årrække. Vækstforholdene er gode for de unge sandarter, og konditionen var på undersøgelsestidspunktet normal.

Løje

Bestanden af løjer større end 10 cm er forholdsvis stor i Furesøen sammenlignet med løjebestande i andre danske søer. Især var der mange store løjer i Storekalv, hvor de to yngste årgange tillige var godt repræsenteret. På grund af årsyngelens manglende fangbarhed er den samlede løjebestand givetvis større end garnfangsterne antyder. Løjernes konditionen var generelt noget under gennemsnitten fundet i andre danske søer.

I det åbne bassin bestod garnfangsten af småfisk hovedsagelig af smelt, skaller, hork og aborrer, mens fangsten af større fisk antalmæssigt var domineret af skaller, smelt og aborrer og vægtmæssigt af skaller, brasener og aborrer. Ål og skaller var helt dominerende i elfangsten. I Storekalv var skaller og brasener væsentligt mere dominerende. Smelten fandtes næsten ikke, men i stedet blev der fanget en del løjer og småsandarter. Elfangsten var mere varieret end i det åbne bassin med en del gedder, aborrer og brasener, men skaller og ål var dog stadig vægtmæssigt dominerende blandt de større fisk.

Fangsternes størrelse og sammensætning var meget forskellig i det dybe bassin og i de lavvandede områder af søen. Smelten fandtes i de frie vandmasser i hovedbassinet sammen med sandarten, som tillige fandtes over barbunden i Storekalv. Skaller, brasener og gedder fandtes hovedsageligt i bredzonen, mens aborren primært blev fanget på lavt vand i det åbne bassin.

Fiskebestandens udvikling

Fiskebestanden i Furesøen påvirker i dag kun bunddyrsfaunaen og - afhængig af smeltbestandens reelle størrelse - dyreplanktonet i ringe grad. Den meget lille rovfiskebestand, som søen rummer i dag, kan dog medføre en kraftig forøgelse af søens bestand af fredfisk i de kommende år. I så fald må fiskebestandens negative påvirkninger af søens øvrige dyreliv påregnes at blive væsentlig større. De mange småskaller og småbrasener, som blev fanget især i Storekalv, tyder på, at bestanden af skaller og brasener er i kraftig vækst.

Især vil en stor brasenbestand kunne have betydelige konsekvenser for vandmiljøet. En stor brasenbestand påvirker således vandkvaliteten dels gennem en forøget intern belastning, - idet brasener via deres fødesøgningsaktivitet frigiver store mængder fosfor fra sedimentet, og dels gennem en effektiv prædation på de store dyreplanktonarter.

Fiskebestanden vil dog antagelig indenfor en årrække udvikle sig mod en større bestand af rovlevende aborrer eller af sandarter. Hvorvidt aborren eller sandarten bliver søens dominerende rovfisk afhænger af en række forhold, hvor især fødekurrencen for de opvoksende aborrer og overlevelsen blandt de unge sandarter antagelig er afgørende. Derimod er det ikke sandsynligt, at søen kommer til at rumme store bestande af begge arter, idet aborren og sandarten syntes at have en kraftig gensidig negativ påvirkning både i form af fødekurrence og prædation.

Rapporten over fiskeundersøgelsen vil blive udgivet i løbet af efteråret 1992.

2.9.3 Diskussion

Planteplankton

Undersøgelserne af vandkemi, fysiske forhold og planteplankton i Furesø 1991 viser, at planteplanktons biomasse og sammensætning i Furesøens åbne bassin først og fremmest afhænger af:

- opblandingsforholdene
- mængden af tilgængelige næringssalte

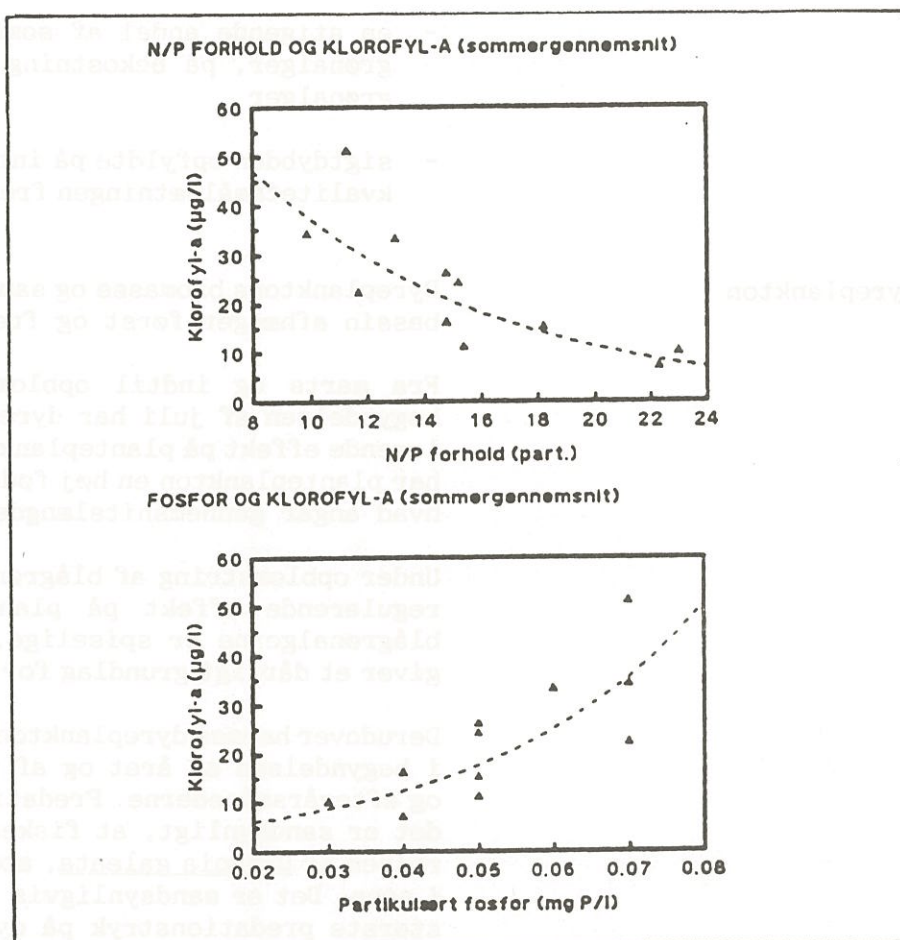
Derudover påvirkes planteplanktonudviklingen af vandtemperaturen og periodevis af græsning fra dyreplankton. Sidstnævnte er dog af sekundær betydning i Furesø 1991.

Opblandingsforholdene var i 1991 karakteriseret ved en lang stagnationsperiode (juni-oktober). I denne periode var hypolimnion adskilt fra epilimnion af et stabilt temperaturspringlag beliggende i 3-17 meters dybde. Opblandingsdybden havde stor betydning for planteplanktons sammensætning, idet opblomstring af lyskrævende arter som blågrønalger først optrådte, når nedblandingsdybden reduceredes til 3-5 meter. Den reducerede opblanding medførte desuden en temperaturstigning i de øverste vandlag, som yderligere begünstigede blågrønalgerne vækst.

Næringssaltforholdene i 1991 var karakteriseret ved et højt fosforniveau hele året og en lav koncentration af uorganisk kvælstof i sommerperioden. Næringssaltkoncentrationerne og de beregnede N/P-forhold antyder, at kvælstof var i underskud i forhold til fosfor hele året og muligvis reelt begrænsende i sommerperioden. Den høje sommerbiomasse af blågrønalger betyder derfor, at blågrønalgerne vækst kun i ringe grad bestemmes af koncentrationen af uorganisk kvælstof i vandmassen, hvilket for nogle af arternes vedkommende kan tilskrives deres evne til kvælstoffiksering. Der er på nuværende tidspunkt ikke konstateret fiksering af atmosfærisk kvælstof hos den i Furesø 1991 kvantitativt vigtigste art, Pseudanabaena limnetica.

Figur 2.9.6 (øverst) illustrerer sammenhængen mellem sommergennemsnit (maj-september) af N/P-forholdet (partikulært) og klorofyl a for Furesøens åbne bassin i perioden 1975-1991, ialt 11 målinger. Figuren viser en klar negativ korrelation mellem det partikulære N/P-forhold og koncentrationen af klorofyl a. De laveste klorofyl a koncentrationer fandtes således, når N/P-forholdet i cellerne var højest. Der er derfor ingen grund til at antage, at en yderligere sækning af kvælstofniveauet i søen vil medføre en reduktion i planteplanktonbiomassen.

Derimod viser en tilsvarende afbildning af klorofyl a overfor partikulært fosfor en klar positiv korrelation (figur 2.9.6, nederst). Sommergennemsnit $>20 \mu\text{g}$ klorofyl a/l fandtes således kun, når partikulært fosfor var $>0.04 \text{ mg/l}$. En koncentration af partikulært fosfor på 0.04 mg/l svarer til en koncentration af totalfosfor på ca. 0.1 mg/l .



Figur 2.9.6. Relationer mellem N/P-forhold, fosfor og klorofyl a koncentrationer i Furesø 1975-1991 (maj-september). St.1644. Øverst: Partikulært N/P-forhold og klorofyl a med indtegnet regressionslinie ($r:-0.85$). Nederst: Partikulært fosfor og klorofyl-a ($r:0.79$).

Hvis koncentrationen af totalfosfor nedbringes til 0.1 mg/l eller derunder (gennemsnit i perioden maj-september), vil de ekstremt høje sommerbiomasseverdier af planteplankton kunne undgås. Det vil endvidere føre til en forbedring af sigtddybdeforholdene, der i Furesøens åbne bassin hovedsagelig er styret af planteplanktons biomasse. En øget sigtddybde vil udover den æstetiske fordel give øget mulighed for fremvækst af bundvegetation i søens lavvandede områder. En veludviklet bundvegetation vil øge hastigheden af en gunstig udvikling, dels ved at konkurrere med planteplankton om de tilgængelige næringssalte, dels ved at fungere som opvækstområde for både herbivore dyreplanktonarter og rovfisk.

Udviklingen i planteplanktons biomasse og sammensætning i Furesø i de tre vandmiljøplanår 1989-1991 viser følgende tendenser:

- den gennemsnitlige sommerbiomasse er stigende gennem de tre år

- en stigende andel af sommerbiomassen udgøres af blågrønalger, på bekostning af kiselalger, furealger og grønne alger
- sigtddybden opfyldte på intet tidspunkt det i recipientkvalitetsmålsætningen fremførte krav på ca. 4 meter /1/

Dyreplankton

Dyreplanktons biomasse og sammensætning i Furesøens hovedbassin afhænger først og fremmest af fødegrundlaget.

Fra marts og indtil opblomstringen af blågrønalger i begyndelsen af juli har dyreplankton en periodevis regulerende effekt på planteplanktonbiomassen. I denne periode har planteplankton en høj fødeværdi for dyreplankton, både hvad angår gennemsnitslængde ($<50 \mu\text{m}$) og fødekvalitet.

Under opblomstring af blågrønalger har dyreplankton ingen regulerende effekt på planteplanktonbiomassen. Selvom blågrønalgerne er spiselige, har de en lav fødeværdi og giver et dårligt grundlag for en høj dyreplanktonbiomasse.

Derudover hæmmes dyreplanktonudviklingen af lav temperatur i begyndelsen af året og af predation fra fisk i sommer- og efterårsmånederne. Predationen fra fisk er usikker, men det er sandsynligt, at fiskene påvirker gennemsnitsstørrelsen af Daphnia galeata, som er den dominerende cladocer i søen. Det er sandsynligvis de mange smelt, der udgør det største predationstryk på dyreplankton.

Dyreplanktonsamfundets udvikling fra 1989 til 1991 viser en svag tendens til en stigning i den gennemsnitlige biomasse fra 1989 til 1990 efterfulgt af et fald til 1991.

Generelt er dyreplanktonbiomassen lav i alle tre år, og der er ingen tegn på en ændring af dyreplanktonsammensætningen henimod større biomasse af store cladocerer i sommerperioden.

Et dyreplanktonsamfund med en relativt stor biomasse af store cladocerer er en nødvendighed for fiskeyngel af f.eks. aborre og sandart. En god rekruttering af aborre eller sandart er nødvendig for at få "ryddet op" i de mange smelt samt til at holde bestanden af "skidtfisk" på et lavt niveau. Furesøens naturlige fiskebestand skulle ud fra dens topografi, have en dominans af store rovlevende aborrer. I dag er både aborrebestanden og sandartbestanden relativ beskeden. Dette giver gode muligheder for vækst af "skidtfisk" i de kommende år.

Furesøen er i øjeblikket i en udvikling mod mere eutrofe (næringsrige) forhold. Den biologiske struktur i søen er u hensigtsmæssig, idet den manglende bestand af rovfisk er medvirkende til at øge predationstrykket på dyreplankton, der derved bliver ude af stand til at regulere planteplanktons biomasse i sommerperioden.

2.9.4 Indsvingning

Furesø har i dette århundrede fået tilført betydelige mængder af spildevand. Belastningen med næringsstoffer steg i takt med befolkningsudviklingen, kloakeringen og indførelse af fosfatrige vaskemidler. De opstrøms beliggende søer; Farum sø, Søllerød sø, Vejle sø samt Birkerød sø var tilsvarende belastet med spildevand.

I 1975 blev spildevandet fra Søllerød og Birkerød kommuner afskåret fra Furesøen, og der blev samtidig indført fosforfjernelse på Stavnsholt renseanlæg. Afskæringen medførte en reduktion i vandtilførslen til søen, hvorved opholdstiden i søen blev længere.

Den reducerede fosforbelastning medførte at den gennemsnitlige indløbskoncentration også reduceredes. Efter en periode faldt koncentrationen i søvandet, blandt andet som følge af udskyldning af overskudspuljen eller på grund af sedimentation af fosfor. Søens tilstand blev gradvist forbedret til der opstod en ligevægt med den nye eksterne belastning.

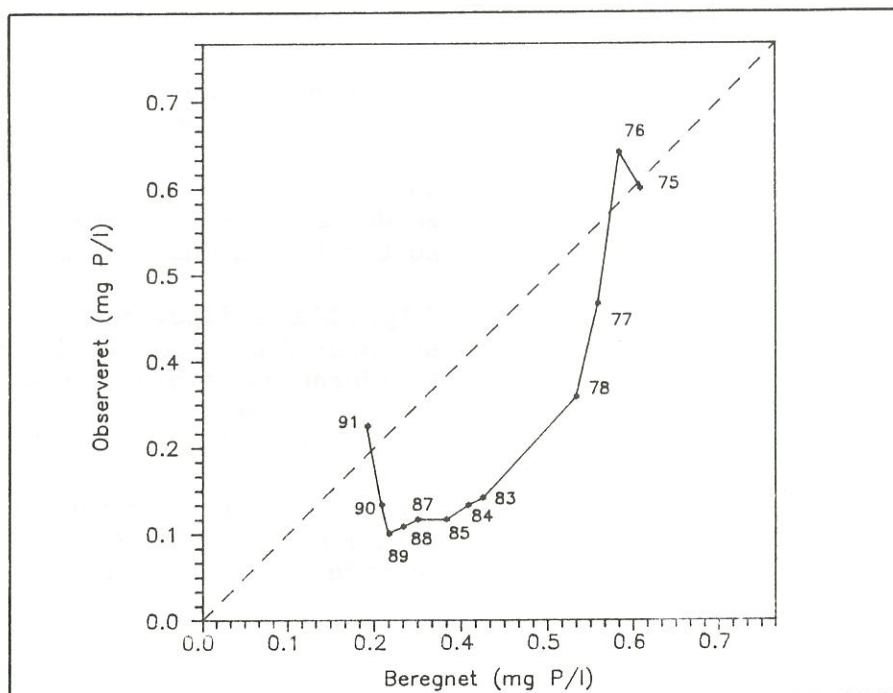
Men for søer med lang opholdstid er der nødvendigvis ikke tale om et simpelt lineært forløb mod en lavere fosforkoncentration. Indsvingningens varighed vil således kunne påvirkes af udvekslingen med sedimentet (sedimentation/-frigivelse) og en struktur i det biologiske system, som er bygget op mens søen var hårdere belastet, der udviser træghed mod forandringer.

Ved hjælp af nogle enkle eutrofieringsmodeller for søer er det muligt at beregne en koncentration af fosfor i søvandet til en given tid efter belastningsreduktionen. Den beregnede koncentration kan derefter sammenlignes med den observerede koncentration.

I sømodellen antages det, at der ikke sker en nettoudveksling mellem sediment og vand på årsbasis. Koncentrationen til tiden t kan derefter beskrives ved ligningen:

$$C(t) = C_{st} + (C_0 - C_{st}) e^{-(1/T_w)t},$$

hvor C_{st} er den nye ligevægtskoncentration, C_0 er koncentrationen i søen på tidspunktet for belastningsændringen. C_{st} beregnes blandt andet ved hjælp af en model opstillet af Vollenweider i 1976. C_0 sættes til 0,65 mg TP/l og opholdstiden T_w til 14,5 år. Til en nøjere gennemgang af disse modeller henvises til NP0-projekt C9 fra 1990 /11/.



Figur 2.9.7 Indsvingningsforløbet af observeret og beregnet totalfosforkoncentration i søvandet. St.1644. Årsgennemsnit. 1975-91.

På figur 2.9.7 er de enkelte observationer angivet med et årstal. Den stiplede linie angiver forløbet, hvis der kun var tale om en udskylning af fosforpuljen fra søen. Ændringer i forhold til den stiplede linie angiver altså forhold hvor sedimentet har betydning for søen, den biologiske struktur og lignende.

Figuren viser tillige at søen responderede hurtigt på ændringen i belastningen. De første 15 år efter belastningsreduktionen er de observerede koncentrationer tydeligt lavere end de beregnede.

Hovedårsagen til dette fænomen er nettosedimentation af fosfor til sedimentet. I 1975 er der næsten 100 tons fosfor i søvandet. Dette reduceres til 10-20 tons fosfor i midten af 80'erne. Differencen på 80-90 tons er dels bundet i bundsedimentet og dels skyllet ud igennem afløbet.

Figuren viser imidlertid også den markante ændring, der er indtruffet de senere år. Koncentrationen af fosfor ligger i gennemsnittet af året 1991 således tydeligt højere end den tilsvarende beregnede værdi.

Dette indikerer at søen modsat tidligere er under aflastning, hvor den tidligere bundne fosfor frigives til vandsøjlen.

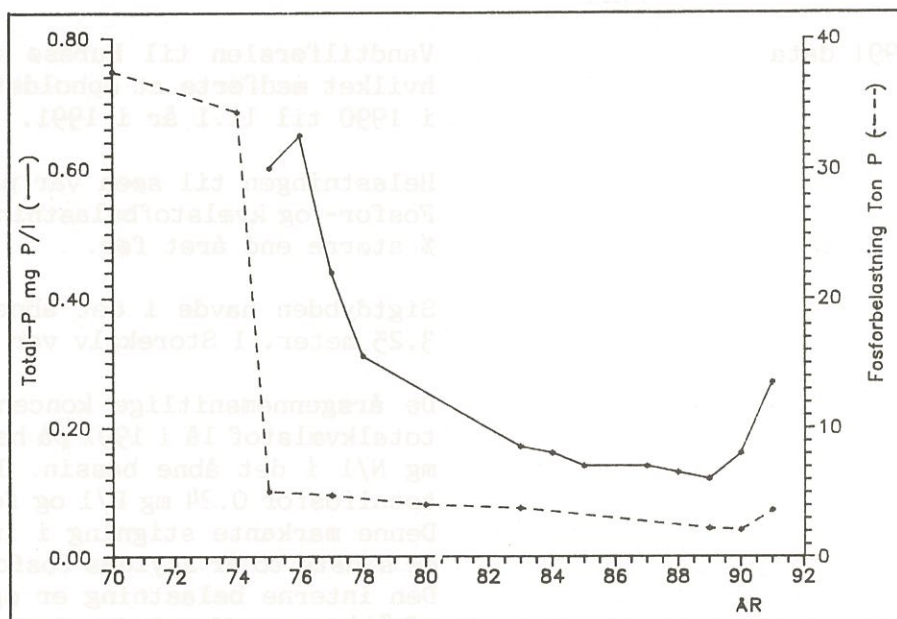
Ovennævnte NPo-projekt påviste, at de dybe søer ofte har et kortere indsvingningsforløb end de burde have ud fra sømodellerne. I de lavvandede søer ses ofte det modsatte, idet disse reagere langsomt på belastningsændringer. Til forklaring på de lavvandede søeres forsinkede respons indgår den interne belastning som det væsentligste element.

De sidste to års undersøgelsesresultater fra Furesø viser derfor, i modsætning til NPo-projektet, at også de dybe søer kan reagere langsommere end forventet. Når belastningen har stået på i en lang årrække er puljen af fosfor i sedimentet nødvendigvis ikke immobiliseret i sedimentet.

Sedimentundersøgelsen i Furesø påviste, at der i de øverste 10 cm af sedimentet findes en pulje af fosfor svarende til 1/4 af den samlede fosforbelastning siden år 1900. Heraf er en stor del kun let bundet i sedimentet.

2.10 Samlet vurdering af tilstanden i 1991

Tidligere data



Figur 2.10.1 Den årgennemsnitlige totalfosforkoncentration samt søens fosfor belastning gennem de sidste 21 år.

De sidste 20 års fald i den externe fosforbelastning er afløst af en stigning i 1991. Figur 2.10.1 viser at denne stigning tillige afspejler sig på søvandets totalfosforkoncentration.

Fosforkoncentrationen fortsatte den stigende tendens i 1991. Totalfosforkoncentrationen er steget med 125 % fra 1989 til 1991. Indholdet i søvandet nærmer sig samme niveau som da indholdet var højest i midten af 1970'erne.

De seneste års stigning i fosforkoncentrationen ses tillige på to af tilløbene fra henholdsvis Farum sø og Vejlesø. Disse opstrøms beliggende søer er i lighed med Furesø under aflastning.

Kvælstofkoncentrationen i søvandet viser store variationer årene imellem, men er stort set uændret gennem de sidste 16 år. Dog er den årsgennemsnitlige totalkvælstof koncentration i 1991 faldet en anelse i forhold til de to foregående år.

Sigtdybden afspejler søvandets stigende fosforkoncentration. Den positive udvikling i den årsgennemsnitlige sigtdybde fra 1976-88, er afløst af dårligere sigtdybder i de sidste 4 år. Sommergennemsnittet viser samme tendens, idet der er sket et fald på næsten 1 meter fra 1988 til 1991. Sigtdybden i Storekalv er mindre end for det åbne bassin, men følger i store træk de samme tendenser.

De sidste års iltmålinger understreger, at bundvandets minimums iltkoncentration ikke har ændret sig i de sidste 40 år. Perioden med helt lave iltkoncentrationer har hver sommer haft en varighed af 3-3½ måned.

1991 data

Vandtilførslen til Furesø var 18 % større end i 1990, hvilket medførte at opholdstiden ændrede sig fra 15.2 år i 1990 til 11.1 år i 1991.

Belastningen til søen var på 3.597 kg P og 91.151 kg N. Fosfor- og kvælstofbelastningen er henholdsvis 75 % og 19 % større end året før.

Sigtdybden havde i det åbne bassin et årsgennemsnit på 3.25 meter. I Storekalv var årsgennemsnittet 1.95 meter.

De årsgennemsnitlige koncentrationer af totalfosfor og totalkvælstof lå i 1991 på henholdsvis 0.27 mg P/l og 0.93 mg N/l i det åbne bassin. I Storekalv er værdierne for totalfosfor 0.24 mg P/l og for totalkvælstof 0.93 mg N/l. Denne markante stigning i indholdet af fosfor inden for de sidste to år skyldes fosforfrigivelsen fra sedimentet. Den interne belastning er øget fra ca. 10 tons i midten af 80'erne, til omkring det dobbelte i årene 1990 og 1991. Dette skal ses i sammenhæng med det forhold, at koncentrationen af fosfor efter totalopblandingen om efteråret ikke falder i 1990 og 1991, som ellers er reglen, men holdes på et konstant højt niveau.

Ovennævnte kan have sin årsag i det generelle lave forhold mellem jern og fosfor der er kendetegnende for Furesø. Jerntilførslen og puljen i sedimentet er for lille til at kunne kontrollere fosfordynamikken. Eventuelt kan et meget langsomt udsynkende blågrønalgemaxima medvirke til det konstant høje fosforindhold i vandsøjlen.

I overfladesedimentet er fosforindholdet 360 mg P pr. liter sediment i den dybe del af søen. Dette indhold er relativt højt i forhold til andre søer i amtet og i resten af landet. Den samlede pulje af fosfor i de øverste 10 cm af sedimentet er på 226 tons fosfor, hvoraf 100 tons er let-bundet og bundet til jern. Denne pulje kan frigives til vandsøjlen under dårlige iltforhold. Til sammenligning er søen blevet belastet med ca. 1000 tons fosfor i perioden fra 1900-1992.

Planteplanktons biomasse og artssammensætning i Furesøens åbne bassin viste i 1991 et samfund med dominans af næringskrævende arter og en uønsket høj sommerbiomasse domineret af trådformede blågrønarter.

Den høje sommerbiomasse var hovedsagelig styret af det høje fosforindhold i søen. En reduktion i fosforniveauet er derfor påkrævet, hvis der skal opnås forbedringer i sigtgybdeforholdene i sommerperioden. Blågrønalerne kræver desuden høje temperaturer og gode lysforhold.

Meteorologiske forhold, der har indflydelse på vandtemperatur og omrøring, vil således have afgørende betydning for blågrønalgernes udvikling.

Udviklingen i Furesøen fra 1989-1991 viser en stigning i den gennemsnitlige biomasse og en stigende andel af blågrøn alger på bekostning af kiselalger, furealger og grøn alger.

Dyreplanktons biomasse og artssammensætning i Furesøens åbne bassin viste i 1991 et samfund med dominans af cladocerer, men med en lav biomasse. Den lave biomasse skyldes først og fremmest det dårlige fødegrundlag af blågrøn alger. Derudover er predationen fra de mange smelt og delvis fra arter som skalle og brasen en vigtig regulerende faktor af især de store dyreplanktonindivider. I årene 1989-1991 er der ingen tegn på en ændring af dyreplanktonsamfundet henimod en større biomasse af store cladocerer. Tværtimod er tendensen det modsatte.

Fiskebestanden er domineret af skalle og smelt med nogle relativt store bestande, mens aborre, brasen, hork, gedde og sandart har relativt små bestande. Fangsterne ved fiskeundersøgelsen udviste stor forskel i fangst og artsammensætning mellem det åbne bassin og Storekalv.

De mange småskaller og småbrasen, som især blev fanget i Storekalv, tyder på at bestanden af fredfisk er i kraftig vækst.

Tilstand i forhold
til målsætning

Vandområdeplan for Mølleå-systemet /1/ stiller en række krav til vandkvaliteten samt plante- og dyrelivet i Furesøen:

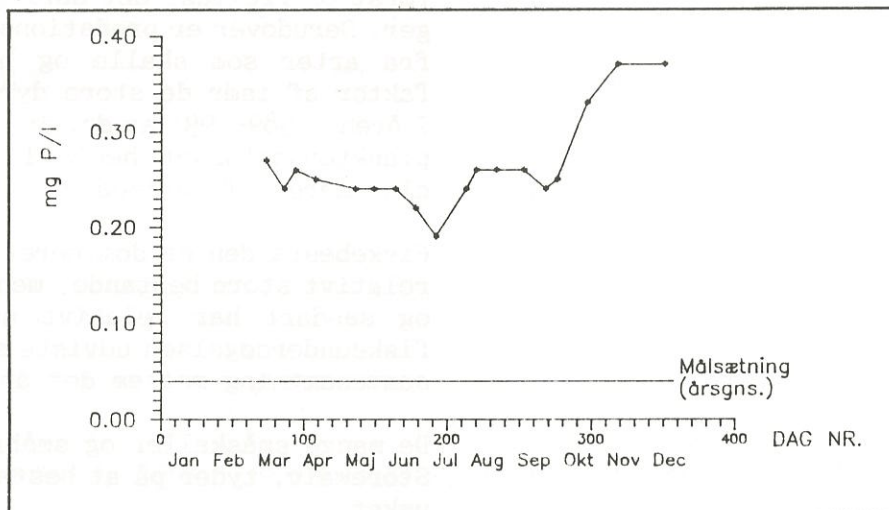
- den årsgennemsnitlige totalfosforkoncentration skal være under **0.04 mg P/l**

Denne værdi skal ifølge modelberegninger, være begrænsende for planteplanktonets produktion i vækstperioden

- den gennemsnitlige sommersigtdybde (juni-august) skal være **ca. 4 meter**
- iltindholdet i Furesøens bundvand må ikke falde til under **0.5 mg O₂/l**
- planteplankton i søen skal domineres af **rentvandsarter** (desmidiaceer, kisel- og gulalger)

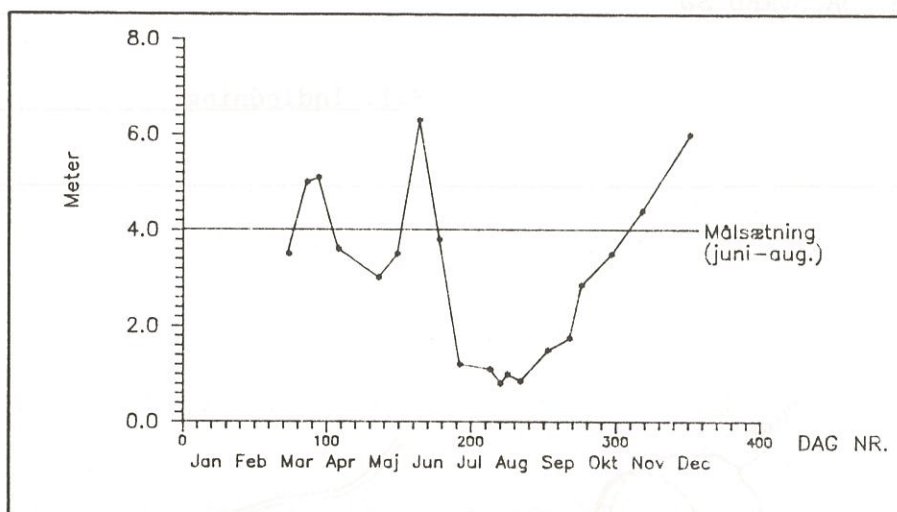
Sammenlignes disse krav med tilstanden i Furesø i 1991 kan følgende uddrages:

- Den årsgennemsnitlige totalfosforkoncentration var i 1991 på 0.27 mg P/l, hvilket er over 6 gange højere end målsætningens kravværdi. På figur 2.10.2 ses at søvandets fosforkoncentration på intet tidspunkt i 1991 har opfyldt målsætningen.



Figur 2.10.2 Koncentrationen af totalfosfor i 1991 og kravværdien /1/. St.1644.

- I 1991 har sigtdybden i det åbne bassin, gennemsnitligt ligget på 2.13 meter i månederne juni-august. Det kræver således en fordobling af den nuværende sigtdybde for at opfylde målsætningen.



Figur 2.10.3 Sigtdybden i 1991 og kravværdien /1/.
St.1644.

- I 1991 var iltindholdet i bundvandet under 0.5 mg O₂/l i 102 dage, stort set samme antal dage som året før, hvor perioden var på 94 dage. En trediedel af året er kravet til iltindholdet ikke opfyldt.
- Planteplanktonsamfundet var i 1991 kraftigt domineret af blågrønalger, som er karakteristiske for stærkt eutrofierede søer. Af 95 konstaterede arter/slægter, tilhørte 16 arter/slægter rentvandsgrupper som furealger, gulalger og kiselalger. Kravet er således ikke opfyldt.

Furesøen er i dette århundrede blevet belastet med ca. 1000 tons fosfor. Efter belastningsreduktionen i midten af 70'erne, blev tilstanden i Furesøen væsentligt forbedret i de følgende 15 år.

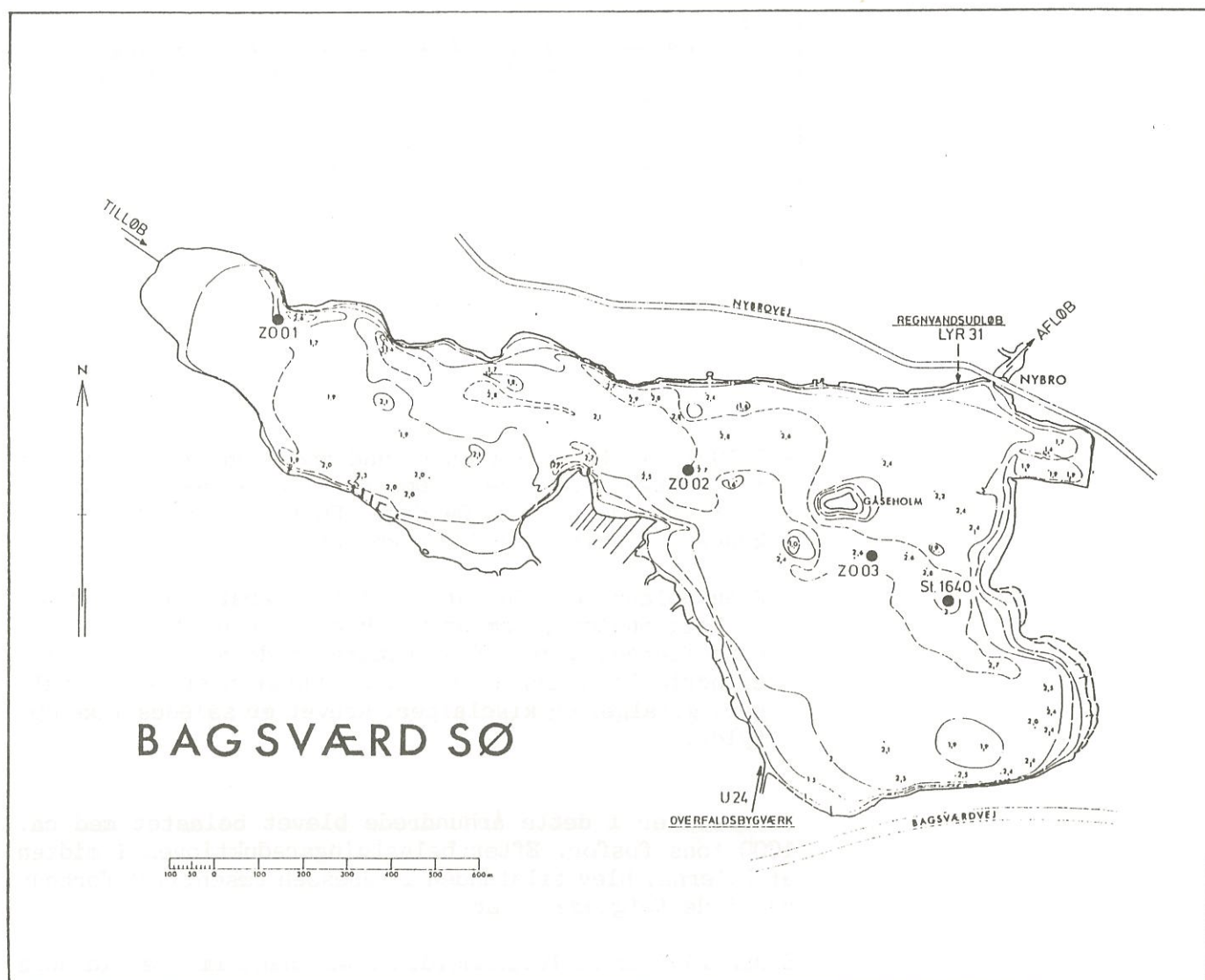
Siden 1990 er fosforindholdet i søvandet imidlertid mere end fordoblet og vandets gennemsigtighed er lige så dårlig som da spildevandsbelastningen var størst. De stigende koncentrationer er derfor et udtryk for at den tidligere belastning "er vendt tilbage" til søvandet fra sedimentet.

Søens udvikling mod mere eutrofe forhold medfører at den biologiske struktur er skæv. Den manglende bestand af rovfisk er medvirkende til at øge græsningstrykket på dyreplankton, der derved ikke er i stand til at regulere algesamfundet i sommerperioden.

Tilstanden i søen er således blevet betydeligt dårligere.

3. BAGSVÆRD SØ

3.1. Indledning



Figur 3.1.1. Kort over Bagsværd Sø med angivelse af zooplankton- og vandkemistationer, samt større tilløb og afløb.

Bagsværd Sø der udgør en del af Mølleå-systemet, er systemets næststørste sø. Søen har 3 mindre tilløb, fra henholdsvis Store Hulsø, Nydam Sø og den sydligste af Kobberdammene.

Afløbet fra søen udmunder i Mølleåen umiddelbart opstrøms Lyngby Sø.

Areal	121 ha
Volumen	$2,33 \times 10^6 \text{ m}^3$
Middeldybde	1,9 m
Maksimaldybde	3,2 m
Kystlængde	7,05 km
Topograf. opland (excl. søareal)	680 ha
Vandets opholdstid, 1991	2,3 år
VS kote DNN (GM) (+/- 5 cm)	18,5 m
Opmålt	1976

Tabel 3.1.1. Oversigt over Bagsværd Sø's morfometriske forhold.

Oplandet til Bagsværd Sø er på 680 ha, hvoraf størstedelen består af byzone, hvilket fremgår af nedenstående tabel.

Åbent land	Byzone	Skov	Vandområder	Rest	Total
20	420	200	10	30	680

Tabel 3.1.2. Arealudnyttelse i oplandet til Bagsværd Sø.

Jordtypen i oplandet er lerblandet sandjord og sandblandet lerjord.

3.2 Vandbalance

Vandstanden i Bagsværd Sø er konstant året rundt, da vandstanden justeres af sluserne ved Lyngby Sø. Det medfører, at der i perioder forekommer tilbageløb fra Mølleåen via afløbet. Dette tilbageløb er ikke kvantificeret i opgørelsen.

Bagsværd sø 1991

Måned:	Vandmængder x 10 ³ m ³									Diff.	Diff. %	
	Oppumpet			Umålt		Tilført	Fordamp.		Fraført			
	Tilløb	grundvand	Separat	Fælles	opland	Nedbør	Ialt	Afløb	Ialt			
Jan.	6,8	9,8	0,2		32,8	58,1	97,9	11,8	108,0	119,8	-21,9	-22,4
Feb.	1,6	9,8	0,1		19,7	37,5	58,9	16,3	71,0	87,3	-28,4	-48,2
Marts	6,9	9,8	0,1		18,7	19,4	45,1	39,2	50,0	89,2	-44,1	-97,8
April	2,3	9,8	0,2		8,6	55,7	66,8	76,1	66,0	142,1	-75,3	-112,7
Maj	5,5	9,8	0,1	14,0	23,7	50,8	94,1	128,8	87,0	215,8	-121,7	-129,3
Juni	4,5	9,8	0,7	15,8	19,5	171,8	212,3	99,2	187,0	286,2	-73,9	-34,8
Juli	3,2	9,8	0,2		13,1	56,9	73,4	160,4	71,0	231,4	-158,0	-215,3
Aug.	1,2	9,8	0,3	61,0	7,0	67,8	137,3	125,9	71,0	196,9	-59,6	-43,4
Sep.	0,8	9,8	0,4	17,7	7,2	96,8	122,9	77,8	97,0	174,8	-51,9	-42,2
Okt.	1,2	9,8	0,2	0,9	6,2	43,6	52,1	38,3	47,0	85,3	-33,2	-63,7
Nov.	3,6	9,8	0,3		14,3	78,7	96,9	13,2	95,0	108,2	-11,3	-11,7
Dec.	0	9,8	0,3	2,8	15,3	66,6	85,0	7,3	84,0	91,3	-6,3	-7,4
Ialt:	37,6	117,6	3,1	112,2	186,1	803,7	1142,7	794,3	1034,0	1828,3	-685,6	-60,0

Tabel 3.2.1 Vandbalance for Bagsværd Sø 1991.

Som det fremgår af tabel 3.2.1. modtager søen de største vandmængder fra det umålte opland og fra regnhændelser direkte på søen.

De store afløbsmængder er sammenfaldende med kraftige nedbørshændelser i månederne maj, juni, august, september og november.

Fordampningen fra søen stiger i perioden januar-juli, hvorefter fordampningen er faldende året ud. I juni var der dog et lille fald i fordampningen pga. de store mængder nedbør. Juli var den måned, hvor fordampningen var størst.

Afstrømningen fra Bagsværd Sø er tilsyneladende større end tilførslen, hvilket kan skyldes at der ikke er taget højde for tilbageløb fra afløbet. Endvidere er vandføringen i afløbet estimeret ud fra afstrømningen i Dumpealsrenden, hvilket indebærer usikkerhed på den beregnede afstrømning.

I 1991 andrager de ved afværgepumpning tilladte vandmængder 117.600 m³, hvilket svarer til 6,4 % af den gennemstrømmende vandmængde. I 1990 blev søen tilført 120.000 m³, svarende til en gennemstrømmende vandmængde på 15 %, idet den samlede afstrømning var mindre.

Opholdstid

Vandets opholdstid i Bagsværd Sø er opgjort på baggrund af søvolumenet divideret med vandføringen i afløbet.

		Opholdstid, år		
		1989	1990	1991
Års	gns.	3,4	3,0	2,3
Sommer	gns.	3,5	3,7	2,1
Vinter	gns.	3,3	2,7	3,0

Tabel 3.2.2 Opholdstiden i Bagsværd Sø, 1989, 1990 og 1991.

Da vandføringen i afløbet er estimeret ud fra afstrømningen i Dumpedalsrenden, og da der ikke er taget højde for tilbageløb fra afløbet, skønnes det at være for usikkert at opgøre opholdstiden på månedsbasis for Bagsværd Sø.

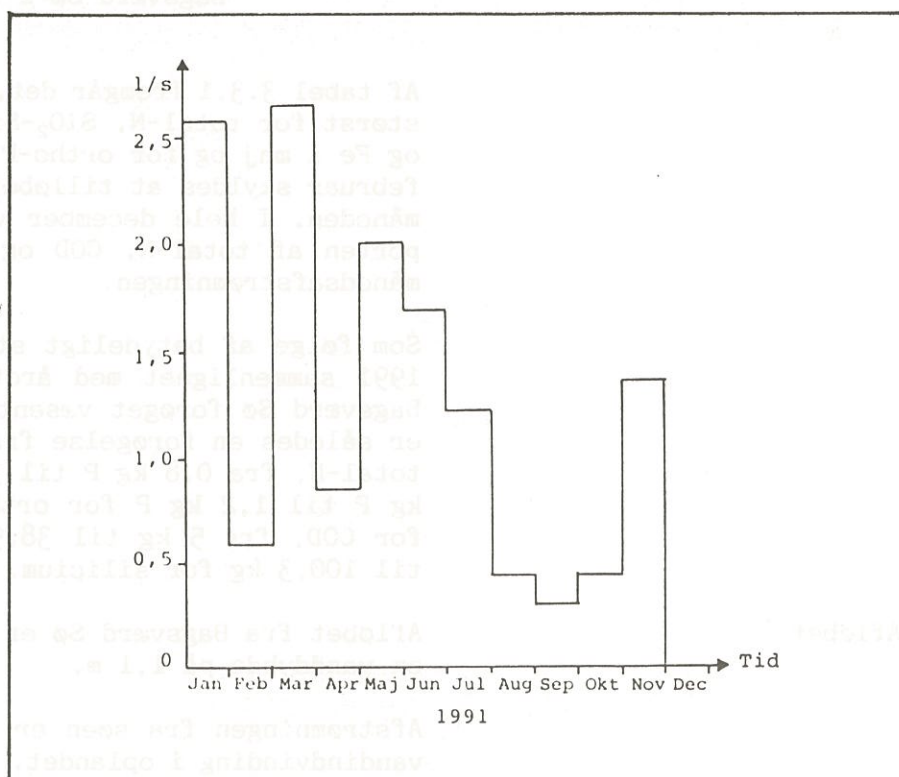
I 1991 er den årsgennemsnitlige opholdstid væsentligt lavere end de foregående år. Det fremgår tydeligt af tabel 3.2.2, at det er den regnfulde sommer, der særligt har påvirket årsgennemsnittet, da vintergennemsnittet ligger på niveau med de tidligere år.

3.3 Belastningsopgørelse

3.3.1 Stoftransport

Tilløbet fra Store Hulsø

Oplandsarealet til Bagsværd Sø's hovedtilløb, som afleder vand fra Store Hulsø, er ud fra geodætiske 4 cm kort opgjort til ca. 50 ha. Tilløbet er periodisk udtørret.



Figur 3.2.1. Månedsmiddelvandføring i tilløbet til Bagsværd Sø, 1991

Stoftransporten i tilløbet er beregnet ud fra målte stofkoncentrationer i tilløbet 12 gange i løbet af 1991. Da det på grund af tilløbets udformning og ringe vanddybde ikke er muligt at foretage vingemålinger, er vandføringen vurderet ud fra vandføringen i Dumpedalsrenden, hvis oplandstype svarer til tilløbet's opland (skov).

Den beregnede vandføring var i 1991 på 1.2 l/s og i 1990 på 0.55 l/s. Den lave afstrømning i 1990 skyldes, at tilløbet var tørt i januar og i perioden maj - august. I 1991 var tilløbet kun tørt i meget korte perioder.

	Kg					
	Tot-N	Tot-P	PO ₄ -P	COD	Fe	SiO ₂ -Si
Jan	6,4	0,32	0,21	295	1,7	19,3
Feb	0,73	0,03	0,01	27	0,2	1,5
Mar	11,1	0,62	0,19	437	5,5	24,6
Apr	2,8	0,38	0,10	169	6,2	7,7
Maj	4,8	0,72	0,20	307	12,0	13,6
Jun	3,9	0,32	0,13	219	4,1	9,2
Jul	4,46	0,51	0,28	236	6,5	13,9
Aug	0,35	0,02	0,01	16	0,3	1,2
Sep	0,2	0,04	0,01	11	0,5	0,9
Okt	0,38	0,07	0,01	21	0,9	1,7
Nov	1,64	0,08	0,02	85	1,1	6,6
Dec	0	0	0	0	0	0
Ialt	36,7	3,1	1,2	1823	38,9	100,3

Tabel 3.3.1 Månedso- og årstransport fra tilløb til Bagsværd Sø i 1991.

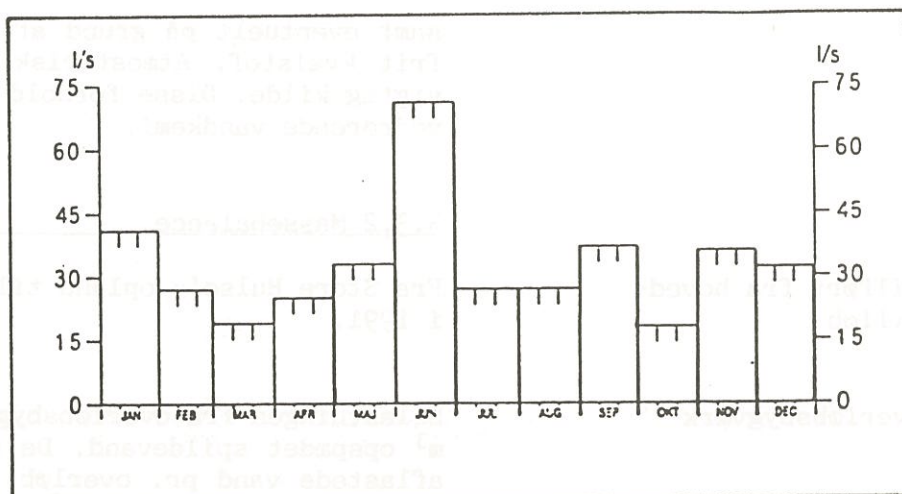
Af tabel 3.3.1 fremgår det, at stoftransporten i 1991 er størst for total-N, SiO₂-Si og COD i marts, for total-P og Fe i maj og for ortho-P i juli. Den lave transport i februar skyldes at tilløbet var frosset til i en del af måneden. I hele december var tilløbet tørt. Stoftransporten af total-N, COD og silicium følger forløbet af månedsafstrømningen.

Som følge af betydeligt større vandføring i tilløbet i 1991 sammenlignet med året før, er stoftilførslen til Bagsværd Sø forøget væsentligt i forhold til 1990. Der er således en forøgelse fra 18,4 kg N til 36,7 kg N for total-N, fra 0,8 kg P til 3,1 kg P for total-P, fra 0,3 kg P til 1,2 kg P for ortho-P, fra 801 kg til 1823 kg for COD, fra 5 kg til 38,9 kg for jern og fra 42,5 kg til 100,3 kg for silicium.

Afløbet

Afløbet fra Bagsværd Sø er meget bredt (ca. 6 m) og har en vanddybde på 1,1 m.

Afstrømningen fra søen er ringe på grund af omfattende vandindvinding i oplandet. Da tværsnitsarealet i afløbet ydermere er stort, er strømhastigheden for lille til at der kan gennemføres vingemålinger. Endvidere sker der periodisk tilbageløb til søen.



Figur 3.3.2 Teoretisk skønnet månedsmiddelvandføring i afløbet fra Bagsværd Sø, 1991.

Afstrømningen er i stedet vurderet ud fra den arealspecifikke afstrømning i Dumpedalsrendens opland. Den gennemsnitlige afstrømning fra Bagsværd Sø er på det grundlag beregnet til 31 l/s for 1991, hvilket svarer til ca. 977.000 m³/år.

Der er i 1991 blevet opstillet en målebøjle til kontinuerlig registrering af afstrømningen fra søen, hvilket vil give et væsentligt bedre billede af de reelle afstrømningsforhold. Målebøjen har endnu ikke fungeret optimalt, hvorfor resultaterne ikke er inddraget her.

	Kg			
	Tot-N	Tot-P	PO ₄ -P	Fe
Jan	135	25	17,5	9
Feb	106	12	4,8	5
Mar	85	8	0,8	4
Apr	81	11	2,8	11
Maj	109	17	3,3	35
Jun	295	43	10,9	35
Jul	136	17	2,0	10
Aug	150	18	2,6	10
Sep	201	28	4,3	11
Okt	70	11	7,7	3
Nov	151	16	10,9	7
Dec	161	16	10,3	7
Ialt	1679	218	78,1	148

Tabel 3.3.2 Månedso- og årstransport for Bagsværd Sø's afløb, 1991.

Koncentrationerne af total-N, total-P, ortho-P er høje i juni måned, hvilket skyldes nogle kraftige regnhændelser. Koncentrationerne af jern og total-N i søvandet er i perioder høje, som følge af frigivelse fra sedimentet

samt eventuelt på grund af blågrønalgernes fixering af frit kvælstof. Atmosfærisk deposition er ligeledes en vigtig kilde. Disse forhold uddybes nærmere i afsnittet vedrørende vandkemi.

3.3.2 Massebalance

Tilført fra hovedtilløb

Fra Store Hulsø's opland tilføres 36,8 kg N og 3,1 kg P i 1991.

Overløbsbygværk

Belastningen fra overløbsbygværket er i 1991 på 112.200 m³ opspædet spildevand. De målte koncentrationer i det aflastede vand pr. overløb varierede mellem 4,6-7,7 mg N/l og 1,4-2,0 mg P/l. Årsbidraget til søen er opgjort til henholdsvis 743,2 kg N og 160,3 kg P.

Alger

Blågrønalgernes kvælstoffixering er ikke kvantificeret, og er dermed udeladt af belastningsopgørelsen.

Atmosfærisk bidrag

Bidraget til søen fra atmosfæren er i perioden 1983-1990 målt ved Strødam i nordsjælland til henholdsvis 20 kg N/ha/år og 0,55 kg P/ha/år, hvilket giver en årsbelastning på 2421 kg N og 67 kg P for Bagsværd Sø.

Regnvandsbelastning

Regnvand fra befæstede arealer bidrager ifølge tidligere opgørelser med ca. 10 kg P og 30 kg N i et normalår. I 1991 faldt der 10 % mere regn end i et normalår, hvorfor arealbidraget er opgjort til 11 kg P og 33 kg N.

Umålt opland

Den diffuse belastning er fastlagt ud fra stoftransporten i vandløbssystemer, der er repræsentative for jordtypen, arealanvendelsen og afstrømningen. For 1991 er følgende enhedstal anvendt: 1,32 kg N/ha/år og 0,134 kg P/ha/år for udyrket land. Bidraget er herefter opgjort til 264 kg N og 26,8 kg P.

Udpumpet afværgvand

Fra 1989 er afværgvand fra en trichlorethylenforurennet drikkevandsboring på Bagsværd Vandværk ledt til Bagsværd sø. I 1991 blev der udledt 117.692 m³ med henholdsvis 3,4 mg N/l og 0,03 mg P/l, hvilket giver et samlet bidrag til søen på 400 kg N og 3,5 kg P.

Tilført fra afløb

På grund af vandindvinding i oplandet til Bagsværd Sø, unddrages søen så store vandmængder at fordampningen i tørre perioder overstiger vandtilførslen. Dette forårsager tilbageløb af vand fra Fureå, til Bagsværd Sø. Der er stor usikkerhed forbundet med kvantificering af de tilbagestrømmede vand- og stofmængder, hvorfor dette ikke er gjort op.

Bidraget fra afværgepumpningen mindsker tilbageløb i perioder med ringe nedbør. Tilbageløb forårsaget af vindstuvning er neglignabel.

Kvælstof

	Total-N Kg/år								Retention %
	oppumpet				Umålt	Atmosf./	Tilført	Afløb	
Måned:	Tilløb	grundvand	Separat	Fælles	opland	Nedbør	Ialt		
Jan.	6,4	33,3	2,4		19,0	175,0	202,8	135,0	33,4
Feb.	0,7	33,3	1,5		12,3	113,0	127,5	106,0	16,9
Marts	11,1	33,3	0,8		6,3	58,0	76,2	85,0	-11,5
April	2,8	33,3	2,3		18,2	168,0	191,3	81,0	57,7
Maj	4,8	33,3	2,1	103,6	16,6	153,0	280,1	109,0	61,1
Juni	3,9	33,3	7,1	94,2	56,2	518,0	679,4	295,0	56,6
Juli	4,5	33,3	2,3		18,6	171,0	196,4	136,0	30,8
Aug.	0,4	33,3	2,8	433,1	22,2	204,0	662,5	150,0	77,4
Sep.	0,2	33,3	4,0	88,2	31,7	292,0	416,1	201,0	51,7
Okt.	0,4	33,3	1,8	5,9	14,3	131,0	153,4	70,0	54,4
Nov.	1,6	33,3	3,2		25,7	237,0	267,5	151,0	43,6
Dec.	0,0	33,3	2,7	18,2	21,8	200,0	242,7	161,0	33,7
Ialt:	36,8	400,0	33,0	743,2	262,9	2420,0	3495,9	1680,0	51,9

Tabel 3.3.4 Massebalance for Total-N i Bagsværd Sø, 1991.

Tilbageholdelsen af kvælstof i Bagsværd Sø er opgjort til 65 % i 1989, 54 % i 1990 og 51,9 % i 1991. Idet søen er lavvandet og har stor kontakt mellem sediment og vandfase, antages det, at denitrifikation er årsag til størstedelen af N-tabet, og at tabet ved sedimentation er af mindre omfang.

Som det fremgår af tabel 3.3.4, er der en N-tilbageholdelse i søen i 11 måneder i 1991. I perioder med kraftig nedbør, som maj, juni og august, udgør kvælstofbelastning fra atmosfæren og overløbsbygværket for de tre måneder sammenlagt 46 % af den samlede årsbelastning. For de samme måneder er N-tilbageholdelsen stor. Marts måned er derimod den eneste måned, hvor der blev fraført mere kvælstof end der blev tilført, hvilket kan skyldes månedens lave nedbørsmængde samt at denitrifikationen er lav på grund af lave temperaturer.

Fosfor

Bagsværd sø 1991

	Total-P Kg/år								Retention %
	Oppumpet				Umålt opland	Atmosf./Nedbør	Tilført Ialt	Afløb	
Måned:	Tilløb	grundvand	Separat	Fælles	opland	Nedbør	Ialt	Afløb	
Jan.	0,32	0,29	0,8		2,0	4,8	7,9	25,0	-215,7
Feb.	0,03	0,29	0,5		1,3	3,1	4,9	12,0	-143,4
Marts	0,62	0,29	0,3		0,7	1,6	3,2	8,0	-148,4
April	0,38	0,29	0,8		1,9	4,6	7,7	11,0	-43,2
Maj	0,72	0,29	0,7	23,8	1,8	4,2	31,2	17,0	45,5
Juni	0,32	0,29	2,3	20,8	6,0	14,2	43,6	43,0	1,4
Juli	0,51	0,29	0,8		2,0	4,7	8,0	17,0	-112,2
Aug.	0,02	0,29	0,9	85,4	2,4	5,6	94,3	18,0	80,9
Sep.	0,04	0,29	1,3	24,8	3,4	8,0	37,5	28,0	25,4
Okt.	0,07	0,29	0,6	1,4	1,5	3,6	7,2	11,0	-53,4
Nov.	0,08	0,29	1,1		2,7	6,5	10,4	16,0	-54,1
Dec.	0,00	0,29	0,9	4,1	2,3	5,5	12,8	14,0	-9,4
Ialt:	3,1	3,5	11,0	160,3	28,0	66,4	268,8	220,0	18,2

Tabel 3.3.5 Massebalance for Total-P i Bagsværd Sø, 1991.

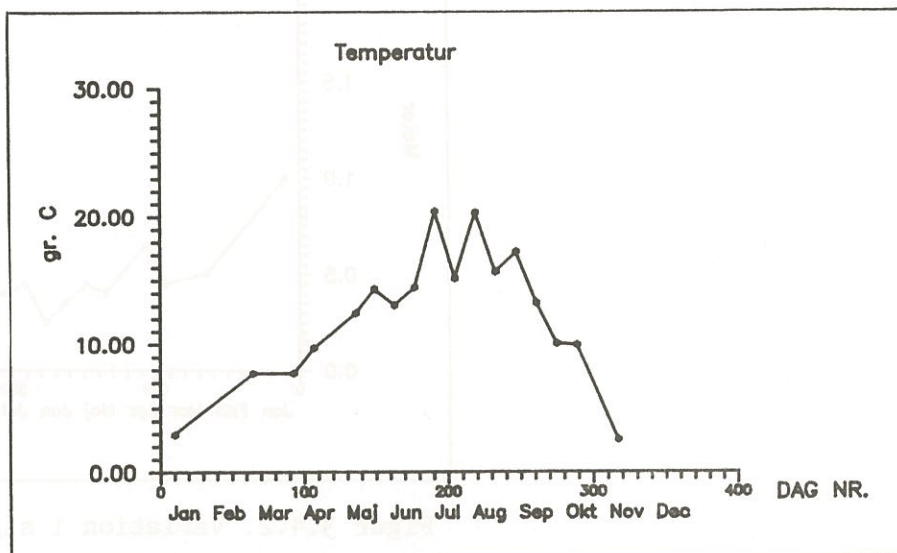
I 1990 blev der fraført 27 % mere total-P end der blev tilført, hvilket tyder på en betydelig intern belastning, samt at søen var under aflastning.

I 1991 blev der derimod tilført mere total-P end der blev fraført. Det fremgår af tabel 3.3.5, at tilførslen er stor i månederne maj, juni, august og september, hvilket skyldes de store overløbshændelser. Den mængde fosfor der tilføres i august, omsættes umiddelbart af algebiomassen, hvilket fremgår af, at ortho-P koncentrationen i vandet ligger under detektionsgrænsen i denne måned.

Af tabellerne 3.3.4 og 3.3.5 fremgår det tydeligt, at de store mængder af næringsstoffer kommer fra overløbsbygværket for det fælleskloakerede område samt fra atmosfæren.

3.4. In situ-målinger

Temperatur



Figur 3.4.1. Temperaturvariation i den fotiske zone i Bagsværd Sø, 1991.

På grund af vindpåvirkning og søens ringe dybde er temperaturerne med få undtagelser ens i hele vandmassen. Temperaturen er jævnt stigende fra 3 °C i januar til 20 °C i begyndelsen af juli med undtagelse af perioder med is i februar og marts. Efter et fald i slutningen af juli til 15 °C stiger temperaturen til årsmaximum på 22,3 °C i begyndelsen af august. Fra september aftager temperaturen jævnt resten af året, og søen er islagt i december.

Der er konstateret stratifikation i en stille periode med varmt vejr i slutningen af maj, hvor springlaget lå i 1-2,5 m dybde. Endvidere var der springlag i den nederste meter af vandsøjlen midt i juli og i begyndelsen af september.

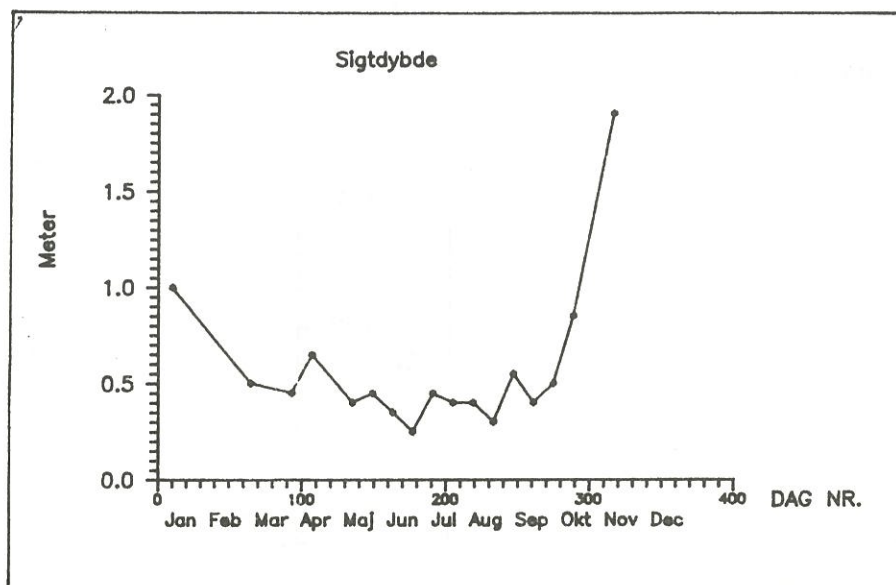
Ilt

Ilt-forholdene i vandmassen er generelt gode og nær fuld mætning det meste af året. Der ses dog afvigelser fra dette mønster.

Sammenfaldende med stratifikationerne er der mellem 112 % og 150 % overmætning i den fotiske zone mens iltindholdet under springlaget falder til 9 % i juli og 50 % i begyndelsen af september.

Sammenfaldende med fytoplanktonbiomassens henfald ses endvidere iltkoncentrationer under 80 % mætning i hele vandsøjlen i august og 60-70 % mætning fra midt i september til midt i oktober.

Sigtdybde



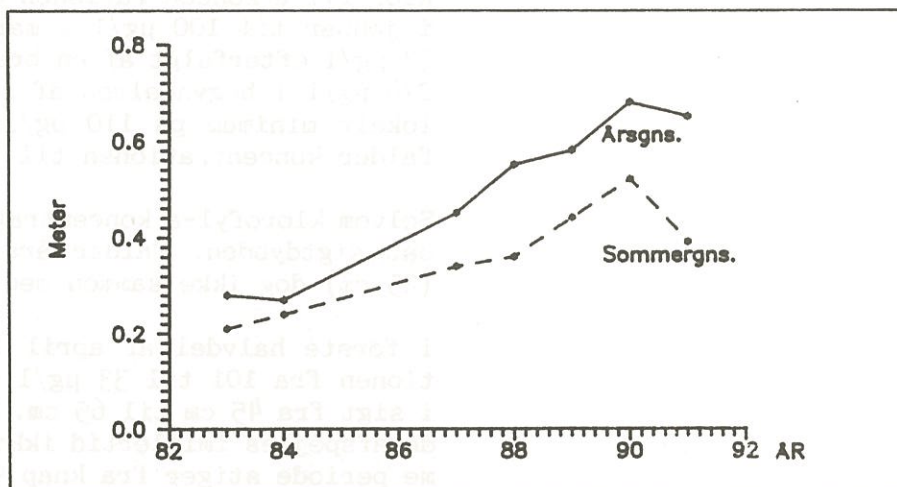
Figur 3.4.2. Variation i sigtdybde i Bagsværd Sø, 1991.

Sigtdybden i januar er 1 meter. I perioden marts-maj falder sigtdybden til 40 cm og 50 cm på nær midt i april, hvor den er 65 cm. Fra juni til august er sigtdybden mellem 25 cm og 45 cm og fra september stiger den jævnt til 1,90 meter i november.

Årsvariationen i sigtdybde har et forløb modsat variationen i klorofyl-a hvilket viser, at det hovedsageligt er mængden af alger i vandet, der er afgørende for vandets gennemsigtighed. I modsætning hertil viste målingerne i 1990, at sigtdybden frem til maj primært hang sammen med mængden af suspenderet stof.

Sammenfaldende med den forøgede sigt i april ses et fald i mængden af *Chrysochromulina parva* og *Chlorococcales* spp. Reduktionen af disse små og græsningsfølsomme arter (< 20 µm) må tolkes som forårsaget af nedgræsning. En tilsvarende nedgræsning blev observeret i 1990, blot senere - ved udgangen af maj.

Udvikling i sigtddybde 1983 - 1991



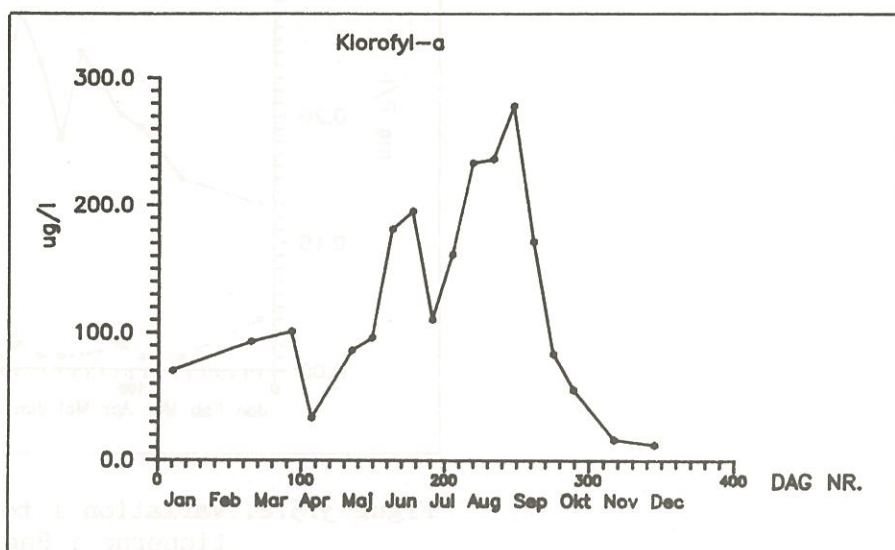
Figur 3.4.3. Udviklingen i den gennemsnitlige sommer sigtddybde i Bagsværd Sø, 1983-1991.

Gennemsnitssigtddybden for sommerperioden (1. maj - 30. september) har været jævnt stigende gennem det seneste årti fra 23 cm i 1983 til 52 cm i 1990. I takt hermed er navnlig den interne fosforbelastning reduceret.

I 1991 var den gennemsnitlige sommersigtddybde imidlertid 39 cm, hvilket primært må tilskrives den større belastning af søen som følge af større nedbørsmængder. Bidraget fra overløb fra de fælleskloakerede arealer var således 4 gange større end i 1990, mens N- og P-belastningen fra tilløbet var henholdsvis 5 og 10 gange større.

3.5. Vandkemiske målinger

Klorofyl-a



Figur 3.5.1. Variationen i klorofyl-a koncentrationen i Bagsværd Sø, 1991.

Klorofyl-a koncentrationen er jævnt stigende fra 70 $\mu\text{g/l}$ i januar til 100 $\mu\text{g/l}$ i marts. I april ses et fald til 33 $\mu\text{g/l}$ efterfulgt af en brat stigning til årsmaximet på 278 $\mu\text{g/l}$ i begyndelsen af september med et forbigående, lokalt minimum på 110 $\mu\text{g/l}$ midt i juli. Fra september falder koncentrationen til 12 $\mu\text{g/l}$ i december.

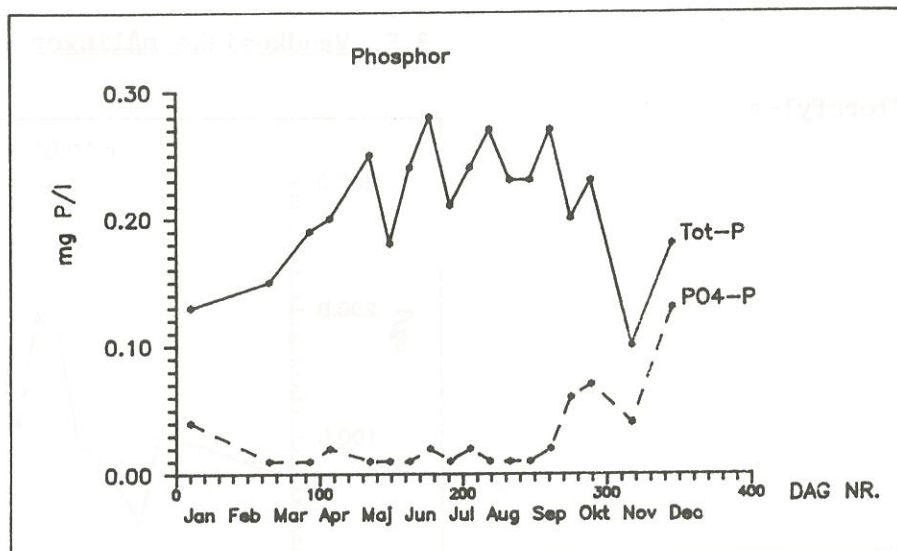
Selvom klorofyl-a koncentrationen generelt varierer modsat sigtddybden, falder årets mindste sigtddybde i juni (25 cm) dog ikke sammen med årsmax i klorofyl-a.

I første halvdel af april falder klorofyl-a koncentrationen fra 101 til 33 $\mu\text{g/l}$ med den tilsvarende stigning i sigt fra 45 cm til 65 cm. Den reducerede klorofylmængde afspejles imidlertid ikke i algebiomassen, der i samme periode stiger fra knap 9 mm^3/l til 15 mm^3/l . Derimod sker en forskydning i algesammensætningen, hvilket understreger, at klorofylindholdet i de respektive arter er forskelligt.

Det lokale klorofyl-a minimum midt i juli eller maximet i begyndelsen af september afspejler sig hverken i den samlede fytoplanktonbiomasse eller indenfor de enkelte arter.

Sommerens gennemsnitlige klorofyl-a koncentration er på 180 $\mu\text{g/l}$, hvilket er det højest målte for perioden 1977-1991, og ca. dobbelt så højt som i 1989 og 1990. Maximumkoncentrationen på 278 $\mu\text{g/l}$ er ligeledes det højest målte. Til sammenligning var årsmaximum 107 $\mu\text{g/l}$ i 1989 og 142 $\mu\text{g/l}$ i 1990.

Fosfor



Figur 3.5.2. Variation i total-P og ortho-P koncentrationerne i Bågesværd Sø, 1991.

Total-P

Koncentrationen af total-P stiger jævnt fra 0,13 mg P/l i januar til 0,25 mg P/l i maj og fluktuerer omkring denne værdi frem til slutningen af september. Herefter falder den til 0,10 mg P/l i november. Decemberprøven på 0,18 mg P/l er taget i afløbet, da søen var islagt.

Den gennemsnitlige koncentration af total-P i sommerperioden er på 0,24 mg P/l i både 1989, 1990 og 1991. Maximumkoncentrationen i 1991 er på 0,28 mg P/l ligesom i 1989 mod 0,32 mg P/l i 1990.

Ortho-P

Koncentrationen af ortho-P er på 0,04 mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$ i januar, mens den falder til 0,01 mg $\text{PO}_4\text{/l}$ eller herunder i perioden fra marts frem til begyndelsen af september. Der ses dog mindre stigninger til 0,02 mg $\text{PO}_4\text{/l}$ i april og i slutningen af juni og juli.

Fra midt i september og året ud er koncentrationen stigende til 0,13 mg $\text{PO}_4\text{/l}$ i afløbet i december. Der ses dog et dyk i november til 0,04 mg $\text{PO}_4\text{/l}$.

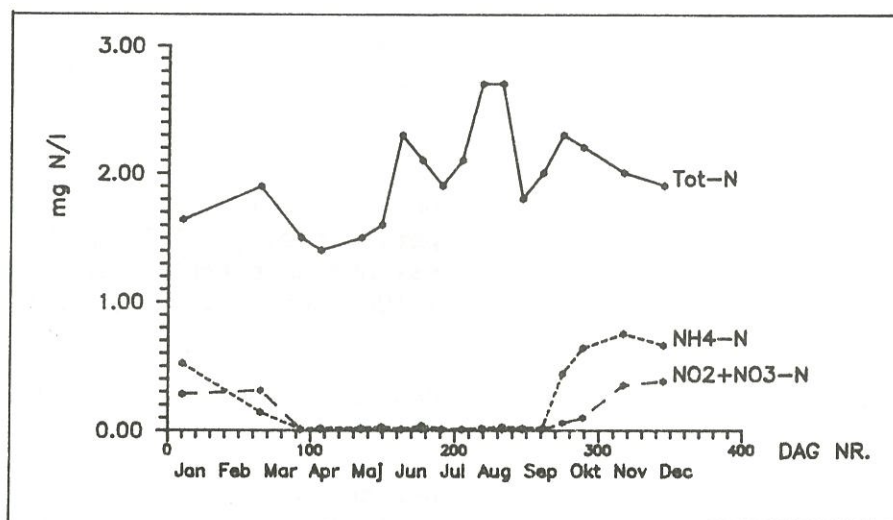
Den gennemsnitlige $\text{PO}_4\text{-koncentration}$ i sommerperioden er på 0,01 mg $\text{PO}_4\text{/l}$ mod 0,06 mg $\text{PO}_4\text{/l}$ i 1989 og 1990. Maximumkoncentrationen om sommeren er faldet fra 0,1 mg $\text{PO}_4\text{/l}$ og 0,09 mg $\text{PO}_4\text{/l}$ i henholdsvis 1989 og 1990 til 0,02 mg $\text{PO}_4\text{/l}$ i 1991.

Toppene i $\text{PO}_4\text{-koncentrationen}$ på 0,02 mg $\text{PO}_4\text{/l}$ i sommerhalvåret er uafhængig af perioderne med stratifikation, hvorfor dette næppe er udtryk for en øget intern belastning.

Til gengæld følger de toppene i total-P, men er knap så udtalte. Sammenholdes toppene i total-P med den eksterne belastning (tabel 3.3.5.) ses, at de er sammenfaldende med perioden med stor belastning, hvor navnlig effekten af overløb fra fælleskloakerede arealer slår igennem. Belastningen fra det fælleskloakerede areal, bidrog i 1991 med 60 % af den samlede P-belastning. I juni ses desuden et stort nedbørsbetinget atmosfærisk P-bidrag.

Der ses ingen sammenhæng mellem klorofyl-a og reduktionen i total-P i maj-juni måned, hvilket antyder, at fytoplankton har været i stand til at luxuroptage P f.eks. ved den store aflastning i maj.

Kvælstof



Figur 3.5.3. Variationen i total-N og de uorganiske kvælstof fraktioner i Bagsværd Sø, 1991.

Vinterkoncentrationen af total-kvælstof er mellem 1,6 mg N/l og 1,9 mg N/l. I april-maj varierer total-N omkring 1,5 mg N/l. I juni-oktober er niveauet omkring 2,1 mg N/l og 2,7 mg N/l med lave niveauer midt i juli og i begyndelsen af september (1,8-1,9 mg N/l). Fra oktober falder koncentrationen til 1,9 mg N/l i december.

Variationen i total-N følger i modsætningen til total-P variationen i klorofyl-a og har dermed det modsatte forløb af sigtddybden, hvilket underbygger antagelsen om, at det primært er fytoplanktonbiomassen, der luxusoptyager P og styrer variationen i sigtddybden i 1991.

Den gennemsnitlige sommerkoncentration af total-kvælstof har været stigende de seneste 3 år fra 1,73 mg N/l i 1989 til 2,03 mg N/l i 1990 og 2,11 mg N/l i 1991. Maksimumkoncentrationerne er henholdsvis 2,1 mg N/l, 2,5 mg N/l og 2,7 mg N/l for de samme 3 år. Samme udvikling ses for partikulært kvælstof.

Uorganisk kvælstof

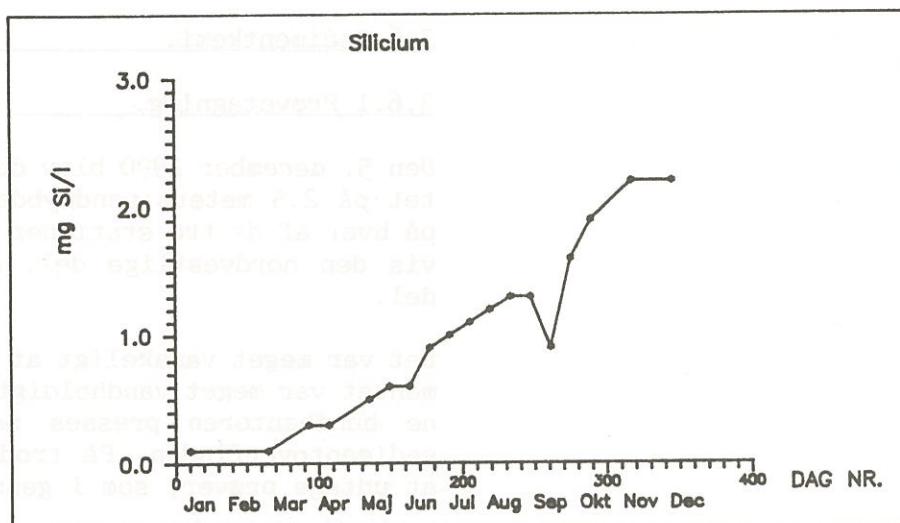
Ammoniumkoncentrationen er høj i januar (0,52 mg NH_4/l) og falder til 0,14 mg NH_4/l i marts. Fra april-september svinger koncentrationen fra under detektionsgrænsen til 0,03 mg NH_4/l dog med en enkelt top på 0,04 mg NH_4/l i slutningen af juni og august sammenfaldende med de store nedbørsmængder og aflastninger fra de fællekloakerede arealer.

Koncentrationen af nitrit+nitrat-kvælstof er omkring 0,3 mg $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N/l}$ i januar-marts og på detektionsgrænsen (0,1 mg $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N/l}$) i april hvorefter niveauet ligger under detektionsgrænsen frem til oktober efterfulgt af en jævn stigning til 0,38 mg $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N/l}$ i december.

Det meget lave niveau af nitrit+nitrat-N i den biologisk aktive periode viser, at alt hvad der er tilgængeligt af denne fraktion enten ved omsætning eller ved ekstern tilførsel, assimileres af fytoplankton. Dette understreger betydningen af det planlagte indgreb overfor overfaldsbygværket, der skal reducere aflastningerne med ca. 95 %. I 1991 bidrog aflastningerne fra fælleskloakerede arealer med 21 % af den samlede tilførsel af kvælstof til søen. Indgrebet har dog en væsentlig større betydning for søens eksterne P-belastning.

Sommergennemsnittet i koncentrationen af opløst uorganisk kvælstof har været ens siden 1989 (0,03-0,04 mg $\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N/l}$), mens maksimumkoncentrationen af nitrit-nitrat i sommerperioden er faldet fra 0,04 mg $\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N/l}$ og 0,05 mg $\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N/l}$ i henholdsvis 1989 og 1990 til 0,01 mg $\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N/l}$ i 1991.

Silicium



Figur 3.5.4. Variationen i silicium-Si i Bagsværd Sø, 1991.

Tilsvarende 1989 og 1990 ses i 1991 koncentrationer af silicium under detektionsgrænsen i vinterperioden omend udstrækningen af perioden er kortere i 1991, hvor der kun ses så lave værdier i januar-marts. Fra april stiger koncentrationen jævnt til et sommerniveau på 1,3 mg $\text{SiO}_2\text{/l}$ i slutningen af august. Midt i september ses et mindre fald til 0,9 mg $\text{SiO}_2\text{/l}$ efterfulgt af en brat stigning til 2,2 mg $\text{SiO}_2\text{/l}$ i november-december.

I alle 3 år har $\text{SiO}_2\text{-Si}$ været begrænsende for kiselalgevæksten om vinteren, og de typiske forårsmaxima af kiselalger i vandfasen, som hyppigt ses i andre søer, er udeblevet. Til gengæld har blågrønalger kunnet trives fra først på året.

Antageligt er der tale om bentiske kiselalger, der i vinterperioden har kunnet opbruge silicium, så længe lysmængden på bunden har været tilstrækkelig stor. Efterhånden som lysforholdene er blevet dårligere, er kiselalgerne gået til grunde og blevet omsat med en efterfølgende stigning af $\text{SiO}_2\text{-Si}$ i vandfasen til følge.

Dette mønster vil formentlig blive brudt i 1992 eftersom siliciumniveauet i vandfasen ved udgangen af 1991 er højt og kan give basis for en kiselalgevækst i vandfasen, når temperaturforholdene bliver gunstige.

Sommerens gennemsnitlige siliciumkoncentration er faldende i perioden 1989-91, hvilket primært skyldes, at maximumværdierne er blevet lavere. Da tilførslerne ikke tidligere er opgjort på månedsbasis, er det ikke muligt at afgøre, hvorvidt der har været forskel på tilførslerne eller omsætningen de 3 år. Endvidere kan der være tale om tilfældigheder som følge af usikkerheden i forbindelse med prøvetagningstidspunktet.

3.6 Sedimentkemi.

3.6.1 Prøvetagning.

Den 5. december 1990 blev der udtaget prøver af sedimentet på 2,5 meters vanddybde. Der blev udtaget 3 prøver på hver af de tre stationer der var placeret i henholdsvis den nordvestlige del, den centrale og den sydlige del.

Det var meget vanskeligt at udtage dybe prøver, da sedimentet var meget vandholdigt. På samtlige stationer kunne bundhenteren presses mere end 1 meter ned under sedimentoverfladen. På trods af dette lykkedes det kun at udtage prøver, som i gennemsnit var 30 cm dybe.

Visuelt var der ikke stor forskel på, hvorfra prøverne var udtaget. De øverste 10-15 cm bestod af mørkebrunt slam, med en diffus grænse til det underliggende lag. Dette havde en tykkelse på 10-15 cm og en ensartet lysegrå farve. Det nederste lag i prøverne var lysebrunt, og bestod af delvist omsatte tørverester.

Det vurderes ud fra prøvetagningen, at de øverste ca. 20 cm i prøven repræsenterer de øverste 20 cm sediment. Den nederste "prop" af tørvemateriale i hver prøve repræsenterer et tørveholdigt lag, der ligger i mere ned 1 meters dybde under sedimentoverfladen. De mellemliggende ca. 80 cm sedimentsøjle er altså næppe repræsenteret i prøverne, da det ikke var muligt ved den valgte metode at udtage prøver fra dette lag.

3.6.2 Resultater.

Tørstof- og næringsstofpulje

Tørstofindholdet i de øverste 5 cm af overfladesedimentet er 5%, det vil sige at vandindholdet er 95 %. Tørstofindholdet er kun det halve af medianværdien for 159 danske søer. Det organiske stofindhold (glødetab) er 35 %, hvilket er lidt højere end medianværdien på 27 %.

I overfladesedimentet er indholdet af totalkvælstof 19 mg N/g tørvægt, og indholdet i Bagsværd sø ligger herved ca. 50 % højere i forhold til andre søer. Jernindholdet er 21 mg Fe/g tørvægt og kalciumpindholdet er 82 mg Ca/g tørvægt, hvilket svarer til gennemsnittet for danske søer.

Fosforindholdet er generelt lavt i Bagsværd sø. Således blev der målt 1,2 mg P/g tørvægt i de øverste 5 cm mens medianværdien blandt 166 andre søer er 1,7 mg P/g tørvægt.

Fosforkoncentrationen er 0,8 mg P/g tørvægt i dybdeintervallet fra 20-30 cm.

I sedimentprofilerne genfindes ikke det karakteristiske to-toppede forløb af glødetab og indholdet af totalkvælstof, som ellers kan findes i andre søer. Dette kan blandt andet hænge sammen med, at overfladesedimentet ofte resuspenderes, samt at den førhen tilstedeværende undervandsvegetationen er blevet mineraliseret og resuspenderet.

Fosforfraktioner

Tilsvarende Furesøsedimentet er der foretaget en omregning fra koncentration pr. tørvægtsenhed til koncentration pr. volumenenhed.

I de øverste 10 cm er fosforkoncentrationen 68 mg P/l sediment. Dette er 2,5 gange lavere end i Sønder sø og 5 gange lavere end i den dybe del af Furesøen.

Fordelingen på fosforpuljerne er følgende:

- 3,1 % er let adsorberet
- 25,2 % er jernbundet
- 17,7 % er aluminiumbundet
- 23,0 % er kalciumbundet
- 31,0 % er organisk bundet samt residual fraktion

Det antages i almindelighed, at de to førstnævnte fraktioner er let tilgængelige for den ovenliggende vandsøjle. Dette medfører at knap 30 % af fosforpuljen i overfladesedimentet, eller 19,2 mg P/l sediment, er tilgængelig i Bagsværd sø. Dette er betydeligt lavere end i Furesøen, men sammenlignelig med forholdene i Sønder sø (17,9 mg P/l sediment).

Der er intet kendskab til bundfaunaens bioturberende effekt på bundmaterialet i Bagsværd sø. Såfremt det antages, at dyrene er aktive i de øverste 10 cm af sedimentet, står dette således i kontakt med den ovenliggende vandsøjle. Det kan derved beregnes, at der er 6,8 g P/m² bundareal. Heraf er 0,2 gram let adsorberet fosfor og 1,7 gram jernbundet fosfor. De umiddelbart tilgængelige kemiske og biologiske puljer udgør derved 1,9 g P/m².

På grund af det høje vandindhold i sedimentet, og søens orientering i forhold til de dominerende vindretninger, kan det formodes, at en større del end de øverste 10 cm af sedimentet, kan komme i kontakt med vandsøjlen. I de øverste 20 cm af sedimentet er indholdet af fosfor 13,7 g P/m². Til sammenligning er denne pulje af samme størrelsesorden som puljen i de øverste 5 cm af sedimentet i den dybe del af Furesøen (15,7 g P/m²).

Fe/P forholdet

Det er tidligere blevet omtalt, at der er påvist en negativ sammenhæng mellem fosforfrigivelsen fra sedimentet og jern/fosforforholdet. I lavvandede søer gælder "tommelfingerreglen", at jern kan styre fosforfrigivelsen når Fe/P-forholdet i overfladesedimentet er større end 15, mens denne mulighed ikke er tilstede når forholdet er mindre end 10.

I Bagsværd sø er Fe/P-forholdet i de øverste 2 cm 16,9 og 20,3 i de efterfølgende 3 cm, mens forholdet er 20,0 i laget fra 5-10 cm. I gennemsnit er Fe/P-forholdet 19,4 i de øverste 10 cm.

Under aerobe forhold vil jern således have tilstrækkelig bindingskapacitet til at kunne begrænse frigivelsen af den jernbundne fosfor fra sedimentet.

Fosforpulje

I de øverste 10 cm af sedimentet i Bagsværd sø er fosforpuljen 8,2 tons. Heraf er 2,3 tons let bundet fosfor (adsorberet og jernbundet). Denne pulje vil kunne frigives til den ovenliggende vandsøjle ved faldende redox-potentialer, der forekommer ved lave iltkoncentrationer. Der er imidlertid kun tale om sporadiske perioder med dårlige iltforhold i Bagsværd sø. Den interne belastning som følge af dårlige iltforhold vurderes derfor at være af ringe betydning.

Sedimentets relativt høje indhold af organisk stof giver sig udslag i, at de dybere sedimentlag ofte er anaerobe. Hvis man for eksempel river op i det øverste sedimentlag, kan der fremkomme en karakteristisk svovlbrinte lugt. Dette er et udtryk for, at redoxfronten (RPD-laget) er beliggende umiddelbart under sedimentoverfladen. Den aerobe zone er derfor tynd, måske højst nogle millimeter i tykkelse.

Dette forhold har to væsentlige følgevirkninger. Dels er det tvivlsomt om det øverste aerobe sedimentlag har tilstrækkelig kapacitet til at binde den nedefra kommende mobile fosforpulje. Dels vil der kunne blive frigivet fosfor fra disse anaerobe sedimentlag ved resuspension af disse sedimentlag. Denne periodevis frigivelse af fosfor fra sedimentet er det imidlertid ikke muligt at give et skøn på størrelsen af, men det vurderes at være et væsentligt bidrag til fosforbelastningen i Bagsværd Sø.

3.6.3 Samlet vurdering af sedimentkemi.

Sedimentet i Bagsværd Sø er karakteriseret ved et stort indhold af vand og organisk stof. Indholdet af kvælstof er noget højere end i de andre undersøgte søer i Københavns Amt, hvorimod indholdet af jern og kalcium svarer til gennemsnittet.

Indholdet af fosfor er derimod relativt lavt. Det gennemsnitlige indhold er 6,8 g P/m² i de øverste 10 cm af sedimentet. Dette er betydeligt lavere end i Furesø og Søndersø. I forhold til disse søer vurderes det, at resuspension af de øverste sedimentlag i Bagsværd sø bidrager væsentligt til fosforbelastningen.

3.7 Planteplankton

3.7.1 Artssammensætning og biomasse

Artssammensætning

Der er ialt registreret 105 arter/slægter af planteplankton i Bagsværd Sø i 1991. Heraf er langt de fleste karakteristiske for eutrofe danske søer. Dette gælder således 31 arter/slægter af blågrønalger, 6 arter/slægter af centriske kiselalger og 48 arter /slægter af chlorococcale grønalger. I modsætning til 1990 blev der ikke registreret øjealger.

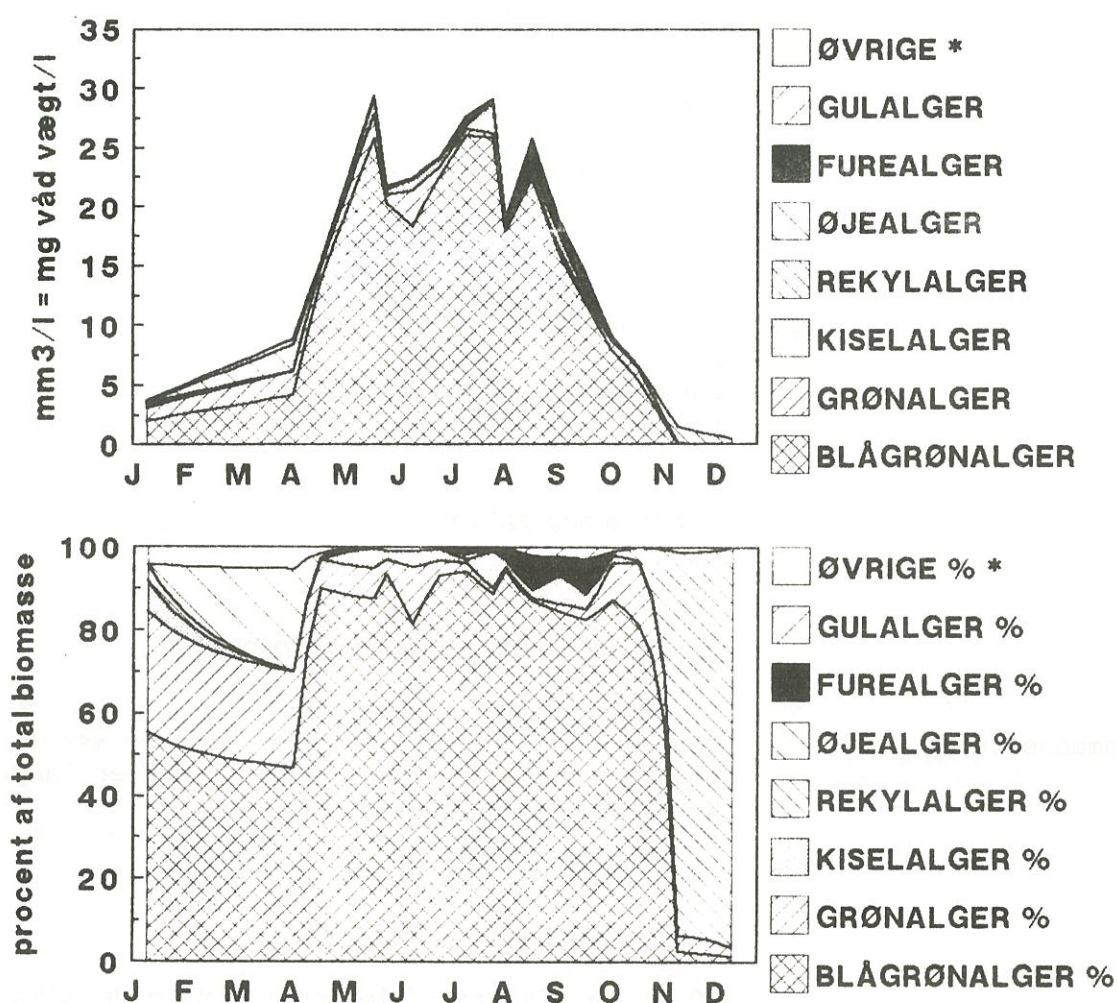
20 af de 104 arter/slægter tilhører de såkaldte "rentvandsgrupper". Heraf er 7 arter/slægter af furealger, 2 slægter af gulalger og 7 arter/slægter af desmidiacé-grønalger.

Planteplanktonet i Bagsværd Sø i 1991 kan karakteriseres som artsrigt og eutroft med en overvejende dominans af blågrønalger, både koloni- og trådformer.

Biomasse

Resultaterne af biomasseopgørelserne for planteplankton og de enkelte algegrupperes procentvise sammensætning af den totale biomasse fremgår af figur 3.7.1.

Planteplanktonbiomassen varierer mellem minimum 0,5 mm³/l i december til maksimum 29,4 mm³/l midt i maj og 29,1 mm³/l i juli. Biomassen er hele året høj med et gennemsnit i den produktive periode, maj-september på 23,5 mm³/l. Søen er i hele perioden domineret af blågrønalger, der som gennemsnit udgør 89% af den totale biomasse.



* ØVRIGE: STILKALGER SAMT UBESTEMTE <5 µm

Figur 3.7.1. Fytoplanktons forekomster som a) biomasse b) algegruppernes procentvise sammensætning.

3.8. Dyreplankton

3.8.1 Artsammensætning og biomasse

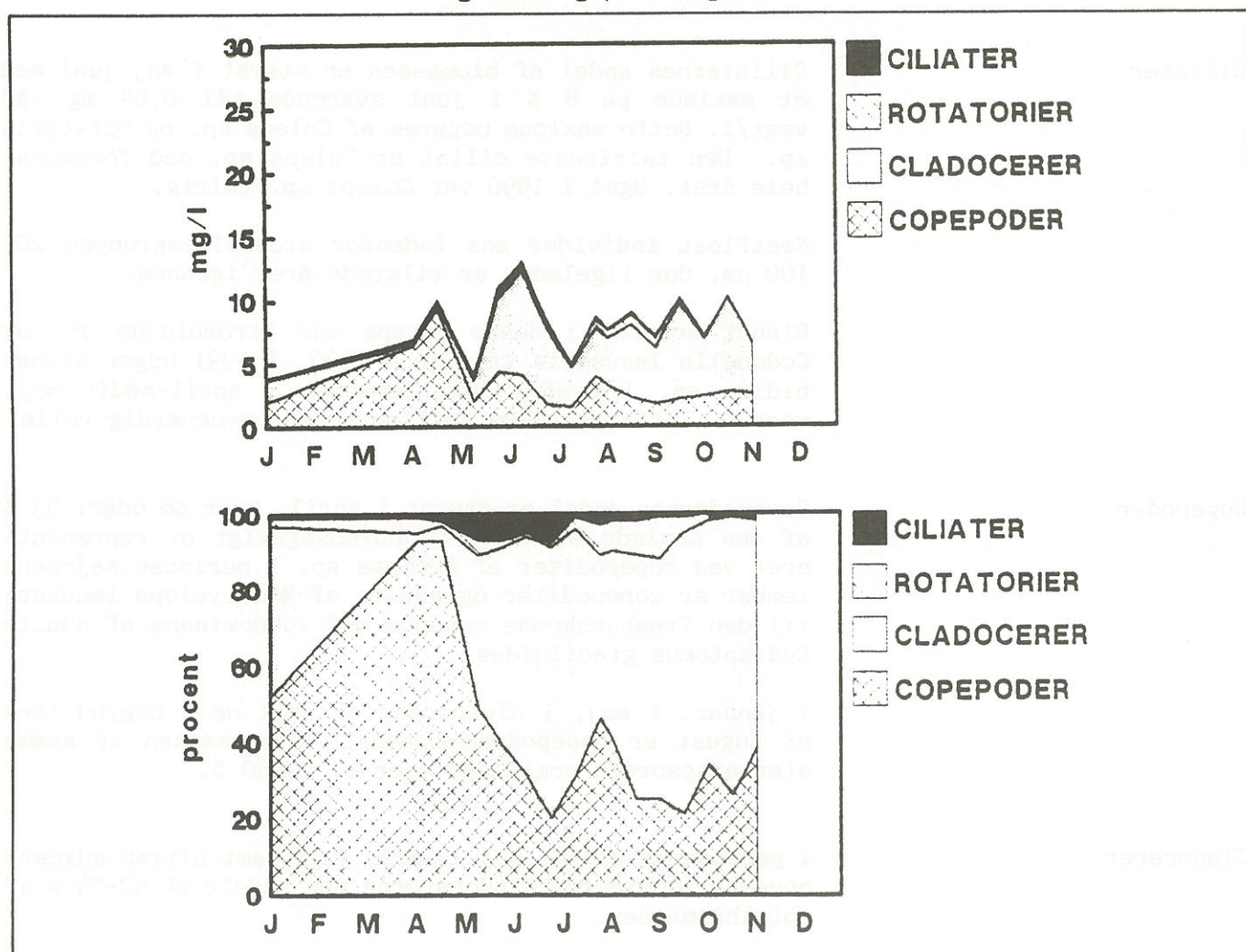
Artssammensætning

I 1991 er der ialt registreret 45 arter/slægter af dyreplankton, hvoraf rotatorierne er langt den artsrigeste gruppe. Der er således 9 arter/slægter af Cladocerer ligesom i 1990, blot er *Parachanta truncata* erstattet af *Ceriodaphnia quadrangulata*. Der er endvidere fundet 4 arter/slægter af copepoder mod 5 i 1990, idet *Eucyclops serrulatus* ikke er registreret i 1991. Rotatorierne er repræsenteret med 25 arter/slægter mod 22 i 1990 og Ciliaterne med 7 som i 1990.

Biomasse

Biomassen af det samlede dyreplankton, samt af de taxonomiske hovedgrupper og deres andel i den totale biomasse fremgår af figur 3.7.2.

Dyreplanktons biomasse er på 8,5 mg våd vægt/l i gennemsnit for maj-september og har minimum på 3,8 mg våd vægt/l i januar. Maximum er på 13 mg våd vægt/l juni og 9 mg våd vægt/l i august.



Figur 3.8.1. Zooplanktons forekomst som a) biomasse og b) gruppernes procentvise sammensætning.

3.8.2. Gruppernes dominansforhold

Rotatorier

Rotatoriernes andel af biomassen er størst fra slutningen af juli frem til begyndelsen af september med størst andel på 11 % i september. I 1990 var rotatoriernes andel størst om vinteren og foråret.

Rotatoriernes gennemsnitlige biomasse i perioden maj til september er på 0,42 mg våd vægt/l.

Den talrigeste gruppe hos rotatorierne er Notommatidae der kun forekommer i slutningen af juli frem til primo oktober, men som alligevel opnår en gennemsnitlig biomasse på 0,13 mg våd vægt/l, hvorved den andrager 1/3 af den gennemsnitlige totalbiomasse for sommerperioden.

Den hyppigste art er *Trichocerca pulsilla*, som forekommer i juni-oktober, og som udgør ca. 1/4 af rotatoriernes gennemsnitlige biomasse.

Endvidere subdominerer *Keratella quadrata* med biomassemaximum midt i maj samt *K. cochlearis*, der har biomassemaximum i juli og september. Disse arter ses året rundt.

Ciliater

Ciliaternes andel af biomassen er størst i maj-juni med et maximum på 8 % i juni svarende til 0,64 mg våd vægt/l. Dette maximum udgøres af *Coleps* sp. og *Epistylis* sp. Den talrigeste ciliat er *Coleps* sp. med forekomst hele året. Også i 1990 var *Coleps* sp. talrig.

Næstflest individer ses indenfor størrelsesgruppen 20-100 µm, der ligeledes er tilstede året igennem.

Blandt arterne i denne gruppe var *Strombidium* sp. og *Codonella lacustris* talrige i 1990. I 1991 udgør *Strombidium* sp. 1/3 af ciliatbiomassen i april-medio maj, mens *C. lacustris* ikke spiller nogen nævneværdig rolle.

Copepoder

Copepodernes andel er størst i april, hvor de udgør 93 % af den samlede biomasse og hovedsageligt er repræsenteret ved copepoditer af *Cyclops* sp. I perioden maj-september er copepoditer og adulte af *Mesocyclops leuckartii* den fremherskende copepod med subdominans af adulte *Eudiaptomus graciloides*.

I januar, i maj, i slutningen af juli og i begyndelsen af august er copepodernes andel af biomassen af samme størrelsesorden som Cladocererne, 40-50 %.

Cladocerer

I perioderne ultimo maj - medio juli samt ultimo august-november dominerer Cladocererne med andele på 52-74 % af totalbiomassen.

Cladocererne er den dominerende gruppe, idet de udgør 59 % af den gennemsnitlige biomasse i maj-september. Næst-

vigtigste gruppe er copepoderne med 32 %, mens rotatorierne kun udgør 5 % og ciliaterne 4 % af biomassen.

Den dominerende art er *Daphnia cucullata*, som udgør næsten en trediedel af cladocerernes gennemsnitlige biomasse for perioden maj-september. Dernæst følger *Daphnia galeata* og *Diaphanosoma brachyurum*, der hver udgør 1/6 af cladocerernes gennemsnitlige sommerbiomasse. *D. brachyurum* forekommer kun i perioden juli-primo oktober, hvor *D. galeata* mangler. Denne ses til gengæld resten af året.

I forhold til 1990 har *D. cucullata* og *D. galeata* byttet roller. *D. brachyurum* havde kun betydning i 1990 fra midten af august til af september.

3.8.3. Sammenligning med 1989 og 1990

Dyreplanktons biomasse er i gennemsnit for de produktive måneder 8,3 mg våd vægt/l i 1991 mod 9,8 mg våd vægt/l i 1990 og 9,9 mg våd vægt/l i 1989, tabel 3.8.1. Den maksimale biomasse er i 1991 på 13,4 mg våd vægt/l mod 26 mg våd vægt/l og 25 mg våd vægt/l i henholdsvis 1989 og 1990. Også hovedgruppernes andele i den samlede gennemsnitlige biomasse var sammenlignelige i de tre år. Dog var der en lidt større andel af cladocerer i 1990 med 73 % mod 66 % i 1989 og 51 % i 1991. Rotatoriernes andel faldt fra 7 % i 1989 til 3 % i 1990 og 4 % i 1991. Copepoderne udgjorde i 1991 en meget større andel end de foregående to år.

	1989*)		1990**)		1991***)	
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
Ciliater	0,1	1	0,2	1	0,3	4
Rotatorier	0,7	7	0,3	3	0,4	5
Cladocerer	6,6	66	7,1	73	5,1	59
Copepoder	2,5	25	2,2	23	2,7	32
Gns. total biomasse	9,9 (11,1***)		9,0 (11,8***)		8,5	
Maksimal biomasse	26,3		25,3		13,4	

Tabel 3.8.1. Dyreplanktons procentvise sammensætning og gennemsnitlige biomasse i mg våd vægt/l i Bagsværd sø, 1989, 1990 og 1991.

*) April - oktober. **) Marts - oktober.

***) maj - september.

De beregnende biologiske data for Bagsværd Sø, 1989-1991 er i bilag 3 B.

3.9 Udviklingen i planktonsamfundene og en vurdering heraf.

Vinterens planktonsamfund

Den totale volumenbiomasse af fytoplankton er i januar 1991 på $3,7 \text{ mm}^3/\text{l}$ mod $5,9 \text{ mm}^3/\text{l}$ i januar 1990. Her dominerer ligesom i 1990 den trådformede blågrønalg, *Limnotherix* cf. *planctonica* med subdominans af *Aphanizomenon flos-aquae* f. *gracile*. Blågrønalgene udgør denne måned 55 % af totalbiomassen.

I april stiger fytoplanktonbiomassen til $8,9 \text{ mm}^3/\text{l}$ ved starten af måneden og fordobles til $15,1 \text{ mm}^3/\text{l}$ i løbet af de næste 2 uger.

I begyndelsen af april udgør blågrønalgene 47 % af totalbiomassen, men andelen øges til 90 % i løbet af de næste 14 dage på grund af *L. cf. planctonica*'s eksplorative vækst fra $3,6$ til $13,2 \text{ mm}^3/\text{l}$.

Grønalgernes biomasse andrager 29 % af totalbiomassen i januar, og består hovedsageligt af *Chlorococcales* spp. samt *Scenedesmus* spp. I begyndelsen af april er grønalgernes andel stadig ca. $1/4$ af totalbiomassen, men *Chlorococcales* spp. har mere end fordoblet sin biomasse i forhold til januarprøven. Midt i april er andelen faldet til 7 %, hvilket skyldes at biomassen af *Chlorococcales* spp. reduceres med $2/3$ samtidig med at blågrønalgernes biomasse 3-dobles.

Kiselalgernes andel af totalbiomassen er 7 % i januar og udgøres af *Stephanodiscus hantzschii* og *Cyclotella* ($<10 \mu\text{m}$). Der er ingen kiselalger i prøverne fra april.

Ligesom i 1990 ses tilstedeværelse af rekylalger i januar ($0,15 \text{ mm}^3/\text{l}$ mod $0,28 \text{ mm}^3/\text{l}$ i 1990). Stilkalger optræder med $2,2 \text{ mm}^3/\text{l}$ i begyndelsen af april, hvilket svarer til 25 % af totalbiomassen. I løbet af de næste 2 uger reduceres andelen til 1 %.

Totalbiomassen af dyreplankton i januar er på $3,8 \text{ mg}$ våd vægt/l med dominans af *Bosmina coregoni* og copepoditer af *Cyclops* spp. Biomassen øges til 10 mg våd vægt/l i april primært på grund af, at *Cyclops* spp. fordobler sin copepoditbiomasse kraftigt til $6,6 \text{ mg}$ våd vægt/l.

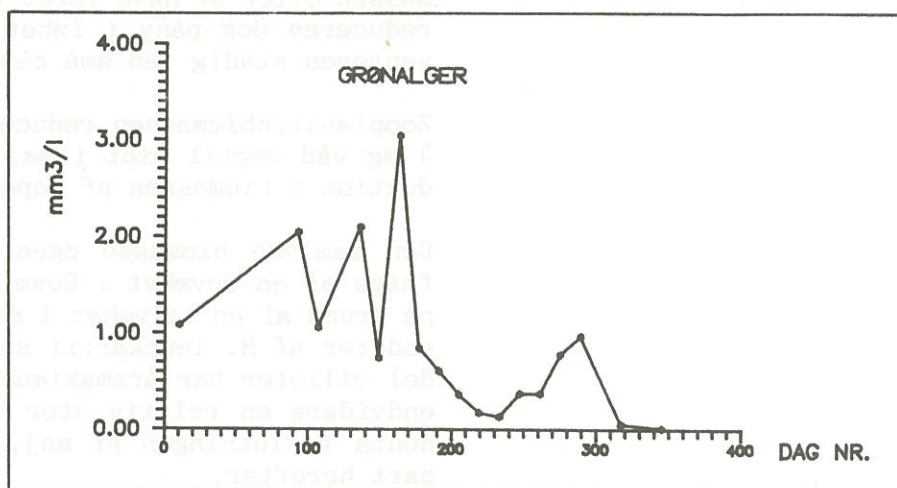
Vurdering

Dominans af trådformede blågrønalger er atypisk for vinterens fytoplanktonsamfund. I ander søer ses kiselalger ofte rigeligt repræsenteret på denne årstid. I Bagsværd Sø har det lave Si/P forhold formentligt favoriseret blågrønalgene således, at der ikke optræder kiselalge-maximum om foråret på trods af gunstige lysforhold og temperaturer. Tilsvarende sås i 1990. Det er forventeligt, at dette mønster brydes i vinteren 1991-92, idet Si-niveauet lå højt ved udgangen af 1991 i modsætning til de foregående år.

I begyndelsen af 1990 sås en række kolonister, med højt vækstpotentiale, og hvoraf en del er i stand til at udnytte detritus.

Også i 1991 ses denne tendens, idet rekylalger samt grønalgene *Moraphidium contortum* og *Scenedesmus* spp. er tilstede i relativt store mængder i januar, mens *Chrysochromulina parva* samt *Chlorococcales* spp. er hyppige i begyndelsen af april. Imidlertid foreligger ingen data fra februar-marts idet søen var islagt, hvorfor det ikke er muligt at beskrive udviklingen gennem vinteren nøjere.

Den totale fytoplanktonbiomasse er 3,7 - 15,1 mm³ /l i januar-april 1991 mod 5,6 - 30,6 mm³/l i 1990. Græsningstrykket fra copepoditer og *Cyclops* spp. er som overslag beregnet til ca. 50 %, hvilket er tilstrækkeligt til at holde algerne biomasse nede i denne periode.



Figur 3.9.1. Variationen i grønalgebiomassen i Bagsværd sø, 1991.

Forårets plankton-samfund

Midt i maj ses årsmaximet på 29,4 mm³/l. Dette er væsentligt lavere end i 1990, hvor der blev målt 51 mm³/l i slutningen af juni. Biomassen i slutningen af maj er imidlertid reduceret til 21,7 mm³/l. Totalbiomassen i juni er på samme niveau som i maj, ca. 22 - 24 mm³/l.

Den store biomasstilvækst fra midt i april til midt i maj skyldes, at *L. cf. planctonica* næsten fordobler sin biomasse til 24,3 mm³/l, og blågrønalgene udgør 88 % af totalbiomassen. I løbet af den sidste halvdel af maj reduceres biomassen af *L. cf. planctonica* til 13,3 mm³/l, mens *A. flos-aquae* øger sin biomasse fra 1,2 mm³/l til 7,0 mm³/l. Blågrønalgene udgør nu 93 % af totalbiomassen.

Blågrønalgernes andel falder midt i juni til 82 % som følge af, at *L. cf. planctonica* reduceres til 8,5 mm³/l. Arten er dog stadig dominerende på dette tidspunkt. I slutningen af måneden øges den igen til 15,6 mm³/l.

Grønalgernes biomasse fordobles fra medio april til medio maj som følge af en fordobling i *Chlorococcales* spp. og *Scenedesmus* spp. men reduceres med 2/3 i løbet af sidste halvdel af maj til $0,74 \text{ mm}^3/\text{l}$ på grund af nedgang i de samme to grupper. Frem til midt i juni 4-dobles *Chlorococcales* spp. og grønalgerne udgør nu 14 % af den samlede fytoplanktonbiomasse. Ved udgangen af juni er biomassen igen som ultimo maj.

Rekylalgernes biomasse fordobles ligeledes fra medio april til medio maj til $0,1 \text{ mm}^3/\text{l}$, men forsvinder herefter resten af forsommeren.

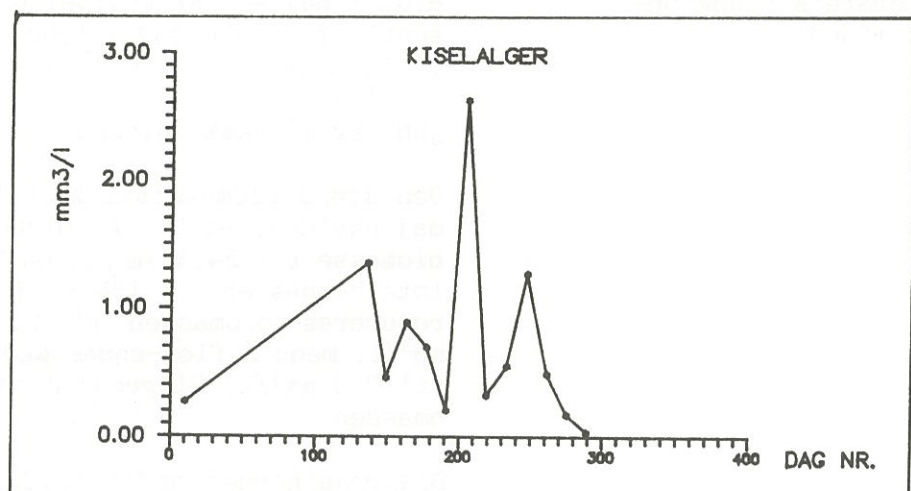
Stilkalgerne forsvinder ligeledes i løbet af maj.

Midt i maj indtræder *S. hantzschii* med 5 % af totalbiomassen efter at have været forsvundet i april. Biomassen reduceres dog påny i løbet af maj. Kiselalgerne repræsenteres stadig ved små centriske diatomerer i juni.

Zooplanktonbiomassen reduceres fra 10 mg våd vægt/l til 4 mg våd vægt/l midt i maj som følge af en kraftig reduktion i biomassen af copepoder.

Den samlede biomasse øges i slutning af maj især som følge af en opvækst i *Bosmina longirostris* og endvidere på grund af en tilvækst i adulte *E. graciloides* og copepoditer af *M. leuckartii* samt i flere ciliatgrupper. En del ciliater har årsmaximum på dette tidspunkt. Der ses endvidere en relativ stor biomasse af *Asplanchna priodonta* i slutningen af maj, der dog forsvinder umiddelbart herefter.

Daphnia cucullata og *D. galeate* øges frem til midten af juni, hvor zooplanktonbiomassen når sit årsmaximum på 13 mg våd vægt/l.



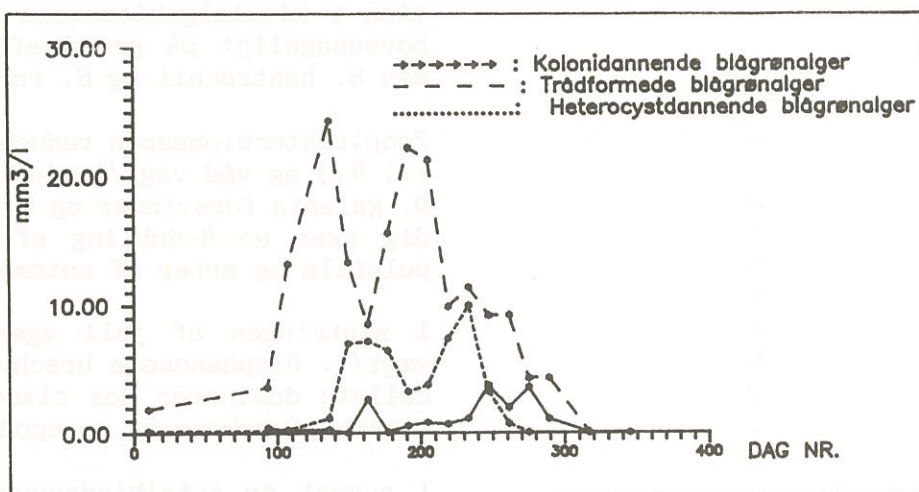
Figur 3.9.2. Variation i kiselalgebiomassen i Bagsværd sø, 1991.

Vurdering

På trods af at silicium er tilstede allerede fra april, indfinder kiselalgerne sig ikke før en blæsende periode midt i maj, der sandsynligvis bryder konkurrencetrykket fra de heterocystbærende blågrønalger. Herefter optræder *Stephanodiscus hantzschii* til gengæld i relativt store mængder sammen med *Chlorococcales* sp. og især *L. cf. planctonica*, der er den altdominerende art med 93 % af algebiomassen.

Sammenfaldende med stagnationen i slutningen af maj og en efterfølgende stille periode i juni ses opblomstring af *Anabaena flos-aquae* og en tilsvarende reduktion af *L. cf. planctonica*.

I stille perioder og ved lave koncentrationer af uorganisk N og ved gode lysforhold favoriseres de heterocystbærende blågrønalger.



Figur 3.9.3. Årsvariationen i blågrønalgesamfundet i Bagsværd sø, 1991.

Sommerens plankton-samfund

Algernes totalbiomassen når sit maximum på 27 - 29 mm³/l i juli. Herefter falder den brat til 19 mm³/l i starten af august men stiger igen til juli niveauet (26 mm³/l) i løber af de næste to uger.

Tilvæksten i *L. cf. planctonica* fortsætter gennem juni og når ca. 20 mm³/l i juli, hvorved blågrønalgerne kommer til at udgøre ca. 90 % af totalbiomassen på dette tidspunkt.

Midt i juli er artsrigdommen størst, og der etableres et *Microcystis* samfund med dominans af *M. aeruginosa* sommeren igennem.

Det bratte fald i totalbiomassen i begyndelsen af august skyldes primært en reduktion i *L. cf. planctonica* på 1,2 mm³/l. Arten forsvinder helt i sidste del af august.

Biomasseforøgelsen i sidste halvdel af august skyldes dels opvækst af *Pseudoanabaena limnetica* (ca. 7 mm³/l), samtidig med at der ses stigning i *Planktothrix agardhii*. Endvidere fordobles biomasserne af *Aphanizomenon flos-aquae* f. *gracile* og *Anabaena solitaria*. *A. issachenkoi* er sammen med *P. agardhii* de dominerende arter.

Chryptomonas, der ikke er registreret siden vinteren, indtræffer igen med 0,37 mm³/l. Furealgerne kan registreres fra juli og 2 måneder frem og udgør 8 % af den samlede biomasse. Det er navnlig *Ceratium* spp. der står for tilvæksten, men også *Diplopsalis acuta* bidrager. Denne optræder sammen med gulalgen *Ochromonas* sp. på dette tidspunkt som nye arter for 1991 samfundet.

Der sker en kraftig tilvækst i biomassen af *Cyclotella* fra 0,2 mm³/l til 2 mm³/l i løbet af juli, hvor den udgør 9 % af totalbiomassen. I august sker der en reduktion i kiselalgebiomassen fra 2,6 mm³/l til 0,3 mm³/l, hovedsageligt på grund af tilbagegang for *Cyclotella*, men *S. hantzschii* og *S. rotula* reduceres ligeledes.

Zooplanktonbiomassen reduceres brat fra 13 mg våd vægt/l til 4,9 mg våd vægt/l midt i juli, idet *Cyclops* spp. og *D. galeata* forsvinder og *M. leuckartii* reduceres. Samtidig sker en 4-dobling af rotatoriebiomassen, idet *T. pulsilla* og arter af notommatidae indfinder sig.

I slutningen af juli øges biomassen til 8,7 mg våd vægt/l. *Diaphanosoma brachyurum* indfinder sig og *D. cucullata* dominerer hos cladocererne. Samtidig øges biomassen af voksne og copepoditer af *M. leuckartii*.

I august er totalbiomassen 7,7 - 9 mg våd vægt/l. *D. brachyurum* har her sit årsmaximum på 3,4 mg våd vægt/l.

Vurdering

Det er typisk for danske søer, at kolonidannende blågrønalger indfinder sig i sommerperioden ved høje temperaturer og lave N/P forhold. På grund af deres størrelse favoriseres de ved høje græsningstryk. De kan foretage dybderegulering, hvilket er en fordel i stillestående vand. Dette mønster blev også observeret i Bagsværd Sø i 1990.

Imidlertid dominerer trådformede blågrønalger i Bagsværd Sø i 1991. Omrøring i juli-august kan have hæmmet koloniformerne til fordel for *L. cf. planctonica*, der er den fremherskende art.

Det er typisk for kiselalgerne at optræde under forhold med omrøring i vandmassen, og deres maximum ses da også i en blæsende periode i slutningen af juli. *Cyclotella* sp. dominerer kiselalgesamfundet.

I begyndelsen af august sker der en reduktion i algerne samlede biomasse. PO_4 -koncentrationen ligger under detektionsgrænsen og de heterocystbærende blågrønalger *Aphanizomenon flos-aquae* og *A. solitaria* øger deres biomasse, hvilket også gælder *P. agardhii*. *Pseudoanabaena limnetica* erstatter *L. cf. planctonica* i slutningen af august. *A. issachenkoi* og *Ochromonas* sp. har ligesom *Ceratium* sp. maximum og optræder i stort antal i denne måned.

Temperaturen falder fra 22,3 - 15,6 °C i den fotiske zone i løbet af anden og tredje uge af august, hvilket kan have forårsaget skiftet fra stresstolerante til ru-derate arter.

Sensommerens planktonsamfund

Fra en totalbiomasse på 26 mm³/l i august mindskes fytoplanktonbiomassen til 19 mm³/l i begyndelsen af september og yderligere til 14,4 mm³/l midt i måneden.

De fleste reduceres i forhold til august. Kiselalgerne, fordobler dog biomassen frem til et lokalt maximum i begyndelsen af september, hvor de udgør 7 % af totalbiomassen. Kiselalgernes fremgang skyldes tilvækst af små centriske alger samt *S. rotulata* (16-26 µm).

Hos blågrønalgerne ses en samlet tilbagegang fra 22,5 mm³/l til 16,1 mm³/l, hvilket skyldes, at *A. issachenkoi* og *P. limnetica* forsvinder.

Imidlertid ses en fremgang hos de Chroococcale blågrønalger, fra 1,1 mm³/l til 3,7 mm³/l, idet *Microcystis aeruginosa* og *M. wesenbergii* samt mængden af løse *Microcystis* celler firedobles. *M. viridis* 10-dobles i løbet af september.

Hos Oscillatoriales reduceres biomassen af *Pseudoanabaena limnetica* til 6 % af augustbiomassen (0,4 mm³/l). Imidlertid når *P. agardhii* sit årsmaksimum på 7,8 mm³/l og er dermed den dominerende art i september.

På trods af en samlet reduktion på 2/3 af de nostocale blågrønalger øges mængden af *A. flos-aquae* f. *gracile* yderligere fra 1,5 mm³/l til 2,3 mm³/l frem til starten af september men reduceres til 0,7 mm³/l midt i september.

Hos grønalgerne øges mængden af *Pediastrum* spp. og *Scenedesmus* spp. i forhold til august og *Oocystis* sp. optræder for første gang i 1991.

Efter en reduktion af totalbiomassen til 7,1 mg våd vægt/l i begyndelsen af september øges zooplanktonbiomassen til 10,2 mg våd vægt/l midt i september, navnlig som følge af en tilvækst i *D. cucullata*.

Vurdering

Skiftet til kolonidannende blågrønalger finder sted i september samtidig med at total-N og fytoplanktonbiomassen falder, hvilket tyder på, at de trådformede alger, der ikke har nogen dybderegulering, er sedimenteret eller nedgræsset.

Efterårets plankton-samfund

Den totale fytoplanktonbiomasse reduceres i løbet af oktober til $6,7 \text{ mm}^3/\text{l}$ midt i måneden. I november er den samlede biomasse på $1,44 \text{ mm}^3/\text{l}$ med rekylalgerne som den dominerende gruppe. Disse udgør 92 % af totalbiomassen og repræsenteres hovedsagelig af *Cryptomonas* ($21\text{--}24 \text{ }\mu\text{m}$) hvis biomasse er øget 7 gange siden midt i oktober.

Decemberprøven er taget i afløbet på grund af isdække på søen. Totalbiomassen andrager $0,5 \text{ mm}^3/\text{l}$. Rekylalgerne udgør 96 % heraf, omend deres biomasse er reduceret til $1/3$ i forhold til november.

Hos blågrønalgerne henfalder *Microcystis*arterne, og *P. agardhii* halverer sin biomasse i oktober og de nostocale arter forsvinder helt. I november og december udgør blågrønalgerne 2 % af biomassen.

Furealgerne og kiselalgerne forsvinder i oktober mens grønalgernes biomasse 3-dobles, og deres andel øges til 15 % af totalbiomassen. Dette skyldes fremgang for *Pediastrum* spp., der her når maximum, og *Scenedesmus* spp. Begge reduceres igen i november og december. Som ny art for 1991 indtræder *Tetraëdron* minimum. Denne art optrådte i 1990 i sommerperioden.

I oktober ses zooplanktonbiomasser på $7,1 \text{ mg}$ våd vægt/l i begyndelsen og $10,2 \text{ mg}$ våd vægt/l midt i måneden. Denne ændring afspejler primært fluktuationer hos *D. cucullata*. Der sker en stigning i antallet af adulte *E. graciloides* primo oktober, hvor *Cyclops vicinus* indtræffer og firedobler biomassen til sit årsmaximum midt i oktober. Der sker samtidigt et fald i *E. graciloides*, mens *D. galeata* igen registreres efter et 4 måneders fravær.

I november er totalbiomassen reduceret til $6,7 \text{ mg}$ våd vægt/l, med dominans af *D. culullata* og subdominans af *D. galeata* og *Cyclops* sp.

Vurdering

Det fytoplanktonsamfund, der optræder i oktober ses typisk efter en kiselalgeopblomstring, og repræsenteres ved *Tetraëdron* minimum og *Scenedesmus* sp., der har sit maximum.

Si/P forholdet er kraftigt faldende og koncentrationen af uorganisk N er stor, hvilket favoriserer de små opportunistiske grønalger fremfor kiselalgerne.

Rekylalgerne opnår deres maximum i årets to sidste måneder, hvor de nyder godt af henfaldende alger efter vækstsæsonens afslutning.

3.10 Samlet vurdering af tilstanden i 1991

Overordnet må Bagsværd Sø stadig karakteriseres som en stærkt eutrofieret sø. Tilsynet i 1991 viser, at gennemsnitskoncentrationerne i søvandet af total-P og total-N er henholdsvis 0,2 mg P/l og 1,93 mg N/l på årsbasis.

Søen har været hårdt spildevandsbelastet, og der er opbygget store mængder fosfor i sedimentet. Omfattende vandindvindning i oplandet forårsager ringe vandudskiftning og dermed langsom udtømmning af fosforpuljen.

Der har imidlertid kunnet spores forbedringer i søens tilstand. Den gennemsnitlige sommersigtedybde (marts-oktober) var i 1960-1983 omkring 0,23 m. I 1977 og 1979 var gennemsnittet dog højere ca. 0,45 m, men antallet af målinger få, hvilket øger usikkerheden. Fra 1983 ses en jævn stigning i den gennemsnitlige sommersigtedybde (maj-september) til 0,52 m i 1990.

Denne udvikling blev brudt i 1991, hvor den gennemsnitlige sommersigtedybde var på 39 cm.

Klorofyl-a mængden som sommergennemsnit er dobbelt så stor som i 1990. Dette afspejles dog ikke tilsvarende i fytoplanktonets volumenbiomasse, hvilket kan skyldes en ret stor usikkerhed i forbindelse med bestemmelsen af koloniernes biomasse.

Zooplanktonsamfundet er artsrigt i forhold til andre blågrønalgersøer. Der er sket et skifte fra 1990-1991 i dominansen af Cladocerer fra store til små former, hvilket tyder på et stort prædationstryk. I forhold til de to forgående år er såvel den gennemsnitlige som den maksimale zooplanktonbiomasse mindre, hvilket kan have forårsaget de dårligere sigtddybdeforhold i 1991 sammenlignet med de forgående år. Den mindre zooplanktonbiomasse i 1991 tyder på at rekrutteringen af fiskeyngel har været succesfuld.

I flere perioder i 1990 virkede zooplanktons græsningstryk regulerende på fytoplanktonbiomassen, der kun er reguleret af zooplankton i vinteren 1991. Samtidig var belastningen til søen i 1991 større end de foregående 2 år som følge af større nedbør, hvilket også er med til at begunstige algevæksten.

Søen skal stadig karakteriseres som en blågrønalgesø, men indvandringen af *Ceratium* sp. de seneste år antyder en positiv udvikling.

Den årsgennemsnitlige koncentration af total-N er reduceret fra et niveau omkring 3,0 mg N/l i 1969 til 2,0 mg N/l i sidste halvdel af 1970'erne og til 1,9 mg N/l i 1991. Det atmosfæriske bidrag udgør ca. 68 % af den samlede N-belastning til søen i 1990 og 1991. Kvælstoftilbageholdelsen er på ca. 53 % og antages primært at være forårsaget af denitrifikation.

Den årsgennemsnitlige koncentrationen af total-P lå i begyndelsen af 1970'erne omkring 0,46 mg P/l for at falde til 0,39 mg P/l i 1977-78. Igennem 1980-91 har niveauet ligget omkring 0,20-0,22 mg P/l. Der har imod-sætning til 1990 ikke kunnet beregnes nogen aflastning af søen i 1991, men P-puljen i sedimentet vides at være halveret siden 1985.

Fytoplanktonsamfundet har også ændret sig. Fra at være domineret af blågrønalger i 1978 og med forekomst af kun 5 rentvandsarter, er antallet af rentvandsarter steget til 18 i 1989, 13 i 1990 og 20 i 1991. Blågrønalgerne er dog stadig den fremherskende algegruppe med over 89 % af totalbiomassen i perioden maj-september 1991.

I 1991 bidrog belastningen fra overløb fra fællesklo-akerede arealer med 60 % af den samlede P-belastning og godt 20 % af den samlede N-belastning til søen.

I Vandområdeplan for Mølleå-systemet foreslås det, at belastningen fra overløbsbygværket skal reduceres med 95 %. Dette vil naturligvis bidrage til yderligere aflastning af søen, men er ikke tilstrækkeligt til at søen kan nå sin baggrundstilstand indenfor en overskuelig årrække.

4. SØNDERSØ

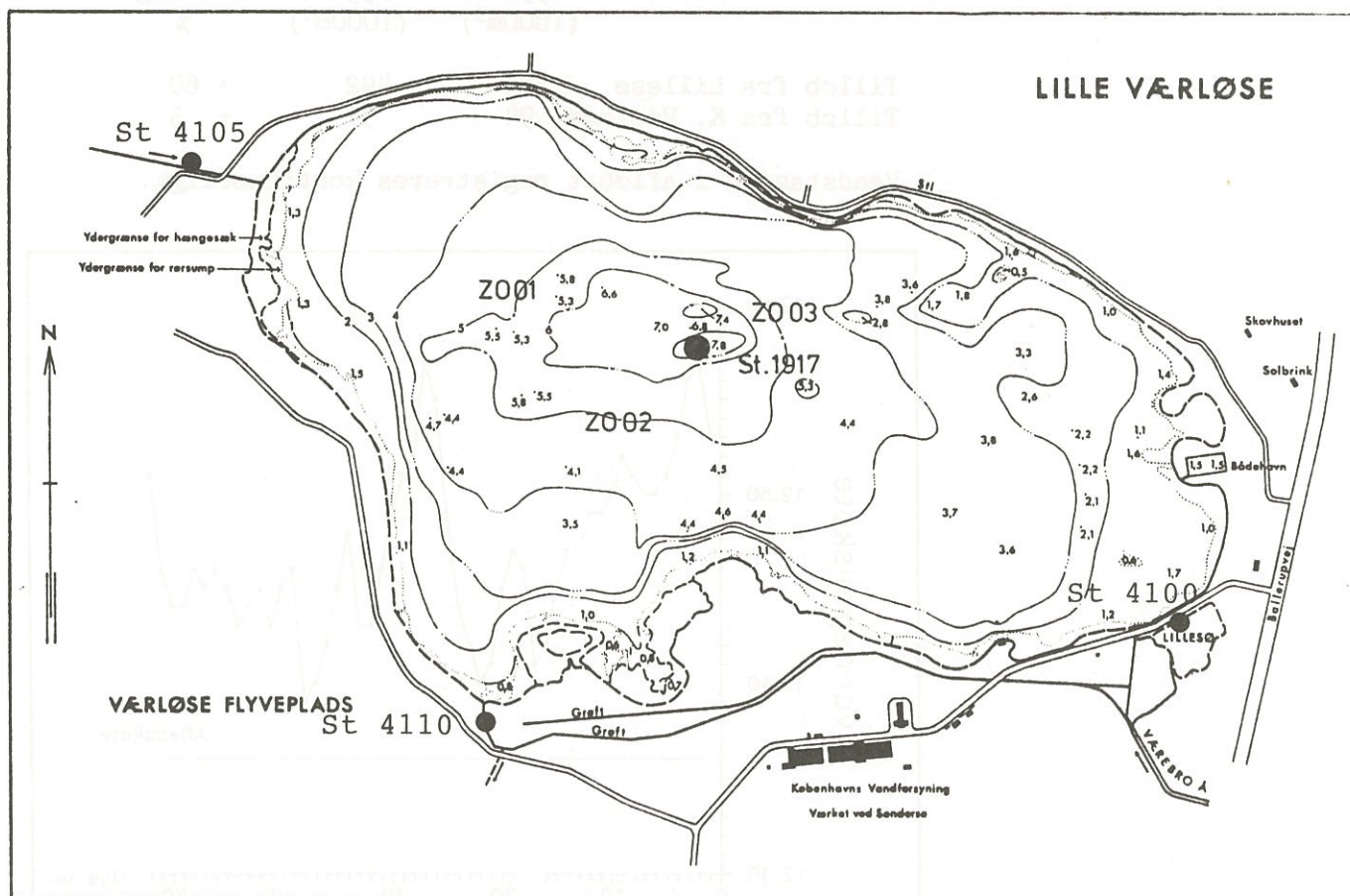
4.1 Indledning

Søndersø er beliggende i Værebros å-systemet, som afleder til Roskilde Fjord. Søen ejes af Københavns Vandforsyning og er udlagt som drikkevandsreserve. Den har dog ikke været benyttet i drikkevandsforsyningen siden 1979. Der indvindes betydelige mængder vand til Københavns Vandforsyning i området, og dette har konsekvenser for vandskiftet i søen. Søen er målsat med skærpet målsætning, som råvand til drikkevandsforsyning, og skal endvidere opfylde en generel målsætning.

4.2 Planmæssig baggrund

Der henvises til 1989 rapporten for nærmere oplysninger.

4.3. Morfometri



Figur 4.3.1. Kort over Sønder sø med placering af stationer.

Areal	123	ha
Volumen	4.1 x 10 ⁶	m ³
Middeldybde	3.3	m
Maksimaldybde	7.8	m
Kystlængde	5.63	km
Topografisk opland (excl. søareal)	790	ha
Vandets opholdstid 1991	3.4	år
VS kote DNN (GM) (+/- 5cm)	12.50	m
Opmålt årstal	1982	

Tabel 4.3. Morfometriske data for Søndersø

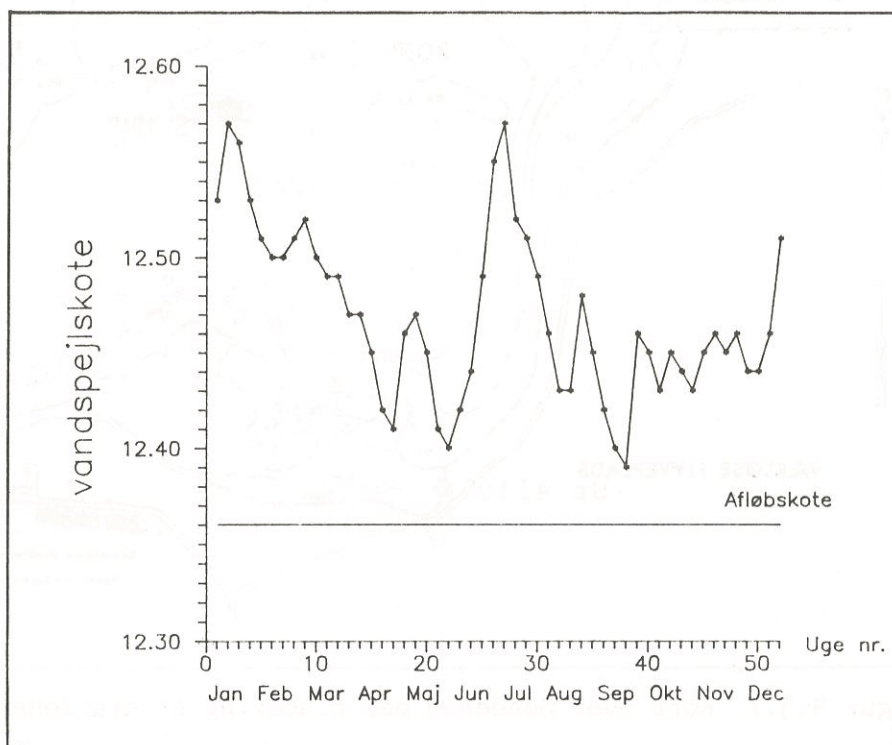
4.4 Vandbalance

De to tilløb til søen styres af pumpestationer, og tilløbsmængden beregnes ud fra pumpetiderne. Disse værdier er for 1991 månedsfordelt for begge tilløb (bilag 4.B).

De oppumpede vandmængder udgjorde i årene 1990 og 1991 :

	1990 (1000m ³)	1991 (1000m ³)	Ændring %
Tilløb fra Lillesø	275	442	+ 60
Tilløb fra K. Værløse	94	97	+ 3

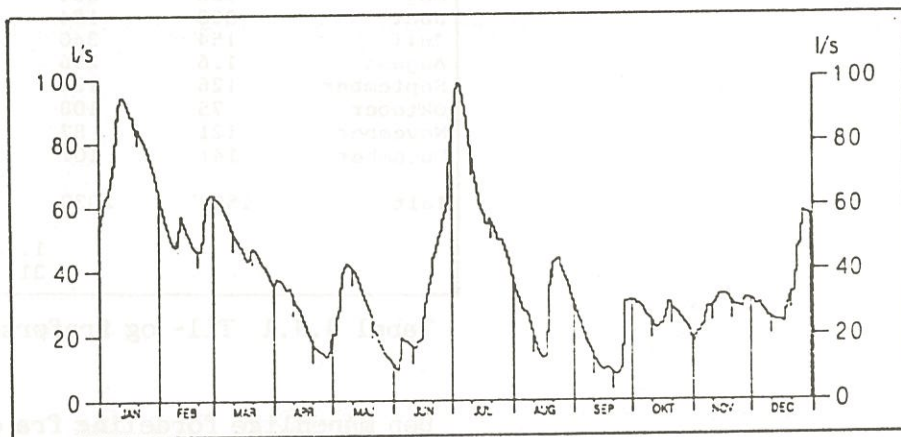
Vandstanden i afløbet registreres kontinuerligt.



Figur 4.4.1 Vandstanden i Søndersø i 1991.

Vandspejlskoten i 1991 har et noget anderledes forløb end i både 1989 og 1990, da den ikke falder væsentligt midt på sommeren, men snarere stiger. Både i 1989 og i 1990 var vandspejlskoten således under koten på afløbet, der er 12.36, i sommermånederne, og afløbet var tørlagt. Vandspejlskoten i 1991 har været forholdsvis stabil, svingende mellem kote 12.40 og kote 12.60. Afløbet har derfor ikke været tørlagt, som det også fremgår af Figur 4.4.2.

Vandføringen i afløbet er beregnet på baggrund af data fra en målestation placeret i afløbet (HU 52.45).



Figur 4.4.2. Vandføringen i afløbet fra Søndersø 1991.

Det ses at der har været maximale vandføringer på næsten 100 l/s i januar og juli. Den store udløbsmængde i juli kan tilskrives den usædvanlige store nedbørsmængde. Minimumsvandføringen har været på ca. 10 l/s, og ses i september.

Vandvoluminet i søen er 4.1 mill. m³, og i 1991 strømmede der 1.2 mill. m³ ud af søens afløb. Den gennemsnitlige hydrauliske opholdstid bliver dermed på 3.4 år, hvilket er væsentligt mindre end i 1989 og 1990, hvor den var på henholdsvis 10.4 år og 8.3 år.

Minimum for den beregnede hydrauliske opholdstid er i januar måned, hvor den er 1.6 år, mens den maximale opholdstid er i september, nemlig 7.9 år.

Et simpelt regnskab over vandtilførslen til Søndersø i 1991 ser ud som følger :

	(1000m ³)
Målt opland	442
Lillesø	97
K. Værløse	125
Umålt opland	73
Separat kloakeret	817
Atmosfærisk bidrag	
SUM	1554

Vandtilførslen fra det umålte opland er beregnet med baggrund i den specifikke afstrømning fra Lillesø-oplandet.

Månedsfordelt vandtil- og fraførsel for Søndersø

En månedsfordelt opgørelse af vandtil- og fraførslen ser ud som følger (se endvidere bilag 4B) :

Måned	Tilførsel	Fraførsel 1000m3	Difference %		Magasin 1000m3	Forskel
Januar	176	220	44	25	230	-53
Februar	97	145	48	50	177	-11
Marts	49	171	122	246	166	-64
April	70	143	73	104	102	6
Maj	108	204	96	89	108	10
Juni	320	184	-136	-42	118	86
Juli	154	340	186	121	204	-90
August	116	206	90	79	114	-40
September	126	121	-5	-4	74	32
Oktober	75	108	33	44	106	6
November	121	87	-34	-29	112	17
December	141	101	-40	-29	129	
Ialt	1553	2030	477	31		
			1. Januar-91		181	
			31. December-91		186	5

Tabel 4.4.1 Til- og fraførsel af vand til Søndersø 1991.

Den månedlige fordeling fra det separat kloakerede opland er beregnet ud fra nedbøren.

Fordampningen fra vandoverfladen er beregnet ud fra tal over den potentielle fordampning /4/ for området + 20%. Det viser sig her, at nedbøren og fordampningen er af samme størrelsesorden.

Magasinet er beregnet som den mængde vand, der er i den del af søen som ligger over afløbskoten, forskellen er beregnet fra måned til måned.

Ud fra tabel 4.4.1 ses, at der i de fleste måneder er en større vandfraførsel end tilførsel, hvilket kunne tyde på, at der sker en indsivning af grundvand til søen.

Når man sammenholder vandspejlskoten med tabel 4.4.1 ses at fra januar til april falder vandstanden, og dermed magasin kapaciteten. Dette kan delvis forklare den større vandfraførsel i disse måneder.

Fra april til juli stiger magasin kapaciteten, dette kan i april og maj tyde på grundvandsindsivning, da afløbsmængden her er større end tilløbsmængden. I juni stiger vandtilførslen væsentligt p.gr.a. meget nedbør, og dette medfører en stigning i vandspejlet samt en stor vandfraførsel i juli måned.

Fra juli til september falder vandstanden igen, samtidig med at vandfraførslen stiger. En del af den øgede fraførsel kommer således fra magasinet, men ikke det hele. Der er således også her tale om grundvandsindsivning.

Fra september til december stiger vandstanden, og det ses at der i november og december er en større vandtilførsel end -fraførsel, men i oktober er vandfraførslen stor, så også her må der ske en grundvandsindsivning.

Vandstanden ved årets slutning er næsten lig vandstanden ved årets begyndelse, den samlede nettofraførsel er dermed på 472.000 m³, dette må dermed være det grundvandstilskud, der kom til Søndersø i 1991.

Ved samme beregningsmetode ville grundvandstilskudet i 1989 og 1990 være på henholdsvis på 242.000 m³ og 129.000 m³.

4.5 Oplandsbeskrivelse

Der er ikke sket væsentlige ændringer i oplandet til søen i 1991, og der henvises derfor til tidligere rapporter.

4.6. Belastningsopgørelse

Belastningen til søen udgøres af følgende bidrag:

- 1 - målte oplande : Lillesø og Kirke Værløse
- 2 - regnvand fra befæstede arealer
- 3 - det umålte opland
- 4 - atmosfærisk deposition
- 5 - intern belastning fra sedimentet
- 6 - kvælstoffixering af blågrønalg

ad 1 : Målte oplande

Der er foretaget belastningsberegninger på oplandet fra Lillesø (310 ha), og på det mindre opland fra Kirke Værløse (ca. 80 ha).

		Lillesø	K. Værløse
Total-Kvælstof	(kg)	529	341
Total-fosfor	(kg)	127	18
Ortho-fosfat	(kg)	66	3
Jern	(kg)	637	411

Det samlede opland til søen er på 790 ha, og de målte oplande udgør 390 ha. eller ca. 50 %. Den samlede kvælstof- og fosforbelastning fra disse oplande var i 1991 på ialt 870 kg total-N og 145 kg total-P.

ad 2 : Befæstede arealer

Belastningen fra de separat kloakerede oplande, er beregnet ud fra arealenhedstal, baseret på Vedbækregnserien 1979 til 1990. På denne baggrund er det beregnet, at der blev udledt 144 kg total-N og 36 kg total-P gennem U10 og U11 i 1991. Ved afrapporteringerne i 1989 og 1990 blev der

brugt nogle værdier fra en regnserie fra Odense, og disse værdier var mindre end dem fra Vedbæk. I tabel 4.6.1 og 4.6.2 er disse værdier korrigeret til overstående.

Den månedsvise fordeling, som er vist i bilag 4.c og 4.d er beregnet ud fra den månedsvise fordeling af nedbøren i 1991.

I de centrale dele af Værløse er spildevandssystemet både separat og fælles kloakeret og for begge systemet gælder, at alt vandet ledes ud af Søndersø-oplandet. Ialt drejer det sig om ca. 300 ha. eller ca. 38 % af det topografiske opland, der på denne måde ikke regnes med i belastningsopgørelsen.

ad 3 : Umålte oplande.

Det umålte opland udgør ca. 88 ha, og det skønnes at ca. 44 ha er landbrugsopland og de resterende 44 ha er naturopland.

Belastningen for de umålte oplande beregnes på baggrund af arealkoefficienter fra repræsentative oplande i 1991.

For landbrugsoplande benyttes følgende værdier:

13.02 kg totalkvælstof/ha/år og
0.195 kg totalfosfor/ha/år

For naturoplande benyttes følgende værdier :

1.32 kg totalkvælstof/ha/år og
0.134 kg totalfosfor/ha/år.

Den samlede belastning fra det umålte opland bliver hermed 631 kg total-N og 14.5 kg total-P.

Den månedsvise fordeling, som kan ses i bilag 4.c og 4.d, er foretaget ud fra fordelingen på Lillesø.

ad 4 : Atmosfærisk bidrag

Ved beregning af det atmosfæriske bidrag er der benyttet værdier, målt på Strødam i forbindelse med udarbejdelsen af recipientkvalitetsplanen for Mølleå-systemet /2/. Følgende værdier er benyttet :

20 kg totalkvælstof/ha/år og
0.55 kg totalfosfor/ha/år.

Den atmosfæriske deposition på Søndersø er derved 2460 kg total-N og 68 kg total-P. Ved tidligere afrapporteringer blev der benyttet nogle andre værdier for N- og P-depositionen, i tabellerne 4.6.1 og 4.6.2 er disse værdier korrigeret til overstående. Den månedsvise fordeling er foretaget i forhold til nedbørsmængderne i de enkelte måneder /3/.

ad 5 : Intern belastning

Der henvises til afsnit 4.8.2, der beskriver sedimentkemi-
en.

ad 6 : Kvælstoffixerende
blågrønalger

Det er ikke muligt at kvantificere dette kvælstofbidrag af planktonundersøgelserne. Men Blågrønalgerne udgjorde 66 % af den totale algebiomasse i perioden maj-september, heraf var ca. halvdelen heterocystbærende og dermed potentielt kvælstoffixerende. Muligheden for et kvælstofbidrag fra algerne er således tilstede.

Samlede belastning

Den samlede belastning til Sønder sø i 1989 til 1991 kan herefter opgøres :

	Total-N kg/år		
	1989	1990	1991
Målte oplande			
Lillesø :	233	404	529
Kirke Værløse:		355	341
Befæstede araler:	144	144	144
Umålte opland:	654	610	631
Atmosfærisk bidrag:	2460	2460	2460
Samlet belastning:	3491	3973	4105

Tabel 4.6.1 Kvælstofbelastningen til Sønder sø.

Kvælstofbelastningen er dermed steget fra år til år, hvilket antageligvis kan begrundes i den større afstrømning. Ens for alle 3 år er, at det atmosfæriske bidrag udgør mere end halvdelen af kvælstofbelastningen, mens belastningen fra de kontrollerbare kilder udgør mindre end 5 % af den samlede belastning.

	Total-P kg/år		
	1989	1990	1991
Målte oplande			
Lillesø:	74	70	127
Kirke Værløse:	-	33	18
Befæstede arealer:	36	36	36
Umålt opland:	50	9	15
Atmosfærisk bidrag:	68	68	68
Samlet belastning:	228	216	264

Tabel 4.6.2 Fosforbelastningen i Sønder sø.

Da usikkerheden ved opgørelse af fosforbelastningen er meget stor, er det ikke muligt at vurdere om der er en naturlig variation, om der reelt er sket en forøgelse af fosforbelastningen eller om det skyldes beregningsmæssige usikkerheder.

4.6.1 Afløb

Variationerne i vandføring er noget ændret i forhold til 1989 og 1990, idet der har været vand i afløbet gennem hele 1991, mens der de andre år har været en periode, hvor afløbet har været tørlagt. Koncentrationerne følger der-

imod tilnærmelsesvis samme mønster som i 1989 og 1990. Som følge heraf er der en ændring i stoftransporten gennem året, i forhold til de to andre år.

	1989	1990	1991
Total-kvælstof(kg)	428	529	1060
Total-fosfor (kg)	17	26	73
Ortho-fosfor (kg)	7	8	13
Jern (kg)	24	44	274

Tabel 4.6.3 Den samlede stoftransport i afløbet i 1989, 1990 og 1991:

I bilag 4.c og 4.d kan den månedsmæssige fordelingen for N og P ses.

For alle parametre kan der konstateres en væsentlig større transport ud af søen end tidligere, hvilket kan tilskrives den meget større vandmængde, der er løbet ud af søen. For alle parametrene undtagen jern gælder det, at den gennemsnitlige årskoncentration er en smule mindre end i 1989 og 1990.

4.6.2 Massebalance

Med baggrund i stofbelastningen og stoftransporten i afløbet kan der opstilles en simpel massebalance for Søndersø :

	Total-N kg/år		
	1989	1990	1991
Samlet belastning	3491	3973	4105
Samlet fraførsel	428	529	1060
Retentionsprocent	87.7	86.7	74.2

	Total-P kg/år		
	1989	1990	1991
Samlet belastning	228	216	264
Samlet fraførsel	17	26	73
Retentionsprocent	92.5	88.0	72.3

Som det fremgår af tallene er retentionsprocenterne betydeligt mindre i 1991 end i 1989 og 1990, både for N og P. Dette kan tilskrives den store fraførsel i 1991, altså det forhold at der har været større vandgennemstrømning i søen.

4.7 Tidligere fysiske og kemiske data

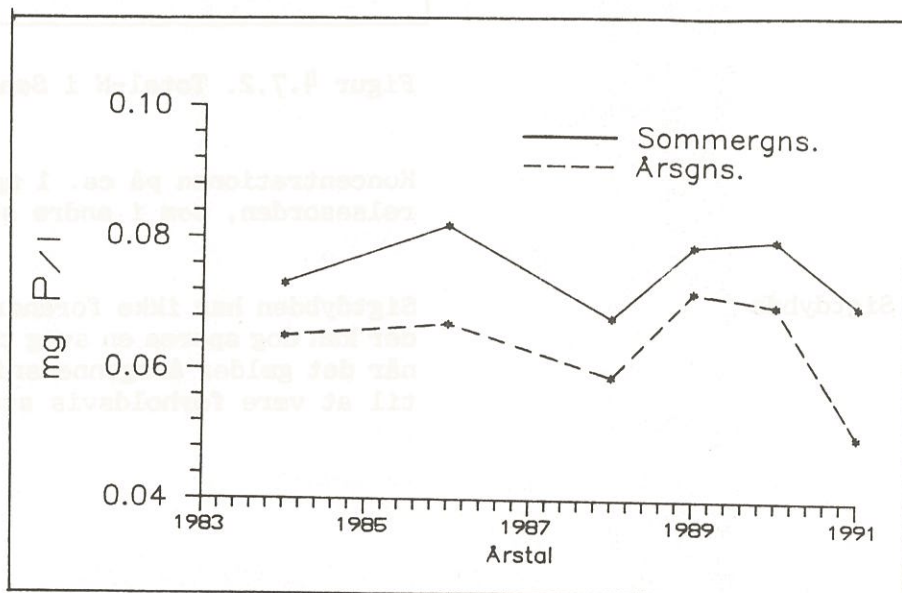
4.7.1 Indledning

Dette afsnit er en sammenligning af data fra tidligere år, og er medtaget for at give et overblik over søens udvikling.

4.7.2. Undersøgte parametre

Fosfor

Det kan konstateres at den gennemsnitlige fosforkoncentrationen i 1991 har været mindre end i tidligere år, når der ses på årsgennemsnittet. Når man ser på sommergennemsnittene er forskellene ikke større end, hvad man kan tilskrive den naturlige variation. Som det ses af figur 4.7.1. er der en vis variation fra år til år.

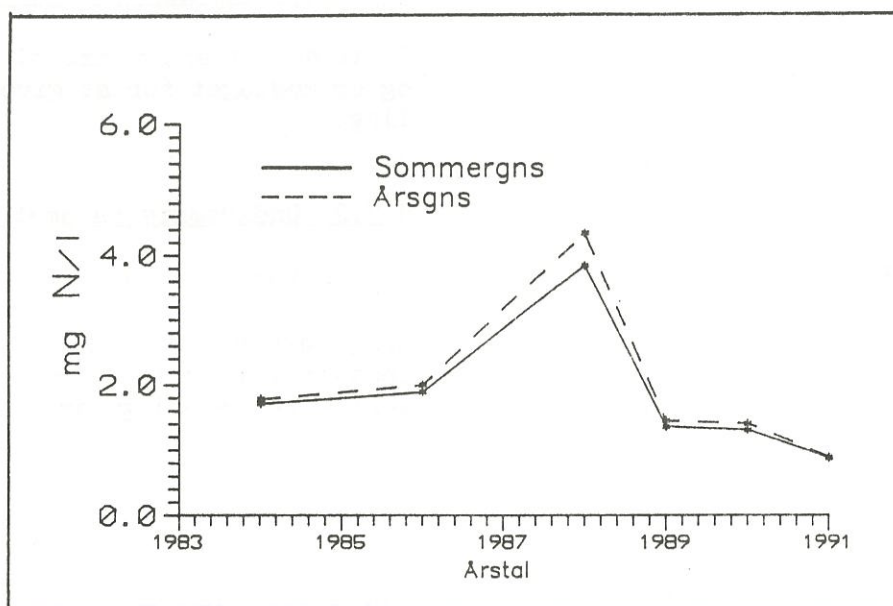


Figur 4.7.1. Total-P i Søndersø fra 1984 til 1991

P-koncentrationerne er generelt højere end i en ubelastet sø, men dog lavere end i andre undersøgte søer i regionen. Dette kan forklares ved at søen nok har været belastet med spildevand, men i begrænset omfang, p.gr.a. dens status som drikkevandsreservoir.

Kvælstof

Kvælstofkoncentrationen er faldet svagt siden 1984, variationerne fra år til år er dog så store, at det ikke er muligt at konkludere om niveauet reelt er faldende, eller der er tale om en naturlig variation i kvælstofkoncentrationen i søen.

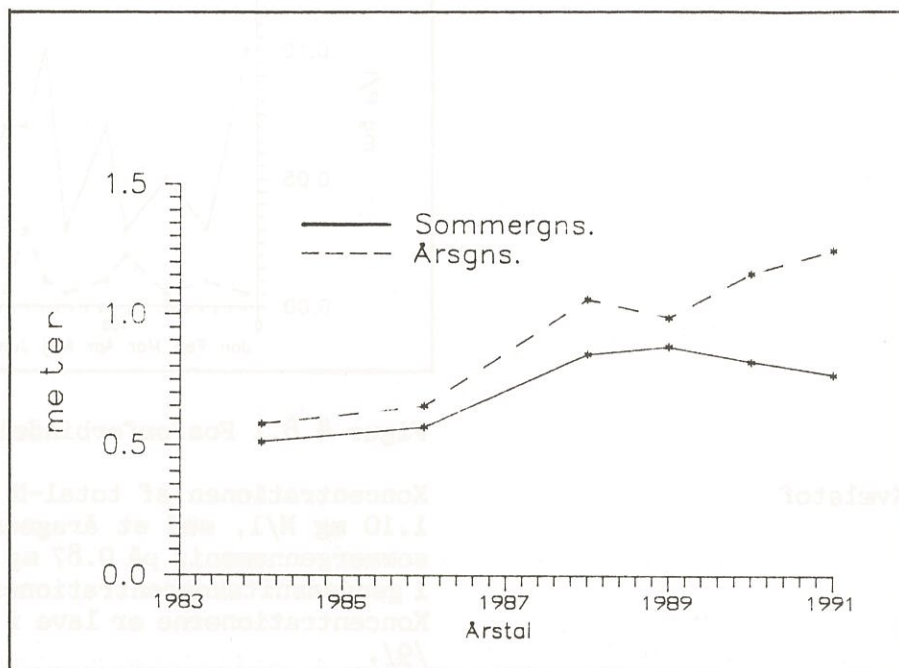


Figur 4.7.2. Total-N i Sønder sø fra 1984 til 1991

Koncentrationen på ca. 1 mg N/l i 1991 er af samme størrelsesorden, som i andre søer området.

Sigtdybde

Sigtdybden har ikke forandret sig væsentligt siden 1984, der kan dog spores en svag tendens til stigende sigtdybde, når det gælder årsgennemsnittet. Sommersigtdybden ser ud til at være forholdsvis stabil.



Figur 4.7.3. Sigtedybde i Sønder sø fra 1984 til 1991

4.8 Fysiske og kemiske målinger i 1991

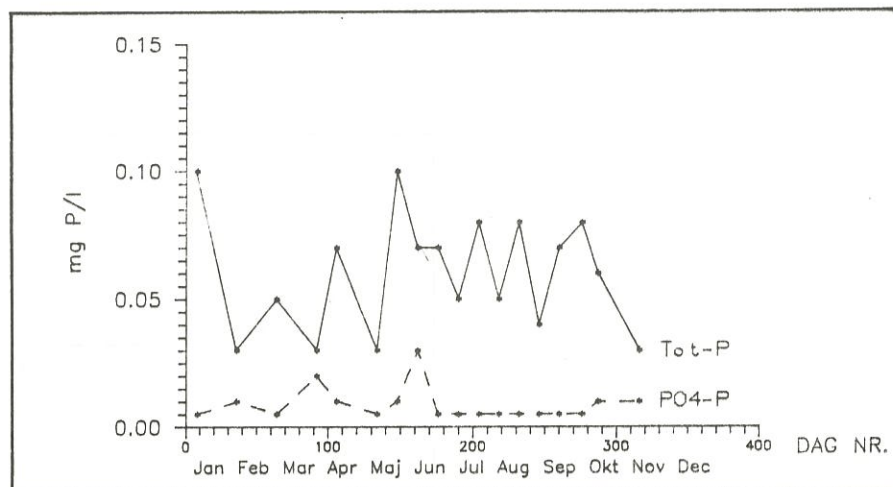
4.8.1 Undersøgte parametre

Fosfor

Koncentrationerne af total-P ligger mellem 0.03 mg P/l og 0.10 mg P/l med et årsgennemsnit på 0.05 mg P/l, og et sommergennemsnit på 0.07 mg P/l. Variationen af total-P gennem året er større end i 1990 men mindre end i 1989. Der er dermed ikke nogen tendens i den ene eller den anden retning, heller ikke i tidspunktet på året, hvor variationerne finder sted.

Ortho-fosfat-indholdet varierer mellem detektionsgrænsen (<0.01 mg P/l) og 0.03 mg P/l, med et års- og sommergennemsnit på 0.01 mg P/l. Koncentrationerne er hermed lidt mindre end i både 1989 og 1990. Variationen i 1989 og 1991 ligner hinanden, da koncentrationen her er under detektionsgrænsen i sommer- og efterårsperioden. I 1990 var der større variation gennem året.

I det meste af 1991 har koncentrationen været lav, og i lange perioder under detektionsgrænsen. Kun i foråret, sidst på efteråret og ved en enkelt måling i juni har der været lidt højere værdier. Det kunne derfor tyde på at algevæksten er fosforbegrænset i sommeren og først på efteråret.



Figur 4.8.1 Fosforforbindelser i Sønder sø i 1991.

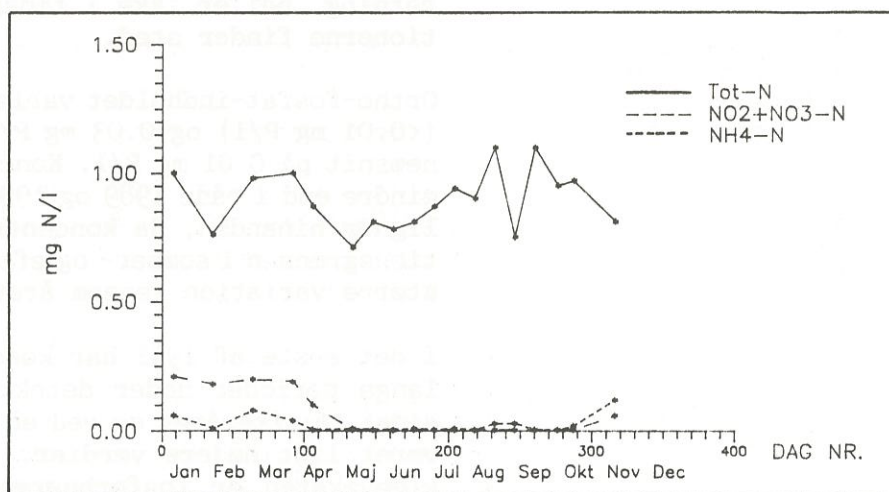
Kvælstof

Koncentrationen af total-N varierer fra 0.71 mg N/l til 1.10 mg N/l, med et årsgennemsnit på 0.88 mg N/l og et sommergennemsnit på 0.87 mg N/l. Dette er et markant fald i gennemsnitskoncentrationerne i forhold til 1989 og 1990. Koncentrationerne er lave i forhold til andre danske søer /9/.

Der er en tendens til at variationerne, i total-N koncentrationerne, gennem året er blevet mindre.

Som det fremgår af figur 4.8.2 er der i foråret og om vinteren tilstrækkeligt med uorganiske kvælstofforbindelser, til at dette ikke bliver en alge-begrænsende faktor. Fra maj til medio oktober tyder det på, at der er en kvælstofbegrænsning i søen.

Også for de uorganiske kvælstofforbindelser er der sket et markant fald i koncentrationerne i forhold til 1989 og 1990. Kurveforløbet, med værdier under detektionsgrænsen i sommerperioden, er dog meget ens for de 3 år.

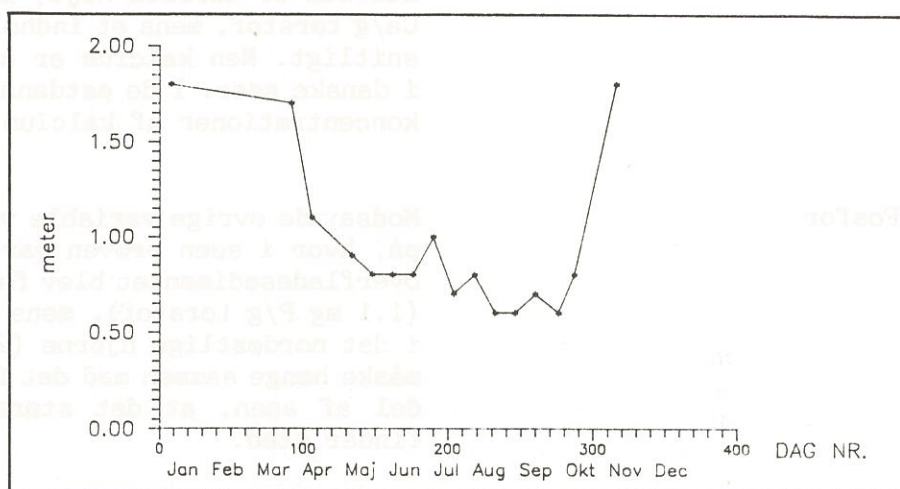


Figur 4.8.2 Kvælstofforbindelser i Sønder sø i 1990.

Sigtdybde

Den gennemsnitlige sommersigtdybde var på 0.77 m, og årssigtdybden var på 1.25 m. Dette er et fald i sigtdybden i sommerperioden og en stigning på årsbasis, i forhold til 1989 og 1990.

De målte sigtdybder kunne tyde på en ret stærk eutrofiering af søen, idet Søndersø har en mindre sigtdybde end andre danske søer, med samme koncentrationer af fosfor /9/.



Figur 4.8.3 Sigtdybden i Søndersø 1990.

Ilt

Søndersø har i perioder meget dårlige iltforhold lige over bunden, der er dog kun ved enkelte tilsyn konstateret springlag. I vandoverfladen er iltforholdene temmelig stabile året igennem.

4.8.2. Sedimentkemi.

Prøvetagning

Den 10. december 1990 blev der udtaget prøver af sedimentet på 3,5 meter vanddybde. Der blev udtaget 3 prøver i den nordvestlige del, 3 i den nordøstlige del samt 3 i den centrale sydlige del.

Det lykkedes at udtage meget dybe prøver, som i gennemsnit var 65 cm dybe. Visuelt var der ikke stor forskel på, hvor prøverne var taget. De øverste 20-30 cm bestod af lysebrunt materiale, med en tydelig grænse ned til det underliggende lag. Dette havde en tykkelse på 10-20 cm og en ensartet lyse-grå farve. På dybder større end 50 cm var materialet sort.

Resultater

I de fleste sammenhænge er søbunden i Søndersø som en "gennemsnitlig" søbund. Tørstofindholdet i de øverste 5 cm af overfladesedimentet er 9%, mens det organiske stofindhold (glødetab) er 23%. Disse værdier afviger kun ubetydeligt fra medianværdien blandt 160 søer.

Tilsvarende forhold er gældende for totalkvælstof (14 mg N/g tørstof og jern (18 mg Fe/g tørstof). Indholdet af kalcium er derimod højt, med en koncentration på 180 mg Ca/g tørstof, mens et indhold på det halve er mere gennemsnitligt. Men kalcium er nok det stof der varierer mest i danske søer. I de østdanske søer findes ofte meget høje koncentrationer af kalcium i sedimentet.

Fosfor

Modsat de øvrige variable var der for fosfor stor forskel på, hvor i søen prøven var udtaget. Den laveste værdi i overfladesedimentet blev fundet i det nordvestlige hjørne (1,1 mg P/g tørstof), mens den højeste værdi blev fundet i det nordøstlige hjørne (2,6 mg P/g tørstof). Dette kan måske hænge sammen med det forhold, at det også er i denne del af søen, at det største og mest belastede tilløb finder sted.

En gennemsnitlig værdi for de tre stationer i Søndersø er 1,9 mg P/g tørstof, som er sammenlignelig med medianværdien for danske søer.

Kvælstof og organisk stof

Med hensyn til variationen med dybden genfindes det karakteristiske to-toppede forløb af glødetab og indholdet af totalkvælstof. Kvælstofniveauet afspejler således akkumuleringen af organisk stof, og den nedre top markerer en periode, hvor undervandsvegetationen har været udbredt.

De efterfølgende lavere værdier hænger sammen med tilbagegangen af undervandsvegetationen på grund af ringere lysbetingelser, forårsaget af en tiltagende algevækst. Der er sket en forskydning hen imod et planktonisk domineret system. Den øverste top afspejler den forsat øgede algevækst og dermed akkumulering af organisk stof.

Det tyder derfor på, at undervandsvegetation har været betydeligt mere udbredt end i dag, og at der efterfølgende er pålejret 20-30 cm recent materiale. Hvornår undervandsplanterne har haft en større udbredelse er ikke muligt at konkludere på dette spinkle materiale. Men det skønnes, tilsvarende undersøgelser af baggrundstilstanden af andre søer i området, at planternes maximale udbredelse har fundet sted på overgangen til det 20. århundrede.

Fosforpulje

De laveste værdier for fosforindholdet findes typisk i dybdeintervallet mellem 20-30 cm. Koncentrationen er typisk 0,8 mg P/g tørstof, og dette stiger til 1,9 mg P/g tørstof i overfladesedimentet.

Tilsvarende Furesøsedimentet kan der foretages en omregning fra koncentration pr. tørvægtsenhed til koncentration pr. volumenenhed.

I de øverste 10 cm er fosforkoncentrationen 169 mg P/liter sediment. Dette er 2,5 gange højere end i Bagsværd sø, men kun det halve af indholdet i de dybe dele af Furesøen. Til en sammenligning med øvrige søer, samt mere detaljerede gennemgang af de sedimentkemiske forhold, henvises til afsnit 2.8.3. og figur 2.8.14.

Fordelingen på de forskellige fosforpuljer er følgende:

- 1,2 % er let adsorberet
- 9,4 % er jernbundet
- 13,8 % er aluminiumbundet
- 17,7 % er kalciumbundet
- 57,9 % er organisk bundet samt residual fraktion

I forhold til Furesø og Bagsværd sø er den jernbundne andel i Søndersø kun $1/5 - 1/2$ så stor, hvorimod den organisk bundne andel er 2-3 gange større end i Furesø og Bagsværd sø.

Der er intet kendskab til bundfaunaens sammensætning og udbredelse i Søndersø. Det er derfor ikke muligt at vurdere størrelsen af bioturbationen. Hvis det antages, at de øverste 10 cm af bunden er "aktiv" og står i kontakt med den ovenliggende vandsøjle, kan det beregnes, at der er 16,9 gram fosfor pr. m^2 tilgængeligt for vandsøjlen.

Heraf er 0,2 gram fosfor let adsorberet og 1,6 gram fosfor jernbundet. Den umiddelbart kemiske og biologiske tilgængelige pulje er derved 1,8 gram fosfor pr. m^2 .

Der er ikke foretaget nogen sedimentkartering i søen. Hvorvidt de udtagne prøver er repræsentative for søen, er derfor vanskeligt at vurdere. Det må dog formodes, på grund af søens morfometri, at det recente slamlag tilmåler i tykkelse mod de dybere dele. Der er endvidere gjort enkelte iagttagelser, der kunne tyde på en vis ophobning af finkornet organisk slam i en del af søens kystnære dele. Det er derfor forbundet med usikkerhed at relaterer disse sedimentdata til søen generelt.

I de øverste 10 cm af sedimentet i Søndersø er fosforpuljen ca. 21 tons. Heraf udgør den umiddelbare tilgængelige fosfor-pulje knapt 2,2 tons fosfor. Hvis denne pulje momentant blev frigivet til den ovenliggende vandmasse, på 4,1 mia. liter, ville der resulterere i en hævning af fosforkoncentrationen på 0,5 mg P/l. Det er således tale om store mængder, der er potentielt tilgængelige for søvandet i Søndersø.

Fe/P forhold

I de øverste 10 cm af sedimentet er forholdet mellem jern og forfor i gennemsnit 13,6 (vægtbasis). Fe/P forholdet varierer i de øverste 2 cm af overfladesedimentet mellem 5,0 - 15,9, afhængig af hvor i søen prøven er udtaget. Det laveste forhold fås naturligt i den østlige del af søen, hvor fosforkoncentrationen er højst. I den østlige del, samt i den centrale sydlige del ($\text{Fe/P} = 10,0$), kan sedimentet ikke "begrænse" fosforfrigivelsen, på grund af et relativt lavt jernindhold. I disse dele må det formodes, at der finder en intern belastning sted.

I den nordvestlige del er Fe/P forholdet omkring 16 i overfladesedimentet, hvorfor det antages, at sedimentet ikke frigiver fosfor i særlig stor grad.

Samlet vurdering af sedimentkemi.

Sedimentets fysisk-kemiske forhold i Søndersø er sammenlignelige med andre søer i landet. For alle væsentlige variable er værdierne fra Søndersø meget tæt på medianværdierne blandt ca. 160 andre søer /11/.

Det er vanskelig at vurdere størrelsen af den interne fosforbelastning ud fra disse sedimentdata. Generelt fås de største frigivelser under iltfrie forhold i bundvandet. Periodevis kan der forekomme lave koncentrationer af ilt i bundvandet i Søndersø. Men typisk er de kun i de nederste $1\frac{1}{2}$ - 2 meter bundvand, og tilsynsdata udviser også forhøjede fosforkoncentrationer i hypolimnion i disse perioder.

På grund af søens morfometriske forhold er der imidlertid kun tale om et meget begrænset areal, der potentielt vil kunne frigive fosfor. På vanddybder større end 6 meter er arealet af søbunden 4,8 ha. Hvis hele den let tilgængelige fosforpulje på $1,8 \text{ g P/m}^2$ frigives, svarer dette til 80 kg fosfor. Dette er omtrentlig halvdelen af den eksterne fosforbelastning. Den interne belastning er således væsentlig i vurderingen af søens tilstand.

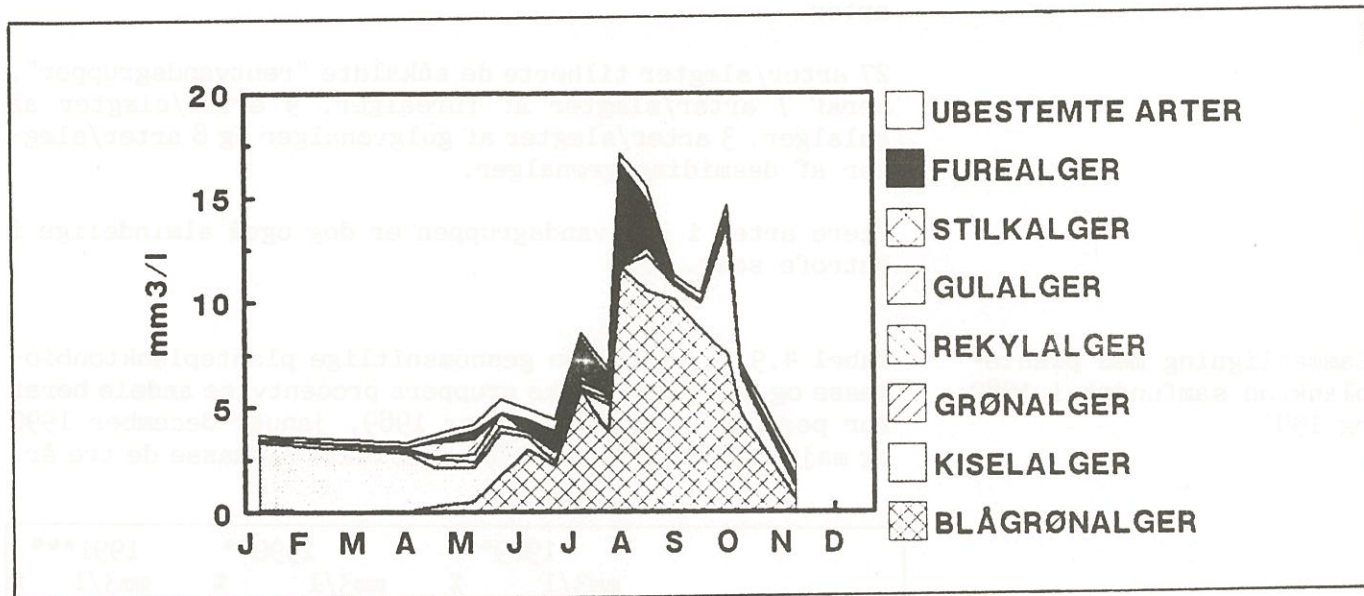
Fe/P forholdet er højt i store dele af søen, hvorfor der næppe kan forekomme fosforfrigivelser fra disse partier af bunden.

En præcis størrelse af den interne fosforbelastning kan ikke kvantificeres ud fra de foreliggende data.

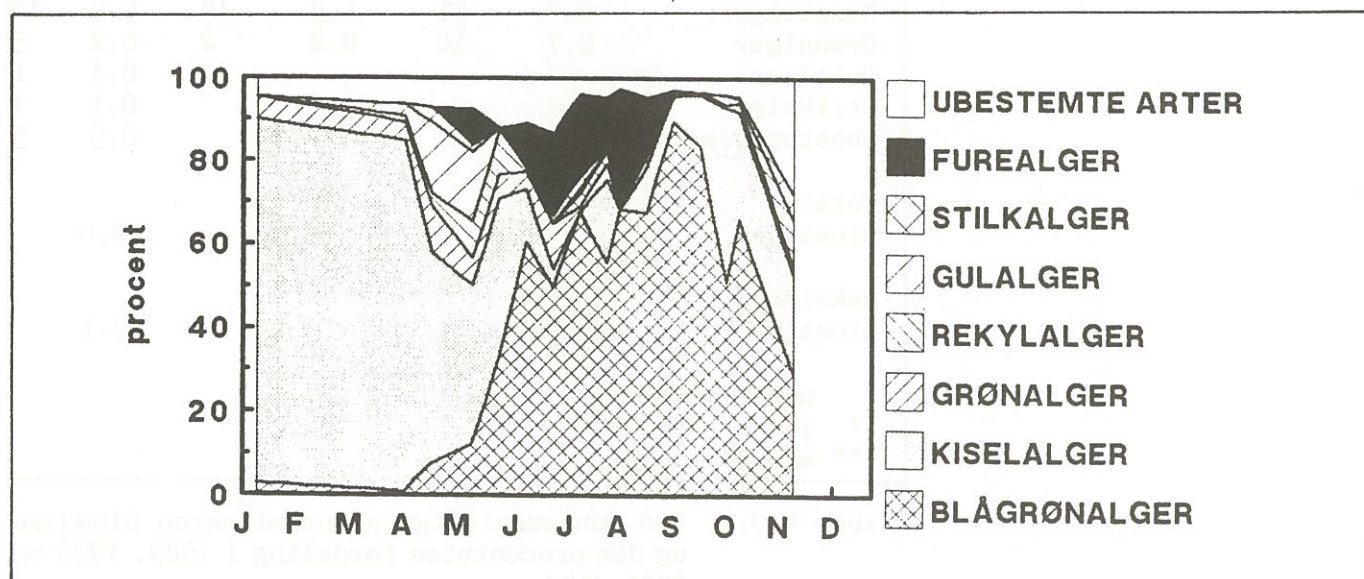
4.9. Biologiske undersøgelser4.9.1. Planteplankton biomasse

Planteplanktonbiomassen varierede mellem minimum $2,4 \text{ mm}^3/\text{l}$ i november og maksimum $17,1 \text{ mm}^3/\text{l}$ i begyndelsen af august hvilket er væsentligt lavere end i 1990, hvor maximumsbiomassen var på $44 \text{ mm}^3/\text{l}$. I 1989 var den $14,1 \text{ mm}^3/\text{l}$. Den gennemsnitlige biomasse i den produktive periode (januar-

december) var $9.4 \text{ mm}^3/\text{l}$. Blågrønalger var den vigtigste algegruppe med et gennemsnit på 66 % af den totale biomasse i perioden maj-september. Kiselalger og furealger var subdominante grupper. De udgjorde henholdsvis 18 % og 10 %. Et tilsvarende mønster sås i 1989 og 1990, bortset fra at grønalgerne ligeledes var subdominante i 1989.



Figur 4.9.1 Planteplankton biomassen i Sønderø i 1991.



Figur 4.9.2. Algegruppernes procentvise fordeling af den totale algebiomasse i Sønderø 1991.

Planteplanktonets
artssammensætning

Planteplankton i Sønderø 1991 var artsrigt og bestod af en blanding fra rent vand og næringsrigt vand, men med kvalitativ og kvantitativ dominans af de næringskrævende arter.

Der blev ialt fundet 142 arter/slægter, hvoraf de fleste er karakteristiske for eutrofe danske søer. Der fandtes 26 arter/slægter af blågrønalger, 8 arter/slægter af centriske kiselalger, 5 arter/slægter af øjealger og 48 arter/slægter af chlorococcale grønalger. I 1990 sås 16 arter/slægter af blågrønalger, stigningen dækker dels over en reel forøgelse i antallet men også over forskelle i den benyttede reviderede systematik, der har opsplittet flere arter.

27 arter/slægter tilhørte de såkaldte "rentvandsgrupper", heraf 7 arter/slægter af furealger, 9 arter/slægter af gulalger, 3 arter/slægter af gulgrønalger og 8 arter/slægter af desmidiacègrønalger.

Flere arter i rentvandsgruppen er dog også almindelige i eutrofe søer.

Sammenligning med planteplankton samfundet i 1989 og 1991

Tabel 4.9.1. viser den gennemsnitlige planteplanktonbiomasse og de taksonomiske gruppers procentvise andele heraf for perioderne marts-oktober 1989, januar-december 1990 og maj-oktober 1991 samt den maksimale biomasse de tre år.

	1989*		1990**		1991***	
	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%	mm ³ /l	%
Blågrønalger	3,7	47	5,5	58	5.9	66
Rekylalger	0,1	4	0,3	3	0.2	2
Furealger	0,8	10	1,1	12	1.2	14
Kiselalger	0,4	11	1,8	19	0.9	10
Grønalger	0,7	16	0,2	2	0.2	3
Gulalger					0.1	1
Stilkalger					0.1	1
Ubestemte arter					0.5	3
Total biomasse	6,2		9,5		9.0	
Maksimal biomasse	14,7		44,5		17.1	
* marts-oktober						
** januar-december						
*** maj-september						

Tabel 4.9.1. Den gennemsnitlige planteplankton biomasse og den procentvise fordeling i 1989, 1990 og 1991 /14/.

Den gennemsnitlige totale biomasse var høj alle tre år (6.2 - 9.5 mm³/l); men den maksimale biomasse var større i 1990 end i 1989 og 1991. Denne forskel skyldes blågrønalgerne biomasse.

Der blev ikke fundet større ændringer i artssammensætningen fra 1989 til 1991, men årstidsvariationen forløb anderledes i 1989 end i 1990 og 1991.

I 1989 fandtes blågrønalger fra januar til april (min. 0.58 - max. 3.7 mm³/l). I 1990 blev de ikke registreret kvantitativt før i starten af april, og deres maksimum var væsentligt større: 15 mm³/l i 1989, 33 mm³/l i 1990 og 12 i 1991, hvor de var tilstede hele året, men havde størst biomasse i august-september. Vækstbetingelserne for blågrønalger har tilsyneladende været anderledes i 1990 og 1991 end i 1989; men beregningen af blågrønalgerens volumenbiomasse er endvidere behæftet med større usikkerhed end andre algegrupper.

I 1991 havde Kiselalgerne maximum i januar på 3.2 mm³/l samt en markant efterårstop i oktober (6.3 mm³/l). Kiselalgerens maksimum i 1990 fandtes i februar og var markant større (6.3 mm³/l). I 1989 optrådte kiselalgemaksimum i starten af maj og udgjorde 1.6 mm³/l.

Grønalger udgjorde en større gennemsnitlig procentvis del (16%) i 1989 end i 1990 og 1991 (2-3%).

4.9.2. Dyreplanktons biomasse

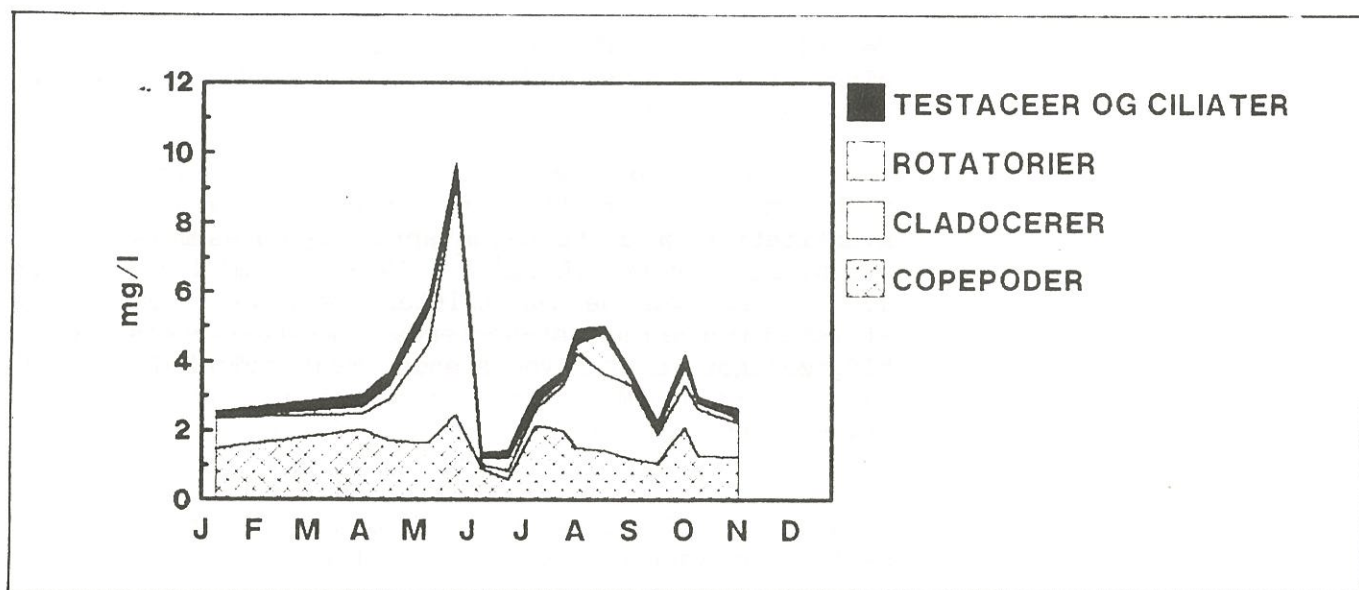
Biomasse

Dyreplanktons gennemsnitlige biomasse fra april-oktober var 4.0 mg våd vægt/liter. Biomassen varierede gennem året mellem minimum 1.4 mg i april og maksimum 9.7 mg/l i maj. Et mindre, relativt maksimum på 5.0 mg/l blev fundet i august.

Den vigtigste taxonomiske gruppe i dyreplanktons biomasse var cladocererne, som udgjorde 44 % af den gennemsnitlige biomasse fra april til oktober. Blandt cladocererne var *Daphnia galeata* den vigtigste art først på sæsonen og *D. cucullata* den sidste del.

Copepoderne var ligeledes vigtige, idet de udgjorde 39% af den gennemsnitlige biomasse i samme tidsrum. Heraf var *Eudiaptomus graciloides* den klart dominerende art.

Rotatorier og ciliater udgjorde kun hhv. 10 % og 7 % af den gennemsnitlige biomasse.



Figur 4.9.3. Dyreplanktonbiomassen i Sønder sø 1990.

Dyreplanktons artssammensætning

Cladocerer

Der blev fundet i alt 10 arter af cladocerer. Den talrigeste art var *Chydorus sphaericus*, som fandtes gennem hele året med største antal individer i juli. Næsttalrigeste art var *Daphnia cucullata*, som blev fundet i alle prøver. Denne art var dominerende vurderet efter biomasse. Populationsmaksimum fandtes i august. Galeatas gennemsnitsbiomasse var af samme størrelse som *D. cucullata*, på grund af dens store størrelse, men var kun betydelig i maj.

Copepoder

Der blev fundet 6 arter af copepoder. Den talrigeste art var *Eudiaptomus graciloides*, som også dominerede i biomasse blandt copepoderne. *E. graciloides* fandtes gennem hele året med populationsmaksima i maj.

Næsttalrigeste art var *Mesocyclops leuckarti*. Denne art forekom fra april til oktober med maksimum i juli. Nauplii er dog ikke medregnet, da der ikke er skelnet mellem arter blandt de cyclopoide nauplii.

Rotatorier

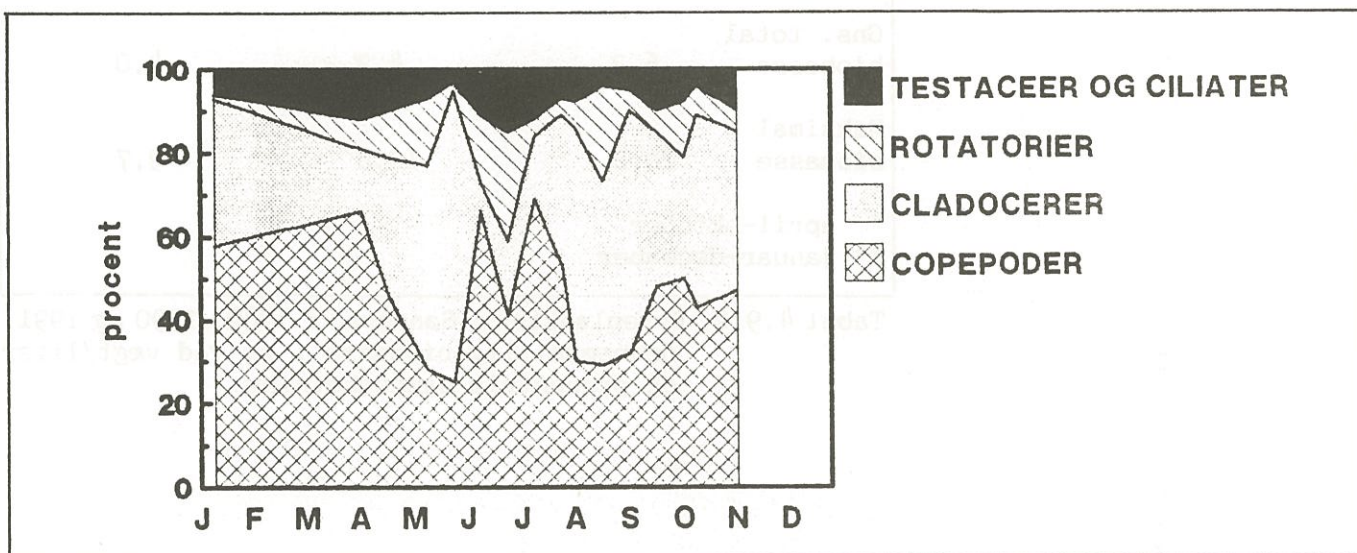
Rotatorierne var den artsrigeste af grupperne, idet der blev fundet 23 arter/slægter. Den talrigeste art var *Trichocerca rousseleti*, som forekom fra juni til november med maksimum i juni, hvor den udgjorde 76 % af rotatoriernes biomasse. Den næsttalrigeste art var *Keratella coclearis*, der var tilstede hele året og var særlig talrig i maj og juli.

Den største biomasse havde den store *Asplanchna priodonta*, der forekom i relativt beskedent antal, men som opnåede at udgøre 56 % af gennemsnitsbiomassen for perioden april-oktober.

Ciliater

Der blev identificeret 6 slægter af ciliater, heraf 2 til art. De øvrige ciliater blev henført til slægts- eller størrelsesgruppe.

Flest individer af ciliater blev fundet hos *Coleps hirtus*, der i gennemsnit for perioden april - oktober udgjorde 66 % af ciliatbiomassen. Ciliater > 20 μm og *Strombidium* udgjorde henholdsvis 13 og 7 %. Alle tre grupper fandtes hele året.



Figur 4.9.4 Dyreplanktons procentvise sammensætning i 1991 i Sønderø.

Sammenligning med dyreplanktonsamfundet i 1989 og 1990.

Dyreplanktons totale gennemsnitlige biomasse var på niveau med biomassen i 1990 og 30 % lavere end i 1989. Den maksimale biomasse var på 1990 niveauet og halvt så stort som 1989.

Den store biomasse i 1989 skyldtes primært *Bosmina coregoni*, først og fremmest de meget store maksima i både forårs- og efterårsmånederne. Også *Daphnia galeata* havde også større biomasse i 1989, hvorved cladocerernes dominans var langt større dette år. Copepodernes biomasse var derimod stort set ens de tre år.

Cladocererne udgjorde kun 48 % af den gennemsnitlige biomasse i 1990 mod 68 % i 1989.

	1989*		1990**		1991*	
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
Ciliater og testaceer	0,1	1	0,1	3	0,3	7
Rotatorier	0,1	2	0,2	6	0,4	10
Muslinger	<0,1	<1	<0,1	<1		<1
Cladocerer	4,3	68	2,0	48	1,8	44
Copepoder	1,8	28	1,8	43	1,6	39
Gns. total biomasse	6,2		4,2		4,0	
Maksimal biomasse	20,2		10,8		9,7	
* april-oktober						
** januar-december						

Tabel 4.9.2. Dyreplankton i Sønder sø i 1989, 1990 og 1991.
Gennemsnitlig biomasse i mg våd vægt/liter
og procentvis sammensætning.

4.9.3. Planktonsamfundenes årstidsvariation og vurderinger heraf.

Januar - april

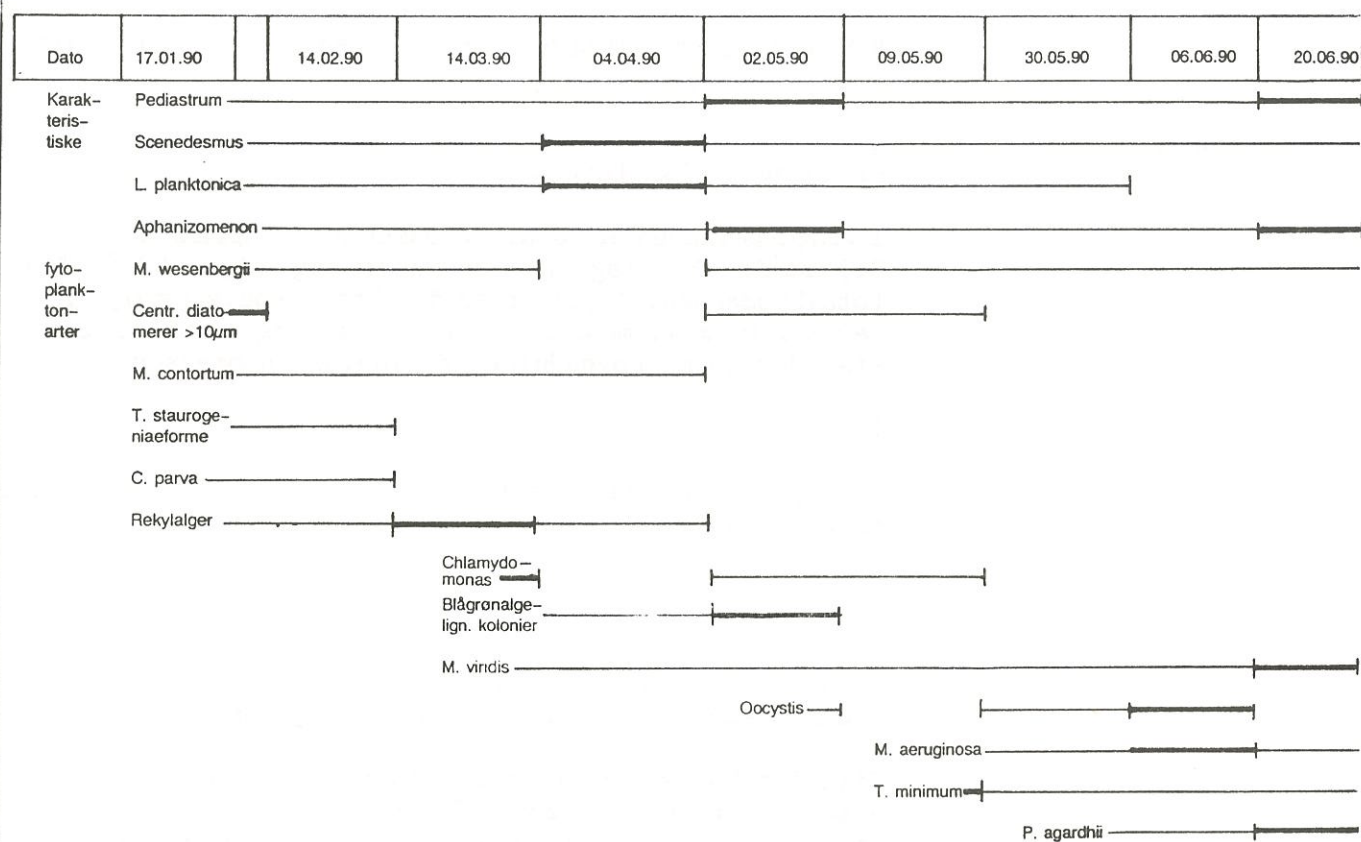
Søndersø var islagt i februar og marts, hvorfor der ikke er udtaget planktonprøver i disse måneder.

I vinterperioden er totalbiomassen af fytoplankton på 3.3-3.7 mm³/l. Kiselaglerne dominerer og udgør 50-87 % af totalbiomassen. I januar er det *Stephanodiscus* og *Cyclotella* >10 µm/l, mens det i april er *Fragilaria crotonensis*, der udgør hoveddelen af kiselalgebiomassen.

I sidste halvdel af april indtræder *Dinobryon bavaricum* og *Chrysochromulina parva* i stort antal og udgør henholdsvis 17 % og 4 % af totalbiomassen, og grønalgernes andel er på 11 %.

Copepoderne har den største zooplanktonbiomasse. De andrager 46-66 % af totalbiomassen og repræsenteres hovedsageligt af *E. graciloides*. Cladocernerne subdominerer med 15-35 % af totalbiomassen. I januar er *D. galeata* den fremherskende og i april *Bosmina longirostris*.

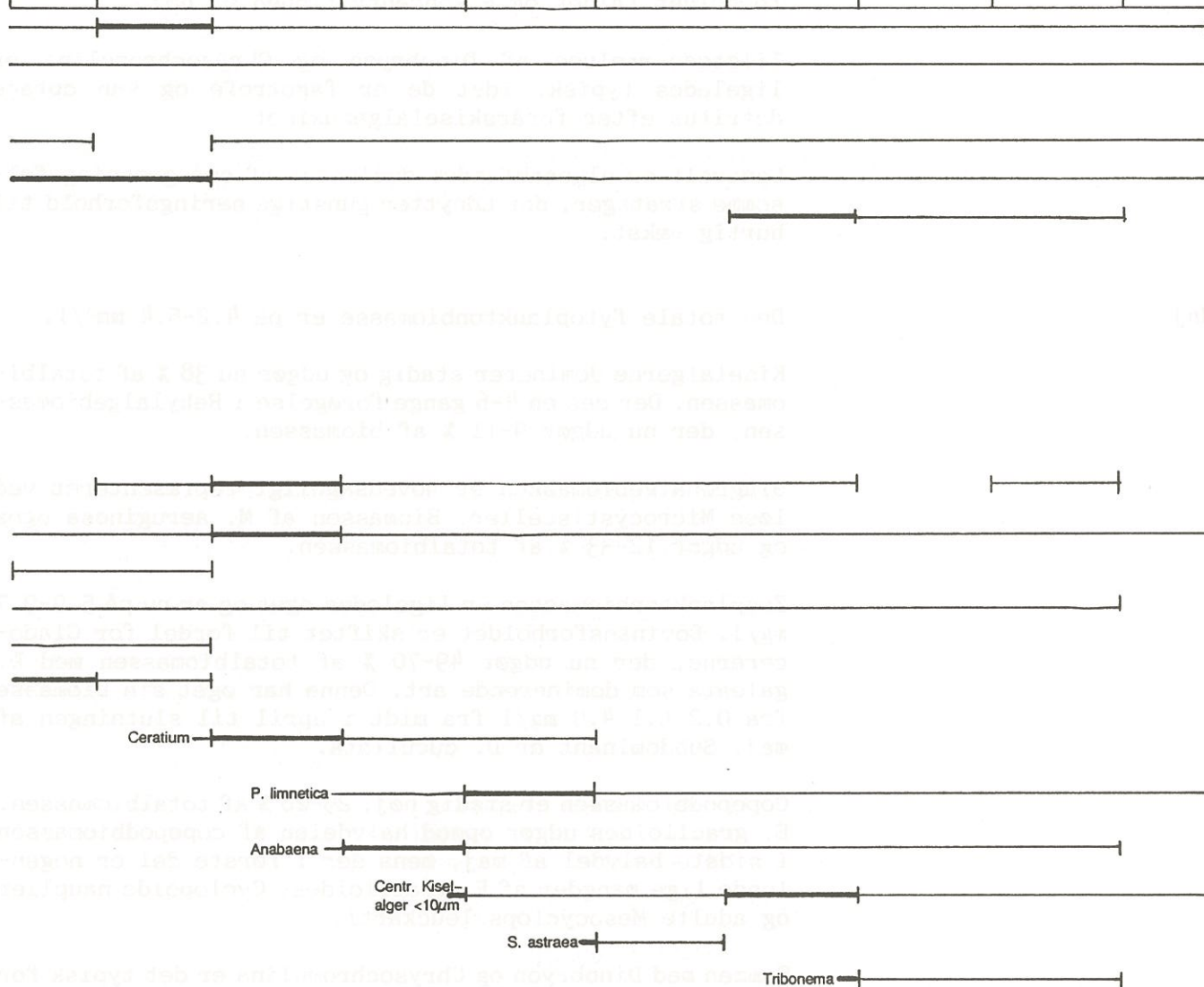
Silicium-koncentrationerne falder fra 1.1 mg/l til under detektionsgrænsen i løbet af perioden og bliver begrænsende, hvilket også afspejles i en 40 % reduktion i kiselalgebiomassen i løbet af perioden. Reduktionen kan endvidere hænge sammen med et højt prædationstryk fra zooplankton.



Vand-temp °C	3,7	3,0	4,3	7,9	14,9	18,6	14,3	16,6	17,6
Vind	Hård	Jævn	Jævn	Jævn-frisk	Svag-jævn	Ingen-svag	Let	Jævn	Ingen
SiO ₂ -Si mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,6	0,7	0,7
NH ₄ -N mg/l	0,68	0,21	0,06	0,03	0,01	0,01 (bund: 0,07)	0,05	0,03	<0,01
NO ₂ +NO ₃ -N mg/l	0,21	0,31	0,16	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,02	<0,01
PO ₄ -P mg/l	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,01	0,03	0,07	0,05
Fase	Detritusfase				Nedgræsningsfase			Stress	
Strategier	C							S	

Tabel 3.6.3 Samlet oversigt over algesamfundenes mest markante arter i Bagsværd sø, 1990.

04.07.90	18.07.90	16.08.90	29.08.90	12.09.90	26.09.90	09.10.90	23.10.90	07.11.90	05.12.90
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------



17,2	18,9	20,9	18,5	14,0	9,3	11,1	9,0	5,6	1,8
Let	Jævn	Svag-jævn	Svag	Ingen	-	Frisk	Svag	Ingen-svag	Let
1,1	1,7	1,7	1,6	1,5	0,9	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
0,01	0,05	0,01	0,02	<0,01	-	0,06	0,20	0,22	0,43
0,05	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,03	0,07	0,10
0,09	0,06	0,09	0,05	0,04	0,06	0,02	0,07	0,05	0,05
Stress		Henfaldsfase		Kiselalgefase				Detritusfase	
S		S → R		R				C	

— Periode hvor arten forekommer

— Periode med biomassemaximum

Grønalger ses hyppigt at øge biomassen efter et kiselalge-maximum, idet de er mere konkurrencedygtige når Si/P-forholdet falder og N koncentrationen er høj.

Tilstedeværelsen af Dinobryon og Chrysochromulina er ligeledes typisk, idet de er fagotrofe og kan optage detritus efter forårskiselalgemaximet.

Generelt er algesamfundet domineret af små græsningsfølsomme strateger, der udnytter gunstige næringsforhold til hurtig vækst.

Maj

Den totale fytoplanktonbiomasse er på 4.2-5.4 mm³/l.

Kiselalgerne dominerer stadig og udgør nu 38 % af totalbiomassen. Der ses en 4-6 gange forøgelse i Rekylalgebiomassen, der nu udgør 9-11 % af biomassen.

Blågrønalgebiomassen er hovedsageligt repræsenteret ved løse Microcystisceller. Biomassen af *M. aeruginosa* øges og udgør 12-33 % af totalbiomassen.

Zooplanktonbiomassen er ligeledes øget og er nu på 5.9-9.7 mg/l. Dominansforholdet er skiftet til fordel for Cladocernerne, der nu udgør 49-70 % af totalbiomassen med *D. galeata* som dominerende art. Denne har øget sin biomasse fra 0.2 til 4.9 mg/l fra midt i april til slutningen af maj. Subdominant er *D. cucullata*.

Copepodbiomassen er stadig høj, 25-28 % af totalbiomassen. *E. graciloides* udgør opmod halvdelen af copepodbiomassen i sidste halvdel af maj, mens der i første del er nogenlunde lige mængder af *E. graciloides*, Cyclopoide nauplier og adulte *Mesocyclops leuckarti*.

Sammen med Dinobryon og Chrysochromulina er det typisk for rekylalgerne at indtræffe i slutningen af et kiselalge-maximum. De tre grupper andrager sammen med furealgen *Gymnodinium helveticum* 37 % af biomassen i begyndelsen af maj.

Der er tale om små græsningsfølsomme arter af god fødekvalitet for zooplankton og som helt eller delvist ernærer sig heterotroft, hvorfor de er begunstiget i en detritus-fase.

Kiselalgen *Fragilaria crotonensis* er væk. Den er formentlig hæmmet af forøgede lysintensitet. Dens niche er overtaget af *A. formosa* i begyndelsen af maj og *Aulacoseira* spp. i slutningen af maj.

At Cladocernerne først når op på høje biomasser og dominans af zooplanktonsamfundet i maj kan skyldes, at den lange og sene periode med isdække og lave temperaturer har øget generationstiden, hvorefter de i maj formår at udnytte de gunstige fødeforhold til hurtig vækst.

Ciliaterne, primært *C. hirtus* forekommer stadig i betydeligt antal i første del af måneden og er i stand til at udnytte bakterier i forbindelse med henfaldende alger. På samme tidspunkt øges biomassen af den rovlevende *Asplanchna priodonta* og der ses en sammenfaldende reduktion i Copepodbiomassen, der øges i sidste del af maj, når *A. priodonta* forsvinder.

Overordnet er zooplanktonsamfundet stadig i stand til at regulerer fytoplanktonbiomassen.

Juni

I juni er den totale fytoplanktonbiomasse på 4.4-4.9 mm³/l. Blågrønalgerne er dominante med 50-61 % af totalbiomassen. De består primært af koloniformer midt i juni, men de heterocystbærende ses også i stor mængde i sidste del af juni.

Subdominante er kiselalgerne i begyndelsen af måneden med 13 % og grønalgerne i slutningen med 11 %. Furealgerne indtræffer og udgør 10-20 % af biomassen. I begyndelsen findes *Gymnodinium helveticum* og *Ceratium* spp. i lige mængder, men snart tager *Ceratium* over.

Blandt Rotatorierne indtræffer *Trichocerca rousseleti* i juni og øger biomassen 6 gange i løbet af måneden.

I juni sker et markant fald på ca. 80 % i zooplanktonbiomassen til 1.4 mg/l, hovedsageligt som følge af en nedgang i Cladocerer biomassen, der reduceres med 98 %, idet *D. galeata* og *Bosminerne* forsvinder helt. Der ses endvidere et fald i Copepodbiomassen på ca. 60 %, hvor *E. graciloides* reduceres med ca. 80 % og de cyclopoide nauplier halveres. Der sker imidlertid en 3-dobling af adulte *M. leuckarti*.

I forbindelse med udtømmning af puljerne af uorganisk kvælstof indtræffer de N-fixerende *Aphanizomenon gracile* og *Anabaena flos-aquae*, men store stress-tolerante græsnings-resistente koloniformer er de mest fremherskende midt i juni, mens de heterocystbærende øger deres andel sidst i juni under stagnationen, hvor puljen af uorganisk N er lille.

Ceratium fordobler sin biomasse i løbet af juni, hvor der er stagnation i slutningen af måneden. Den er nøjsom med hensyn til N og P, der har lave koncentrationer på dette tidspunkt, idet den er i stand til aktivt at migrere under springlaget og hente næring der.

Reduktionen i zooplanktonbiomassen kan skyldes flere ting. Dels kan dyrene være udsultet idet fødegrundlaget har ændret sig fra at være af høj fødekvalitet til blågrønalgedomineret. Imidlertid er den mest oplagte forklaring, at den nye generation af fiskekeyngel prædaterer på de store og meste synlige cladocererarter.

Generelt er det ikke længere muligt for zooplanktonsamfundet at regulere fytoplankton.

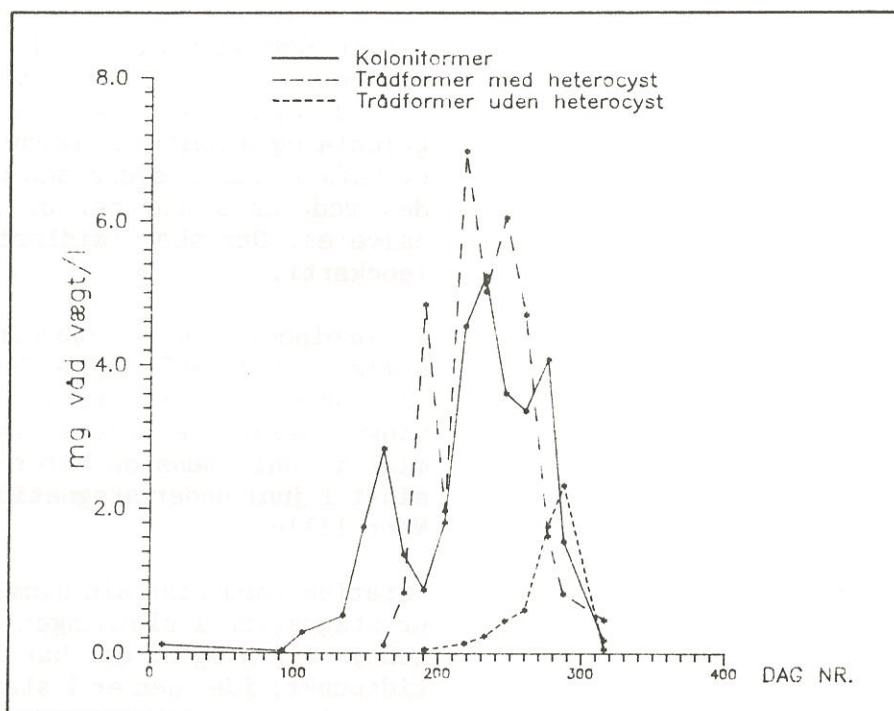
Juli-august

Totalbiomassen fordobles til $8.5 \text{ mm}^3/\text{l}$ i begyndelsen af juli men falder til $6.8 \text{ mm}^3/\text{l}$ i løbet af de næste to uger. I august er fytoplanktonbiomassen mellem 15.6 og $17.1 \text{ mm}^3/\text{l}$, hvilket er årsmaximum.

Blågrønalgerne dominerer med 56-68 % af biomassen. Subdominant er furealgerne, der udgør 13-27 %. I sidste halvdel af juli og i sidste halvdel af august udgør Kiselalgerne henholdsvis 20 % og 11% men ses ellers ikke i resten af tidsrummet, hvor der er stagnation. Der er rigeligt silicium i hele perioden.

I forbindelse med et skift i vejret til en stille periode i juli forsvinder en hel del arter, der dog optrådte i mindre biomasse. Typisk er det, at dette henfald udnyttes af ciliater, rekylalger, Dinobryon samt *C. parva* der alle havde været borte i den foregående periode. *Ceratium* spp. optræder i stor tæthed under stagnationen.

Blågrønalgerens biomasse øges fra $3.8\text{-}5.8 \text{ mm}^3/\text{l}$ i juli til $10.5\text{-}11.7 \text{ mm}^3/\text{l}$ i august og domineres nu af heterocystbærende tråde. Se figur 4.9.6.



Figur 4.9.6. Kurver over blågrønalgerens sammensætning i Sønder sø, 1991.

Zooplanktonbiomassen øges til 3.2-5.0 mg/l i juli-august. I juli ses dominans af *M. leuckarti*, Copepoditer og nauplier af *E. graciloides* samt Cyclopoide nauplier. Cladocererne subdominerer med stor repræsentation af *Chydorus sphaericus* og *D. cucullata*. Endvidere optræder ciliaterne i stor mængde og udgør 12 % af totalbiomassen.

I august skifter dominansforholdet til fordel for Cladocererne hvor *D. cucullata* udgør hovedparten af biomassen og *C. sphaericus* i mindre grad. Copepodernes biomasse reduceres med 25 %.

Copepodernes dominans i juli overhales af de små cladocerer i august. Deres vækstopotentiale er stort og tilvæksten sker eksponentielt i gunstige perioder. Det tyder således på, at de heterocystbærende blågrønalger udgør et brugbart fødegrundlag. At der stadig er et stort prædationstryk af fiskeyngelen indikeres af, at de store dafnier mangler.

Også *Asplanchna priodonta* findes i stor biomasse og vil øve et prædationstryk på de mindre dyr.

September

Generelt påbegynder henfaldet i denne måned. Den totale fytoplanktonbiomasse er reduceret med ca. 30 % til 10.4-11.3 mm³/l, på baggrund af en reduktion i kiselalger, chlorococcale grønalger >5 µm. Endvidere reduceres blågrønalgerne, hvilket gælder såvel de løse celler, de trådformede uden heterocyster og de kolonidannende blågrønalger, på grund af henfald og sedimentation. Blågrønalgerne dominerer nu med 84-89 % og domineres fortsat af de heterocystbærende tråde. Subdominant er kiselalgerne midt i måneden med 12 %.

Sammenfaldende med nedbrydning af springlaget forsvinder furealgerne helt. Efter et fald i biomassen i starten af september øger kiselalgen, *Aulacoseira* sp. biomassen.

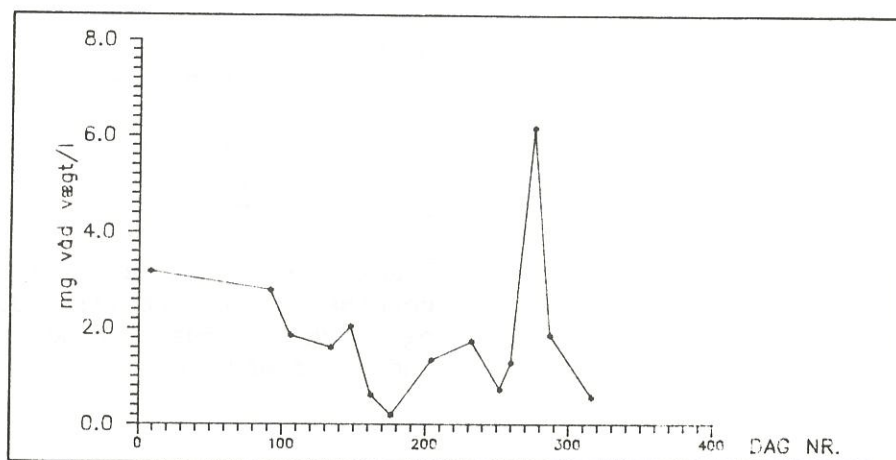
Zooplanktonbiomassen falder fra 3.7 til 2.3 mg/l i løbet af september, især som følge af reduktion i *D. cucullata*'s biomasse. Hos ciliaterne er det kun *C. hirtus*, der reduceres, men bl.a. *Vorticella* sp. øger sin biomasse.

Det er typisk at ciliaterne optræder i forbindelse med henfald, idet de lever af bakterier.

Oktober

Fytoplanktonbiomassen er 14.7 mm³/l i begyndelsen af oktober og 7.1 mm³/l medio oktober.

Blågrønalgerne dominerer stadig omend med en mindre andel 51-66 %, hvilket primært skyldes en tilvækst i kiselalgen *Aulacoseira* spp. hvis biomasse øges til 6.2 mm³/l, hvor de andrager 42 % af totalbiomassen og udgør et efterårskiselalgemaximum, se figur 4.9.7. Frem til midt i oktober reduceres biomassen imidlertid til 1.9 mm³/l.



Figur 4.9.7. Kurve over kiselalgerne i Sønder sø i 1991.

Der sker en samtidig reduktion i flere andre arter, hvilket igen giver basis for en opvækst af rekylalger og *C. parva* samt ciliaterne, der udgør 13 % af zooplanktonbiomassen.

Den samlede zooplanktonbiomasse har også et efterårsmaximum først i oktober på 4.2 mg/l, især som følge af en tilvækst i copepoditer af *M. leuckarti* samt at *C. vicinus* indtræffer. Ciliatbiomassen øges ligeledes ved *C. hirtus* og rotatorien *A. priodonta* forekommer i stor mængde først på måneden. Sidst på måneden aftager biomassen dog igen.

Det tyder på, at kiselalgerne tilvækst giver fødegrundlag for en opvækst af Copepoder mens henfaldet af øvrige arter giver fødegrundlag for ciliaterne i tilstrækkelig grad til at de kan øge deres biomasse. Tilstedeværelsen af en rimelig zooplanktonbiomasse giver basis for en tilvækst i den rovlevende *A. priodonta*.

November

Totalbiomassen af fytoplankton er på 2.4 mm³/l. Blågrønalgerne, kiselalgerne og en række ubestemmelige arter har lige stor andel (24-28 %). Stilk- og rekylalger subdominerer med tilsammen 17 %. Navnlig blågrønalgebiomassen er reduceret i løbet af den seneste måned med ca. 85 %.

Zooplanktonbiomassen har nået vinterniveauet fra januar og er på 2.6 mg/l. Cladocerer og Copepoder udgør henholdsvis 38 % og 47 % af biomassen.

Ciliaterne *Vorticella* sp. og *Strombidium* øger deres biomasse 30 gange og der ses endvidere stor tilvækst hos ciliater <20 µm.

Den store forøgelse i ciliaternes, rekylalgerne og stilkalgerne biomasser skyldes gode vækstbetingelser på grund af store detritusforkomster og lavt græsningstryk sidst på sæsonen.

Sammenfatning

Overordnet set er Søndersø en blågrønalgesø med islet af en del rentvandsarter og med et artsrigt zooplanktonsamfund.

Algesamfundet styres af de fysisk-kemiske forhold, samt af det græsningstryk zooplankton kan udøve på fytoplankton. Ved at forbedre zooplanktons vilkår fx. ved at reducere prædationstrykket på dem ved opfiskning af skidtfisk, vil fytoplanktons rolle kunne reduceres og sigtddybdeforholdene bedres. Herved vil Søndersø kunne opnå en bedre kvalitet svarende til andre søer med samme relativ lille belastning og lave N og P koncentrationer i vandet.

4.10 Samlet vurdering af tilstanden i Søndersø i 1991.

De årsgennemsnitlige koncentrationer af total-fosfor og total-kvælstof lå i 1991 på henholdsvis 0.05 mg P/l og 0.88 mg N/l i Søndersø. Dette er et fald i koncentrationen for begge parametre, og skyldes også at koncentrationen fra Lillesø er lavere end tidligere år, som følge af de øgede vandmængder.

Den samlede belastningen til Søndersø var i 1991 på 264 kg P og 4105 kg N, og dermed større end i både 1989 og 1990 for begge parametre.

Koncentrationen af orthofosfat er under detektionsgrænsen i sommeren og først på efteråret, og planteplanktonet er tilsyneladende fosforbegrænset i denne periode.

I perioden fra april til oktober er koncentrationen af opløst kvælstof under detektionsgrænsen og således også en begrænsende faktor for planteplankton-produktionen.

Sigtddybden havde et årsgennemsnit på 1.25 meter, og kurven har et "u"-formet forløb. Der er således, i lighed med i 1990, ikke konstateret klarvandsperioder.

I perioden med iltfri forhold i bundvandet viste de vandkemiske målinger forhøjede fosforkoncentrationer i hypolimnion. Undersøgelser af sedimentet i søen viste at der er en let tilgængelig fosforpulje på ca. 80 kg, under 6 m's dybde, altså under et evt. springlag. Derved er der en stor potentiel fosforkilde i søen, som kan have stor betydning ved frigivelse til vandfasen. Der er dog kun i begrænset omfang konstateret springlag.

Den gennemsnitlige algebiomasse i den produktive periode var 9.4 mm³/l, og blågrønalgerne var den dominerende algegruppe med et gennemsnit på 66% af den totale biomasse i perioden maj-september, et billede identisk med situationen i 1990. Zooplanktonets gennemsnitlige biomasse var på 4.0 mg vådvægt/l, og var domineret af Cladocererne og copepoder, også meget lig forholdene i 1990.

Søndersø må betegnes som en blågrønalge domineret sø, med en forholdsvis lille sigtddybde, hvilket passer dårligt til de lave fosforkoncentrationer. En forklaring på den dårlige tilstand kan være den store mængde skidtfisk, især brasen, der er i søen. Fiskene vil øve et stort prædationstryk på zooplanktonet, der således ikke kan holde planteplanktonet nede. En reduktion i antallet af skidtfisk vil sandsynligvis medføre en forøgelse af sigtddybden.

Samlet litteraturliste

- /1/ Vandområdeplan for Mølleå-systemet.
Arbejdsnotat nr. 6
- /2/ Frederiksborg Amt's Miljøafdeling
Resultater fra tilsyn med Stavnsholt renseanlæg i 1991.
- /3/ Hedeselskabet, Hydrometriske Undersøgelser.
Nedbør 1991 i Københavns Amt.
- /4/ Fordampningstal for området ved Furesø, Søndersø og
Bagsværd sø.
Statens Planteavlfsforsøg, Afd. for Jordbrugsmeteorologi,
Foulum.
- /5/ Vandresourceundersøgelse af Søndersø-dalen
Notat: "oplæg til recipientkvalitetsplan for Mølleå-
systemet, teknisk - økonomisk vurdering. HR.10.7.86.
- /6/ Frederiksborg Amt's Miljøafdeling
Resultater fra tilsyn med Farum sø
- /7/ Furesøen 1900-2020 (hoveddel+bilagsdel) 1985. VKI.
Rapport til Hovedstadsrådet.
- /8/ Tilstanden i Furesøen ved forskellige belastninger.
Rapport til Frederiksborg Amt, Farum kommune og Københavns
Amt. VKI. 14.2.92
- /9/ Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1990
Ferske vandområder, Søer.
Faglig rapport nr. 38. 1991. Danmarks Miljøundersøgelser.
- /10/ Vejl. i recipientplanlægning 1/83. Del I - Vandløb og søer.
Miljøstyrelsen.
- /11/ Eutrofieringsmodeller for søer.
NPo-forskning. C9. 1990. Miljøstyrelsen.
- /12/ Fiskeundersøgelser i søer, Danmarks Miljøundersøgelser
Nr. 3, 1990.
- /13/ Fosforbelastning i lavvandede eutrofe søer.
NPo-forskning. C4. 1990 Miljøstyrelsen.
- /14/ Søndersø 1991, plante- og dyreplankton.
Miljøbiologisk laboratorium.

Samlet bilagsoversigt

Bilag:

Apparatur og analysemetoder	A
Bearbejdningsmetoder til fyto- og zooplankton	B
Resultater af sedimentundersøgelser	C 1-4

FURESØ

Vandbalance 1991.....	2A
Næringsstofbelastning til Furesø - Fosfor og kvælstof ...	2B
Hypolimnion-data, St.1644; Koncentrationer i 1991,	2C
Oversigtsskemaer, vandkemi/fysiske målinger fra 1971 - 91, på st.1644	2D 1-8
Oversigtsskemaer, vandkemi/fysiske målinger fra 1971 - 91, på st.1645	2E 1-6
Oversigtsskema, vandkemi/fysiske målinger fra 1989 - 91, på st.4000, Fiskebæk	2F
Oversigtsskema, vandkemi/fysiske målinger fra 1989 - 91, på st.4005, Dumpedalsrenden	2G
Oversigtsskema, vandkemi/fysiske målinger fra 1989 - 91, på st.4010, Vejlesø Kanal	2H
Oversigtsskemaer, vandkemi/fysiske målinger fra 1976 - 91, på st.4015, Frederiksdal	2I 1-2

BAGSVÆRD SØ

Oversigtsskemaer, vandkemi/fysiske målinger fra 1987 - 91, på st.1640	3A 1-2
Oversigtsskema, biologiske data fra 1989 - 91, på st.1640	3B

SØNDERSØ

Oversigtsskemaer, vandkemiske/fysiske målinger fra 1989-91, på St.1917 samt tilløb og afløb	4A 1-4
Vandbalance 1991	4B
Næringsstofbelastning til Søndersø - kvælstof	4C
Næringsstofbelastning til Søndersø - Fosfor	4D

FURESØ - BAGSVÆRD SØ - SØNDERSØ

Apparatur og analysemetoder i forbindelse med Københavns Amts målinger ifølge vandmiljøplanen.

ApparaturIn situ Målinger:

pH
Ilt
Temperatur
pH/Ilt/Temp/Redox/Ledn.evne/Lys

apparatur:

Mobro pH-196
YSI Model 58
YSI Model 58
Aquamatic

Analyseforskrifter

pH	DS 287
Klorofyl-A	DS 2201
COD (part.)	DS 217 (modificeret)
COD	DS 217 (modificeret)
Ammonium-N	DS 224
Nitrit-Nitrat-N	DS 223 (desuden DS 222- DS 223)
Total-N	DS 221
Ortho-P	DS 291
Total-P	DS 292
Alkalinitet	DS 253
Silikat-Si	ELV-1-58
Suspenderet stof	DS 207
Glød.t.af S.stof	DS 207
Fe (Total-jern)	DS 219
Ca (Calcium)	DS 248
Opløst ilt	DS 277

Analyserne er udført af Glostrup Miljø- og Levnedsmiddelkontrol.

Hvor en analyseværdi er registreret til under detektionsgrænsen, er halvdelen af detektionsgrænseværdien benyttet som værdi i beregningerne af de tidsvægtede gennemsnit.

1.1 Prøvetagning

Prøver til klorofyl *a* og vandkemiske analyser, samt plante- og dyreplankton arts- og volumenbestemmelse er indsamlet ialt 17 gange i Furesøens hovedbassin i løbet af 1991.

Al prøvetagning er foretaget af Københavns Amt.

Planteplankton

Prøver til planteplankton- og vandkemiske analyser er indsamlet på station 1644, søens dybeste sted (38 meter).

Prøverne er udtaget som blandingsprøver fra den fotiske zone (Olrik, i tryk). Blandingsprøverne er suppleret med netprøver til artsbestemmelse af planteplankton. Planteplanktonprøverne er fikseret med Lugols opløsning (en blanding af jod, kaliumjodid og eddikesyre).

Dyreplankton

Til dyreplankton er der udtaget integrerede vandprøver på 3 stationer. De 3 stationers vandprøver er puljet, og der er udtaget 2 sæt prøver: 4.5 l, der er filtreret gennem 90 μm net og 0.9 l, der er sedimenteret. Begge prøvetyper er konserveret med Lugols opløsning. På een station er endvidere udtaget en netprøve med maskevidden 140 μm .

1.2 Bearbejdning af planteplanktonprøver

Prøverne er oparbejdet på Miljøbiologisk Laboratorium ApS, Humlebæk, af cand.scient. Bodil Aavad Jacobsen.

Bestemmelse

Algesystematikken følger Christensen 1980. Blågrønalgesystematikken følger Anagnostidis & Komárek (1988), Komárek & Anagnostidis (1986) og Komárek & Hindak (1988). En liste over bestemmelseslitteratur findes i kapitel 5.1. Der er for hver prøvetagningsdag på basis af vandprøver + netprøver udarbejdet en liste over samtlige fundne slægter og arter (bilag 4).

Kvantitativ opgørelse

Til kvantitativ opgørelse er prøverne sedimenteret i 50 ml, 10 ml, 5 ml, 2.5 ml samt 0.125 ml tællekamre og optalt i et Leitz Labovært omvendt mikroskop med fasekontrast.

De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Arter, der er for små til at kunne artsbestemmes på fikserede jodprøver i lysmikroskop, samt arter, der er for fåtallige til at blive talt særskilt, er samlet i størrelsesgrupper. Desuden er der for hver prøvetagningsdag på basis af vandprøver + netprøver udarbejdet en liste over samtlige fundne slægter og arter (bilag 4).

Dimensioner, benyttede formler til volumenberegningerne samt de beregnede volumener for hver af de talte arter findes i bilag 6. De opgivne dimensioner og

standardafvigelser er beregnet på basis af 10-20 målinger af hver art i hver prøve.

Optælling og volumenberegning af mange kolonidannende blågrønalger er vanskelig. Bl.a. har *Microcystis*- og *Aphanothece*-kolonier ofte en meget kompliceret geometrisk form. Det er derfor, af hensyn til volumenberegningerne, nødvendigt at opdele disse i delkolonier, der kan tilnærmes en simpel geometrisk form (kugle). Flere af de kolonidannende blågrønalger er desuden mere eller mindre løse eller med cellerne mere eller mindre spredt i geléen. Deres volumen er derfor reduceret med en skønnet faktor, der er angivet i bilag 6 ved hver af de pågældende arter.

Der er talt ca. 100 individer af de hyppigst forekommende planteplanktonarter i hver prøve. Det giver en teoretisk usikkerhed på tælltallene på 20%.

Planteplankton kulstof er beregnet som angivet i Olrik (i tryk).

1.3 Bearbejdning af dyreplanktonprøver

Bestemmelse og tælling

Dyreplankton er talt i omvendt mikroskop. Identifikation af dyrene kan i de fleste tilfælde også foretages i dette. For krebsdyrene kan en nærmere bestemmelse ved større forstørrelse i retvendt mikroskop dog være nødvendig.

I de sedimenterede prøver er talt ciliater og rotatorier samt i nogle tilfælde cyclopoide nauplier og mindre cladocerer. I de filtrerede prøver er talt alle crustacæer og eventuelle fåtallige store rotatorier.

Ciliater

Ciliater kan kun i få tilfælde bestemmes til art eller slægt, eventuelt familie. De fleste henføres til størrelsesgrupper: $< 20 \mu\text{m}$ og $> 20 \mu\text{m}$. Bestemmelse er foretaget efter Bick (1972).

Rotatorier

De fleste rotatorier er optalt på artsniveau. Blandt de talrige slægter er dette dog ikke muligt for Synchaete på grund af konserveringen. Til bestemmelse af rotatorier er anvendt Ruttner-Kolisko (1978) og Voigt & Koste (1978).

Cladocerer

Cladocererne er alle optalt på artsniveau. Der findes især i forårs- og efterårsprøver nogle individer af *Daphnia*, som bestemmes til *D. hyalina*, men da der findes alle overgangsformer mellem disse og *D. galeata* er *D. hyalina* ikke udskilt som særskilt art. Bestemmelse er foretaget efter Flössner (1972).

Copepoder

Hos de calanoide copepoder *Eudiaptomus gracilis* og *E. graciloides* er der skelnet mellem nauplier, de enkelte copepoditstadier og voksne individer. De to arter er kun adskilt blandt de voksne individer. Hos de cyclopoide copepoder er alle nauplier talt under eet. Copepoditer er bestemt til slægt, dog kan eventuelle *Thermocyclops copepoditer* være talt med blandt *Mesocyclops*, mens de voksne individer er bestemt til art. Copepoderne er bestemt efter Kiefer (1972).

Biomasse

Dyreplanktons biomasse er i tabeller angivet i mg våd vægt. Biomasse af de enkelte arter af rotatorier og crustacæer er beregnet efter længde/vægt relationer (Bottrell et al. 1976). Ved omregninger fra volumen eller tørvægtsværdier er anvendt en vægtfylde på 1 og en tørvægt på 10% af våd vægt.

Fra hver prøvetagningsdato måles længde og eventuelt bredde på et antal individer;

hvis muligt 10 individer af ciliater, rotatorier og copepoder, mens der hos cladocererne måles på et større antal individer afhængig af populationens størrelsesvariation.

Biomassen beregnes ud fra gennemsnit af de individuelle biomasseværdier og populationens størrelse. Gennemsnit af de målte længder samt de anvendte biomassegennemsnit er angivet i bilag 10 og 11.

Da der kun findes få individer af den store rovdaphnie, *Leptodora hyalina*, og da individerne er meget store og med stor størrelsesvariation, er denne art ikke medtaget i dyreplanktons biomasse.

Dyreplanktons fødeoptagelse er den mængde af føde, det totale dyreplankton indtager pr. dag. Dyreplanktons fødeoptagelse er angivet i $\mu\text{g C/liter}$. Eftersom biomassen (våd vægt) er beregnet ud fra længde/tørvægt relationer, er biomassen i kulstof beregnet ved at antage, at kulstof udgør 50% af dyrets tørvægt. Dyrets biomasse i kulstof udgør således 5% af dyrets biomasse i våd vægt.

Dyreplanktons fødeoptagelse er beregnet på grundlag af skønnede forhold mellem fødeoptagelse og biomasseenheder. De anvendte værdier af fødeoptagelsen pr. dag i % af dyrets biomasse er for ciliater 500% pr. dag, rotatorier 200% pr. dag og for copepoder 50% pr. dag. Det skal understreges, at fødeoptagelsen er et skøn over dyrenes energikrav og kan omfatte både alger, detritus, bakterier og eventuelle byttedyr.

1.4 Beregning af tidsvægtet gennemsnit

Biomassegennemsnit i den produktive periode og i sommerperioden er beregnet som tidsvægtet gennemsnit:

$$\text{GSN} = \Sigma ((T_j \div T_{j+1}) \times (X_j + X_{j+1})/2) / \text{antal dage ialt}$$

$T_j \div T_{j+1}$ = antal dage mellem to prøvetagninger

X_j, X_{j+1} = biomasse (x) på de to prøvetagningsdage

antal dage = antal dage i den produktive periode

Der tages herved hensyn til variation i prøvetagningsintervallerne.

		TS g/kg	GT g/kg TS	TN mg N/g TS	TP µg P/g TS	Ca g/kg	Fe g/kg
Zoo 1 Furesø, åbne del	0- 2 cm	89	209	13	2030	177	11
	2- 5 cm	111	200	12	1484	180	17
	5-10 cm	145	177	11	2773	169	18
	10-20 cm	164	157	10	1986	106	18
	20-30 cm	216	123	7	859	181	19
	30-50 cm	240	121	7	830	156	30
	50 cm	245	120	8	1007	121	36
Zoo 2 Furesø, åbne del	0- 2 cm	97	193	12	2723	162	17
	2- 5 cm	121	180	10	2679	166	19
	5-10 cm	149	150	10	3145	163	19
	10-20 cm	197	121	7	1186	179	18
	20-30 cm	238	103	6	615	166	38
	30-50 cm	254	108	6	866	118	35
	50 cm	328	84	5	706	199	24
Zoo 3 Furesø, åbne del	0- 2 cm	113	170	10	3435	148	26
	2- 6 cm	139	163	9	3107	142	28
	6-10 cm	183	135	7	1375	119	40
	10-20 cm	243	100	5	770	196	29
	20-30 cm	259	101	5	780	179	36
	30-45 cm	303	83	4	556	255	26
	45-50 cm	353	67	3	599	268	20
Zoo 4 Furesø Store Kalv	0- 2 cm	384	52	3	393	325	3
	2- 5 cm	411	42	2	236	312	3
	5-10 cm	392	45	2	159	329	3
	10-20 cm	381	56	3	135	310	4
	20-30 cm	437	37	2	107	356	2
	30-50 cm	400	65	3	169	313	3
	50 cm	293	139	5	303	268	6
Zoo 5 Furesø Store Kalv	0- 2 cm	143	217	2	906	231	9
	2- 5 cm	174	209	5	910	228	8
	5-10 cm	165	218	10	910	222	8
	10-20 cm	176	215	10	769	225	9
	20-30 cm	190	230	10	772	222	10
	30-50 cm	197	223	9	947	217	9
	50 cm	256	155	6	349	296	5
Zoo 6 Furesø Store Kalv	0- 2 cm	137	165	8	1140	255	7
	2- 5 cm	203	125	6	609	265	6
	5-10 cm	279	82	5	421	293	5
	10-22 cm	266	88	3	273	301	4
	22-30 cm	299	84	4	226	298	3
	30-50 cm	265	132	6	269	266	5
	50 cm	246	157	9	350	238	7

		OP Fase 1 µg/g TS	TP Fase 1 µg/g TS	OP Fase 2 µg/g TS	TP Fase 2 µg/g TS	OP Fase 3 µg/g TS	TP Fase 3 µg/g TS	OP Fase 4 µg/g TS	TP Fase 4 µg/g TS	TP Fase 5 µg/g TS
Zoo 1 Furesø	0- 2 cm	10	27	681	730	195	475	332	381	417
	2- 5 cm	5	14	371	419	73	234	291	330	487
	5-10 cm	12	21	1516	1556	83	224	330	373	599
	10-20 cm	8	14	1048	1067	110	225	284	323	357
	20-30 cm	2	6	292	298	23	73	238	253	229
	30-50 cm	3	9	337	343	23	53	241	254	171
	50 cm	3	7	311	315	24	52	287	296	337
Zoo 2 Furesø	0- 2 cm	11	27	1284	1304	219	638	339	421	333
	2- 5 cm	7	17	1332	1345	126	332	365	452	533
	5-10 cm	11	18	1825	1832	139	295	369	441	559
	10-20 cm	3	7	454	475	53	133	246	275	296
	20-30 cm	1	4	236	241	4	32	237	253	85
	30-50 cm	2	4	241	255	3	19	309	334	254
	50 cm	3	4	193	206	14	48	233	246	202
Zoo 3 Furesø	0- 2 cm	32	43	1949	1979	329	725	359	434	254
	2- 6 cm	12	17	1712	1716	570	810	389	469	95
	6-10 cm	3	5	617	618	20	62	337	373	317
	10-20 cm	4	5	253	258	6	22	251	280	205
	20-30 cm	4	6	295	308	5	14	267	306	146
	30-45 cm	2	4	212	219	9	29	195	217	87
	45-50 cm	4	4	258	257	8	23	196	222	93
Zoo 4 Furesø	0- 2 cm	1	2	92	95	12	56	184	218	22
	2- 5 cm	1	3	64	67	5	26	80	97	43
	5-10 cm	2	3	53	56	4	16	38	45	39
	10-20 cm	2	3	39	40	5	18	46	54	20
	20-30 cm	1	2	34	50	1	8	32	42	5
	30-50 cm	2	3	50	53	4	38	54	61	14
	50 cm	4	5	70	70	17	108	80	91	29
Zoo 5 Furesø	0- 2 cm	1	4	193	224	175	350	216	280	48
	2- 5 cm	1	5	151	175	142	281	208	254	195
	5-10 cm	1	3	141	159	141	281	208	288	180
	10-20 cm	1	3	118	136	113	240	196	249	141
	20-30 cm	2	4	159	184	74	140	200	232	212
	30-50 cm	1	4	169	184	46	103	141	162	494
	50 cm	3	5	113	113	15	47	68	79	105
Zoo 6 Furesø	0- 2 cm	2	4	230	267	212	450	148	334	85
	2- 5 cm	1	3	97	105	72	224	176	219	53
	5-10 cm	1	4	68	79	21	127	91	113	98
	10-22 cm	2	4	91	91	10	80	72	84	14
	22-30 cm	3	4	68	68	7	66	54	63	25
	30-50 cm	3	4	67	67	19	104	70	79	15
	50 cm	3	7	89	103	20	131	74	87	22

OP: PO₄-4 (orthofosfat)

TP: Total-fosfor

- FASE 1. let adsorberet P (extraheret med P-frit vand)
- FASE 2. fosfor bundet til oxideret reaktivt jern (extraheret med dithionit, BD-reagens)
- FASE 3. fosfor bundet til aluminium og ler mineralpartikler (NaOH ekstraktion)
- FASE 4. fosfor bundet til calcium (HCl ekstraktion)
- FASE 5. residual fosfor eller organisk bundet P.

		TS g/kg	GT g/kg TS	TN mg N/g TS	TP µg P/g TS	Ca g/kg	Fe g/kg
Zoo 1 Søndersø	0- 2 cm	77	237	13	1192	186	19
	2- 5 cm	83	236	15	1101	184	18
	5-10 cm	93	230	13	1127	193	18
	10-20 cm	126	194	11	858	205	20
	20-30 cm	171	149	9	927	222	20
	30-50 cm	220	153	8	825	200	22
	50-70 cm	191	234	12	1361	153	37
Zoo 2 Søndersø	0- 2 cm	83	232	14	2084	190	21
	2- 5 cm	102	233	13	1750	194	20
	5-10 cm	170	150	7	851	207	21
	10-20 cm	175	170	9	976	199	30
	20-30 cm	150	248	12	985	141	18
	30-50 cm	161	276	13	1472	156	42
	50 cm	187	226	11	3077	178	45
Zoo 3 Søndersø	0- 2 cm	80	228	14	2580	183	13
	2- 6 cm	93	221	13	2297	169	14
	6-10 cm	125	194	12	1822	208	15
	10-20 cm	145	172	10	1093	212	13
	20-30 cm	204	133	7	596	208	16
	30-50 cm	200	219	11	779	141	31
	50 cm	199	232	11	796	157	37
Zoo 1 Bagsværd Sø	0- 2 cm	37	390	18	1459	76	23
	2- 5 cm	59	354	20	1106	126	16
	5-10 cm	59	339	19	1657	141	16
	10-20 cm	66	347	21	1163	140	16
	20-30 cm	87	337	19	855	96	15
	30 cm	173	225	10	420	45	8
Zoo 2 Bagsværd Sø	0- 2 cm	48	356	20	1329	75	25
	2- 5 cm	69	357	18	740	50	22
	5-10 cm	78	347	16	637	50	21
	10-20 cm	84	366	17	682	42	23
	20 cm	95	403	17	627	73	18
Zoo 3 Bagsværd Sø	0- 2 cm	24	330	19	1375	58	22
	2- 5 cm	55	349	20	1322	97	22
	5-10 cm	61	310	17	1220	114	21
	10-20 cm	71	347	19	934	73	25
	20-30 cm	94	345	19	846	52	23
	30 cm	95	407	20	896	128	19

		OP Fase 1 µg/g TS	TP Fase 1 µg/g TS	OP Fase 2 µg/g TS	TP Fase 2 µg/g TS	OP Fase 3 µg/g TS	TP Fase 3 µg/g TS	OP Fase 4 µg/g TS	TP Fase 4 µg/g TS	TP Fase 5 µg/g TS
Zoo 1 Sønder sø	0- 2 cm	26	72	135	198	84	321	232	268	333
	2- 5 cm	22	72	135	187	68	292	216	257	293
	5-10 cm	4	12	118	157	56	263	226	271	424
	10-20 cm	2	8	86	119	31	157	243	280	294
	20-30 cm	3	5	137	153	14	63	213	240	466
	30-50 cm	3	5	193	203	15	42	193	213	362
	50-70 cm	2	5	239	264	19	51	218	241	800
Zoo 2 Sønder sø	0- 2 cm	4	22	133	195	64	349	255	296	1222
	2- 5 cm	2	8	105	132	45	220	247	290	1100
	5-10 cm	2	6	84	104	16	76	204	234	431
	10-20 cm	2	5	148	156	17	58	207	232	525
	20-30 cm	2	6	159	178	21	59	223	254	488
	30-50 cm	3	6	256	281	16	51	220	246	888
	50 cm	4	8	267	274	6	23	230	261	2511
Zoo 3 Sønder sø	0- 2 cm	5	17	151	187	77	328	230	265	1783
	2- 6 cm	3	13	135	142	62	257	219	253	1632
	6-10 cm	1	6	111	112	34	168	215	258	1275
	10-20 cm	2	7	118	126	24	108	223	255	597
	20-30 cm	1	5	156	164	13	46	209	234	147
	30-50 cm	2	7	172	185	20	47	230	256	284
	50 cm	3	6	206	215	15	38	206	231	306
Zoo 1 Bagsværd Sø	0- 2 cm	18	33	260	340	155	404	257	281	401
	2- 5 cm	22	32	407	427	68	182	161	176	289
	5-10 cm	37	53	404	423	86	222	439	459	502
	10-20 cm	31	49	371	402	61	185	170	178	349
	20-30 cm	11	24	379	401	25	106	173	213	111
	30 cm	5	11	172	179	23	60	87	96	74
Zoo 2 Bagsværd Sø	0- 2 cm	18	32	178	220	117	316	239	272	489
	2- 5 cm	9	19	147	157	58	139	153	169	256
	5-10 cm	11	20	130	150	40	103	141	153	211
	10-20 cm	8	18	174	200	37	96	128	139	229
	20 cm	7	18	287	301	54	112	173	180	16
Zoo 3 Bagsværd Sø	0- 2 cm	19	34	243	279	145	179	242	269	614
	2- 5 cm	19	38	255	263	119	291	276	278	447
	5-10 cm	26	46	301	340	92	220	266	287	327
	10-20 cm	14	31	193	232	57	155	189	201	315
	20-30 cm	7	20	305	324	35	100	154	173	229
	30 cm	13	26	306	325	43	109	165	181	255

OP: PO₄-4 (orthofosfat)

TP: Total-fosfor

FASE 1. let adsorberet P (extraheret med P-frit vand)

FASE 2. fosfor bundet til oxideret reaktivt jern (extraheret med dithionit, BD-reagens)

FASE 3. fosfor bundet til aluminium og ler mineralpartikler (NaOH ekstraktion)

FASE 4. fosfor bundet til calcium (HCl ekstraktion)

FASE 5. residual fosfor eller organisk bundet P.

FURESØ 1991		Tilløb 1000 m ³							Afløb/tab 1000 m ³					
Måned:	Fiskebæk	Dumpedal	Vejlesø	K Stavnsø	Separat	Fælles	Umålt op.	Nedbør	Ialt	Fordamp.	Afløb	Tab ialt	Diff.	Diff. %
Jan.	549	121	129	140	14,3	27,8	66,6	452	1500	91,4	2025	2116	-617	-41,11
Feb.	484	66	75	140	9,3	17,9	43	292	1127	126,4	861	987	140	12,42
Marts	434	69	62	140	4,8	9,3	22,2	151	892	304,8	579	884	9	0,97
April	321	31	70	140	13,7	26,6	63,8	433	1099	591,5	557	1149	-49	-4,48
Maj	429	88	102	140	12,5	24,3	58,2	395	1249	1001,3	1004	2005	-756	-60,53
Juni	513	69	197	140	42,3	82,1	196,8	1336	2576	771	1625	2396	180	7,00
Juli	557	48	80	140	14	27,2	65,1	442	1373	1247,4	954	2201	-828	-60,28
Aug.	351	26	78	140	16,7	32,4	77,6	527	1249	978,8	651	1630	-381	-30,50
Sep.	311	26	101	140	23,9	46,3	110,9	753	1512	605,1	477	1082	430	28,45
Okt.	348	23	54	140	10,7	20,8	49,9	339	986	298	589	887	99	10,00
Nov.	303	51	104	140	19,4	37,5	90	611	1356	102,7	596	699	657	48,48
Dec.	485	57	96	140	16,4	31,8	76,2	517	1420	56,4	1516	1572	-153	-10,77
Ialt:	5085	674	1147	1682	198	383,8	920,2	6247	16337	6174,8	11434	17609	-1272	-7,78

FURESØ 1991

Måned:	Tilløb				Kg TP		Atmosf./ Nedbør	Ialt	Kg TP	
	Fiskebæk	Dumpedal	Vejlesø	K Stavnsb.	Separat	Fælles			Afløb	Retention %
Jan.	132	16	38	28	11	41	37	330	530	-60,4
Feb.	115	7	20	28	7	26	24	242	236	2,5
Marts	90	7	16	28	4	14	12	186	138	25,9
April	45	3	21	28	10	39	36	189	133	29,7
Maj	62	10	38	28	10	35	33	236	241	-2,1
Juni	102	9	80	28	32	120	111	498	397	20,3
Juli	206	7	29	28	11	40	37	369	221	40,1
Aug.	71	5	30	28	13	47	44	244	172	29,4
Sep.	106	5	46	28	18	68	62	338	130	61,6
Okt.	150	4	34	28	8	30	28	288	174	39,6
Nov.	112	14	52	28	15	55	51	338	217	35,8
Dec.	140	10	45	28	12	46	43	338	550	-62,6
Ialt:	1331	97	449	333	150	560	518	3597	3139	12,7

FURESØ 1991

Måned:	Tilløb				Kg TN		Atmosf./ Nedbør	Ialt	Kg TN	
	Fiskebæk	Dumpedal	Vejlesø	K Stavnsb.	Separat	Fælles			Afløb	Retention %
Jan.	562	223	244	4490	115	151	1360	8460	1965	77
Feb.	522	109	107	4490	74	98	879	6996	839	88
Marts	465	94	73	4490	38	51	453	6414	548	91
April	209	29	119	4490	110	145	1304	6743	570	92
Maj	222	85	191	4490	101	132	1190	7368	828	89
Juni	298	110	283	4490	341	447	4024	10743	1378	87
Juli	772	66	108	4490	113	148	1332	7551	1013	87
Aug.	196	34	106	4490	134	176	1587	7006	751	89
Sep.	251	32	169	4490	192	252	2267	7936	475	94
Okt.	267	30	132	4490	86	113	1020	6388	511	92
Nov.	258	78	251	4490	156	204	1842	7833	541	93
Dec.	441	70	229	4490	132	173	1559	7714	1613	79
Ialt:	4463	960	2012	53879	1592	2090	18817	91151	11032	88

Vandkemidata fra Furesø i sommerperioden 1991 på station 1644.

Dato	Dagsnr.	Dybde meter	Ammonium-N mg/l	Nitrat-N mg/l	Tot-N mg/l	Ortho-P mg/l	Tot-P mg/l
13.06.91	164	Epi.	0,13	0,22	0,88	0,21	0,24
		12	0,17	0,23	0,87	0,25	0,26
		17	0,22	0,24	0,95	0,30	0,33
		23	0,28	0,24	1,00	0,37	0,40
		29	0,29	0,23	1,00	0,37	0,40
		33	0,30	0,25	1,00	0,38	0,42
27.06.91	178	Epi.	0,03	0,18	0,79	0,19	0,22
		10	0,13	0,23	0,81	0,22	0,24
		16	0,18	0,32	0,97	0,34	0,35
		22	0,20	0,33	1,20	0,38	0,38
		28	0,33	0,29	1,10	0,53	0,55
		34	0,43	0,24	1,20	0,65	0,67
11.07.91	192	Epi.	<0,01	0,04	0,83	0,10	0,19
		5	0,01	0,13	0,59	0,19	0,23
		12	0,01	0,74	0,79	0,24	0,27
		19	<0,01	1,10	1,10	0,37	0,41
		26	<0,01	1,10	1,10	0,47	0,50
		33	<0,01	1,20	1,20	0,59	0,64
01.08.91	213	Epi.	<0,01	<0,01	0,94	0,16	0,24
		14	<0,01	0,52	0,93	0,29	0,31
		19	<0,01	0,61	1,00	0,46	0,48
		24	<0,01	0,63	1,00	0,57	0,58
		29	0,05	0,60	1,10	0,63	0,63
		34	0,11	0,56	1,10	0,62	0,64
08.08.91	220	Epi.	0,01	<0,01	1,20	0,15	0,26
		12	<0,01	0,55	0,96	0,31	0,32
		17	<0,01	0,60	0,98	0,41	0,43
		23	0,01	0,62	1,00	0,55	0,55
		29	0,06	0,58	1,00	0,60	0,61
		34	0,09	0,58	1,10	0,61	0,61
22.08.91	234	Epi.	0,01	0,03	1,20	0,17	0,26
		15	<0,01	0,58	1,00	0,41	0,45
		20	0,02	0,65	1,20	0,55	0,57
		25	0,09	0,53	1,10	0,59	0,61
		30	0,21	0,49	1,20	0,64	0,66
		35	0,31	0,44	1,20	0,70	0,72
10.09.91	253	Epi.	0,03	0,08	0,92	0,19	0,26
		14	0,06	0,54	1,00	0,42	0,44
		19	0,08	0,53	1,10	0,55	0,55
		25	0,28	0,34	1,10	0,72	0,75
		30	0,37	0,29	1,20	0,81	0,81
		35	0,58	0,69	1,30	1,01	1,04
25.09.91	268	Epi.	0,04	0,07	0,71	0,19	0,24
		16	0,13	0,41	1,20	0,54	0,57
		21	0,17	0,39	1,00	0,61	0,65
		25	0,33	0,26	1,00	0,73	0,74
		30	0,63	0,04	1,10	0,97	1,01
		35	0,80	<0,01	1,30	1,10	1,14
03.10.91	276	Epi.	0,09	0,12	0,85	0,21	0,25
		18	0,17	0,27	0,99	0,41	0,43
		23	0,32	0,30	1,00	0,69	0,69
		27	0,46	0,15	1,10	0,84	0,84
		31	0,70	<0,01	1,20	1,03	1,05
		35	0,74	<0,01	1,30	1,10	1,12

FURESØ-----St.-1644-----1971-1974

Årstal	1971	1972	1973	1974
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Sø vandet

Sigtdybde - sommer (1/5-30/9)

Sigtdybde gns	(m)	2,44	2,14	2,33
Sigtdybde max	(m)	3,60	4,40	3,40
Sigtdybde min	(m)	1,30	1	1,40

Fosfor - sommer (1/5-30/9)

Total P gns	(mgP/l)	0,310
Total P max	(mgP/l)	0,540
Total P min	(mgP/l)	0,270

Ortho-P gns	(mgP/l)	
Ortho-P max	(mgP/l)	
Ortho-P min	(mgP/l)	

Part. P (Ptot-PP04)

Part. P gns	(mgP/l)	
Part. P max	(mgP/l)	
Part. P min	(mgP/l)	

Nitrogen - sommer (1/5-30/9)

Total N gns	(mgN/l)	
Total N max	(mgN/l)	
Total N min	(mgN/l)	

NO2+NO3-N gns	(mgN/l)	0,200
NO2+NO3-N max	(mgN/l)	0,520
NO2+NO3-N min	(mgN/l)	0,090

NH4-N gns	(mgN/l)	0,080
NH4-N max	(mgN/l)	0,130
NH4-N min	(mgN/l)	0,040

Opl.uorg.-N gns	(mgN/l)	0,280
Opl.uorg.-N max	(mgN/l)	0,560
Opl.uorg.-N min	(mgN/l)	0,160

Part. N (Ntot-Opl.uorg.-N)

Part. N gns	(mgN/l)	
Part. N max	(mgN/l)	
Part. N min	(mgN/l)	

Part.N/Part.P - sommer (1/5-30/9)

Part.N/Part.P gns	
Part.N/Part.P max	
Part.N/Part.P min	

FURESØ-----St.-1644-----1975-1978

Årstal	1975	1976	1977	1978
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Søvandet

Sigtdybde - sommer (1/5-30/9)

Sigtdybde gns	(m)	2,20	1,61	2,19	2,84
Sigtdybde max	(m)	5,60	2,20	3,50	5,20
Sigtdybde min	(m)	0,70	1,10	1,20	1,40

Fosfor - sommer (1/5-30/9)

Total P gns	(mgP/l)	0,570	0,540	0,430	0,300
Total P max	(mgP/l)	0,690	0,620	0,570	0,340
Total P min	(mgP/l)	0,520	0,490	0,390	0,250
Ortho-P gns	(mgP/l)	0,500		0,360	0,250
Ortho-P max	(mgP/l)	0,600		0,380	0,300
Ortho-P min	(mgP/l)	0,460		0,340	0,200
Part. P (Ptot-PP04)					
Part. P gns	(mgP/l)	0,070		0,070	0,050
Part. P max	(mgP/l)	0,140		0,110	0,070
Part. P min	(mgP/l)	0,020		0,030	0,030

Nitrogen - sommer (1/5-30/9)

Total N gns	(mgN/l)	0,84	0,89	0,91	1,15
Total N max	(mgN/l)	1,29	1,71	1,55	1,37
Total N min	(mgN/l)	0,45	0,46	0,58	0,88
NO2+NO3-N gns	(mgN/l)	0,110		0,050	0,190
NO2+NO3-N max	(mgN/l)	0,350		0,120	0,620
NO2+NO3-N min	(mgN/l)	0,010		0,005	0,020
NH4-N gns	(mgN/l)	0,040		0,040	0,050
NH4-N max	(mgN/l)	0,120		0,170	0,130
NH4-N min	(mgN/l)	0,010		0,005	0,005
Opl.uorg.-N gns	(mgN/l)	0,150		0,090	0,240
Opl.uorg.-N max	(mgN/l)	0,400		0,270	0,750
Opl.uorg.-N min	(mgN/l)	0,030		0,010	0,060
Part. N (Ntot-Opl.uorg.-N)					
Part. N gns	(mgN/l)	0,69		0,82	0,91
Part. N max	(mgN/l)	0,89		1	1,06
Part. N min	(mgN/l)	0,25		0,58	0,62

Part.N/Part.P - sommer (1/5-30/9)

Part.N/Part.P gns		9,9		11,7	18,2
Part.N/Part.P max		29,5		19,3	28,7
Part.N/Part.P min		4,2		9,1	15,1

FURESØ-----St.-1644-----1983-1987

Årstal	1983	1984	1985	1987
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Sø Vandet

Sigtdybde - sommer (1/5-30/9)

Sigtdybde gns	(m)	2,48	2,38	2,69	3,02
Sigtdybde max	(m)	3,70	2,40	4,30	4,10
Sigtdybde min	(m)	1,10	2	1,70	1,30

Fosfor - sommer (1/5-30/9)

Total P gns	(mgP/l)	0,140	0,130	0,140	0,130
Total P max	(mgP/l)	0,180	0,170	0,180	0,190
Total P min	(mgP/l)	0,110	0,050	0,110	0,100

Ortho-P gns	(mgP/l)	0,090	0,080	0,100	0,100
Ortho-P max	(mgP/l)	0,120	0,130	0,160	0,130
Ortho-P min	(mgP/l)	0,070	0,030	0,070	0,060

Part. P (Ptot-PPO4)

Part. P gns	(mgP/l)	0,050	0,050	0,040	0,030
Part. P max	(mgP/l)	0,080	0,060	0,050	0,060
Part. P min	(mgP/l)	0,020	0,020	0,020	0,020

Nitrogen - sommer (1/5-30/9)

Total N gns	(mgN/l)	0,95	0,96	1,11	0,99
Total N max	(mgN/l)	1,24	1,21	1,50	1,60
Total N min	(mgN/l)	0,53	0,71	0,76	0,64

NO2+NO3-N gns	(mgN/l)	0,140	0,140	0,170	0,240
NO2+NO3-N max	(mgN/l)	0,470	0,280	0,600	0,470
NO2+NO3-N min	(mgN/l)	0,005	0,010	0,020	0,070

NH4-N gns	(mgN/l)	0,050	0,050	0,050	0,060
NH4-N max	(mgN/l)	0,130	0,280	0,140	0,140
NH4-N min	(mgN/l)	0,020	0,005	0,010	0,020

Opl.uorg.-N gns	(mgN/l)	0,190	0,190	0,220	0,300
Opl.uorg.-N max	(mgN/l)	0,500	0,650	0,630	0,500
Opl.uorg.-N min	(mgN/l)	0,030	0,030	0,030	0,100

Part. N (Ntot-Opl.uorg.-N)

Part. N gns	(mgN/l)	0,76	0,77	0,89	0,69
Part. N max	(mgN/l)	0,99	0,96	1,27	1,20
Part. N min	(mgN/l)	0,48	0,42	0,46	0,26

Part.N/Part.P - sommer (1/5-30/9)

Part.N/Part.P gns		15,2	15,4	22,3	23
Part.N/Part.P max		27	29	54	60
Part.N/Part.P min		6,9	0	15,3	4,3

FURESØ-----St.-1644-----1988-1991

Årstal		1988	1989	1990	1991
Vandkemi & fysiske målinger i Søvand					
Sigtdybde - sommer (1/5-30/9)					
Sigtdybde gns	(m)	3,18	2,25	2,22	2,36
Sigtdybde max	(m)	6,30	4,70	5,10	6,30
Sigtdybde min	(m)	2,10	1	0,75	0,80
Fosfor - sommer (1/5-30/9)					
Total P gns	(mgP/l)	0,120	0,090	0,130	0,240
Total P max	(mgP/l)	0,300	0,120	0,180	0,260
Total P min	(mgP/l)	0,080	0,070	0,100	0,190
Ortho-P gns	(mgP/l)	0,080	0,030	0,080	0,170
Ortho-P max	(mgP/l)	0,270	0,070	0,140	0,210
Ortho-P min	(mgP/l)	0,030	0,010	0,040	0,100
Part. P (P _{tot} -PPO ₄)					
Part. P gns	(mgP/l)	0,040	0,060	0,050	0,070
Part. P max	(mgP/l)	0,060	0,090	0,090	0,110
Part. P min	(mgP/l)	0,030	0,040	0,020	0,030
Nitrogen - sommer (1/5-30/9)					
Total N gns	(mgN/l)	0,79	0,92	0,86	0,92
Total N max	(mgN/l)	1,40	1,10	1,20	1,20
Total N min	(mgN/l)	0,44	0,81	0,64	0,71
NO ₂ +NO ₃ -N gns	(mgN/l)	0,150	0,080	0,090	0,100
NO ₂ +NO ₃ -N max	(mgN/l)	0,580	0,310	0,320	0,240
NO ₂ +NO ₃ -N min	(mgN/l)	0,005	0,005	0,005	0,005
NH ₄ -N gns	(mgN/l)	0,050	0,060	0,030	0,030
NH ₄ -N max	(mgN/l)	0,130	0,180	0,120	0,130
NH ₄ -N min	(mgN/l)	0,005	0,005	0,005	0,005
Opl.uorg.-N gns	(mgN/l)	0,200	0,140	0,120	0,130
Opl.uorg.-N max	(mgN/l)	0,700	0,340	0,440	0,350
Opl.uorg.-N min	(mgN/l)	0,010	0,030	0,010	0,010
Part. N (N _{tot} -Opl.uorg.-N)					
Part. N gns	(mgN/l)	0,59	0,78	0,74	0,79
Part. N max	(mgN/l)	0,86	0,95	1,08	1,19
Part. N min	(mgN/l)	0,16	0,49	0,37	0,48
Part.N/Part.P - sommer (1/5-30/9)					
Part.N/Part.P gns		14,8	13	14,8	11,3
Part.N/Part.P max		23,3	16,2	49,5	19,3
Part.N/Part.P min		4	8,9	10,8	8,8

FURESØ-----St.-1644-----1971-1974

Årstal	1971	1972	1973	1974
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Søvet

Klorofyl-A - sommer (1/5-30/9)

Klorofyl-A gns (µg/l)

Klorofyl-A max (µg/l)

Klorofyl-A min (µg/l)

Øvrige Variable - sommer (1/5-30/9)

pH	gns	8,19		
----	-----	------	--	--

Alkalinitet gns (mmol/l)

Susp.stof gns (mgTS/l)

SiO₂-Si gns (mgSi/l)COD (filtr) gns (mgO₂/l)COD gns (mgO₂/l)

Alle variable år (01/01-31/12)

pH	gns	8,15		
----	-----	------	--	--

Total-P gns (mgP/l) 0,36

PO₄-P gns (mgP/l)

Total-N gns (mgN/l)

NO₂+NO₃-N gns (mgN/l) 0,24NH₄-N gns (mgN/l) 0,06

Alkalinitet gns (mmol/l)

Susp. stof. gns (mgTS/l)

SiO₂-Si gns (mgSi/l)COD (filtr) gns (mgO₂/l)COD gns (mgO₂/l)

Klorofyl-A gns (µg/l)

Sigtdybde	gns (m)	2,39	2,55	2,45
-----------	---------	------	------	------

Alle Variable - vinter (1/12-31/3)

Total-P gns (mgP/l)

PO₄-P gns (mgP/l)

Total-N gns (mgN/l)

NO₂+NO₃-N gns (mgN/l)NH₄-N gns (mgN/l)

pH gns

Alkalinitet gns (mmol/l)

Susp.stof gns (mgTS/l)

SiO₂-Si gns (mgSi/l)COD (filtr) gns (mgO₂/l)COD gns (mgO₂/l)

Klorofyl-A gns (µg/l)

Sigtdybde gns (m)

FURESØ-----St.-1644-----1975-1978

Årstal	1975	1976	1977	1978
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Søvandet

Klorofyl-A - sommer (1/5-30/9)

Klorofyl-A gns	(µg/l)	34	22	15
Klorofyl-A max	(µg/l)	52	51	51
Klorofyl-A min	(µg/l)	17	3	1

Øvrige Variable - sommer (1/5-30/9)

pH	gns	8,80		
Alkalinitet	gns (mmol/l)			
Susp.stof	gns (mgTS/l)			
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)			
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)			
COD	gns (mgO ₂ /l)		43	34

Alle variable år (01/01-31/12)

pH	gns	8,30			
Total-P	gns (mgP/l)	0,60	0,65	0,44	0,31
PO ₄ -P	gns (mgP/l)	0,54		0,37	0,27
Total-N	gns (mgN/l)	0,94	0,85	1,03	1,17
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)	0,25		0,14	0,25
NH ₄ -N	gns (mgN/l)	0,05		0,12	0,05
Alkalinitet	gns (mmol/l)				
Susp. stof.	gns (mgTS/l)				
SiO ₂ -SI	gns (mgSi/l)				
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)				
COD	gns (mgO ₂ /l)			39	34
Klorofyl-A	gns (µg/l)		22	15	13
Sigtdybde	gns (m)	2,21	1,76	2,45	2,91

Alle Variable - vinter (1/12-31/3)

Total-P	gns (mgP/l)	0,60		0,52	
PO ₄ -P	gns (mgP/l)				
Total-N	gns (mgN/l)	1,23		1,24	
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)				
NH ₄ -N	gns (mgN/l)				
pH	gns				
Alkalinitet	gns (mmol/l)				
Susp.stof	gns (mgTS/l)				
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)				
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)				
COD	gns (mgO ₂ /l)				
Klorofyl-A	gns (µg/l)			4	
Sigtdybde	gns (m)	2,29		3,28	

FURESØ-----St.-1644-----1983-1987

Årstal	1983	1984	1985	1987
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Søvandet

Klorofyl-A - sommer (1/5-30/9)

Klorofyl-A gns	(µg/l)	24	11	7	11
Klorofyl-A max	(µg/l)	53	18	10	23
Klorofyl-A min	(µg/l)	1	8	2	2

Øvrige Variable - sommer (1/5-30/9)

pH	gns	8,70	8,70	8,50	8,50
Alkalinitet	gns (mmol/l)	2,49	2,52		
Susp.stof	gns (mgTS/l)				
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)	0,33	0,37		0,16
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)				
COD	gns (mgO ₂ /l)	39	29		26

Alle variable år (01/01-31/12)

pH	gns	8,20	8,40	8,30	8,30
Total-P	gns (mgP/l)	0,17	0,16	0,14	0,14
PO ₄ -P	gns (mgP/l)	0,11	0,12	0,11	0,11
Total-N	gns (mgN/l)	1,01	1,00	1,11	1,03
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)	0,27	0,31	0,21	0,28
NH ₄ -N	gns (mgN/l)	0,05	0,07	0,04	0,04
Alkalinitet	gns (mmol/l)	2,46	2,42		
Susp. stof.	gns (mgTS/l)				
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)	0,39	0,53		0,26
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)				
COD	gns (mgO ₂ /l)	39	30		25
Klorofyl-A	gns (µg/l)	17	9	8	8
Sigtdybde	gns (m)	3,11	2,83	2,79	3,23

Alle Variable - vinter (1/12-31/3)

Total-P	gns (mgP/l)
PO ₄ -P	gns (mgP/l)
Total-N	gns (mgN/l)
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)
NH ₄ -N	gns (mgN/l)
pH	gns
Alkalinitet	gns (mmol/l)
Susp.stof	gns (mgTS/l)
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)
COD	gns (mgO ₂ /l)
Klorofyl-A	gns (µg/l)
Sigtdybde	gns (m)

FURESØ-----St.-1644-----1988-1991

Årstal	1988	1989	1990	1991
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Søvandet

Klorofyl-A - sommer (1/5-30/9)

Klorofyl-A gns	(µg/l)	16	33	26	51
Klorofyl-A max	(µg/l)	25	66	54	101
Klorofyl-A min	(µg/l)	5	1	4	2

Øvrige Variable - sommer (1/5-30/9)

pH	gns	8,40	8,90	9,50	8,87
Alkalinitet	gns (mmol/l)		2,07	1,89	2
Susp.stof	gns (mgTS/l)		6,90	9	8,1
Glød.t.S.S.	gns (mg/l)			7,20	6,53
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)	0,21	0,14	0,41	0,58
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)		6,50	6,90	8,1
COD	gns (mgO ₂ /l)	28			

Alle variable år (01/01-31/12)

pH	gns	8,20	8,50	8,80	8,34
Total-P	gns (mgP/l)	0,13	0,12	0,16	0,27
PO ₄ -P	gns (mgP/l)	0,10	0,08	0,12	0,22
Total-N	gns (mgN/l)	0,89	0,97	0,97	0,93
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)	0,30	0,30	0,28	0,25
NH ₄ -N	gns (mgN/l)	0,04	0,04	0,03	0,04
Alkalinitet	gns (mmol/l)		2,16	2,04	2,04
Susp. stof.	gns (mgTS/l)		5,40	6	7,49
Glød.t.S.S.	gns (mg/l)			5,10	5,65
SiO ₂ -SI	gns (mgSi/l)	0,33	0,35	0,58	0,59
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)		4,50	4,60	4,91
COD	gns (mgO ₂ /l)	29			
Klorofyl-A	gns (µg/l)	11	19	15	29
Sigtdybde	gns (m)	4,05	3,60	3,40	3,25

Alle Variable - vinter (1/12-31/3)

Total-P	gns (mgP/l)	0,15	0,15	0,18	0,26
PO ₄ -P	gns (mgP/l)	0,13	0,13	0,15	0,24
Total-N	gns (mgN/l)	0,96	1,20	1,16	0,94
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)	0,56	0,63	0,61	0,44
NH ₄ -N	gns (mgN/l)	0,02	0,03	0,04	0,01
pH	gns	7,80	8	8	8,10
Alkalinitet	gns (mmol/l)		2,56	2,31	2,29
Susp.stof	gns (mgTS/l)		2,50	2,50	3,6
Glød.t.S.S.	gns (mg/l)				2,50
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)	0,75	0,85	0,80	1,07
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)		1,80	1,80	2,0
COD	gns (mgO ₂ /l)	26			
Klorofyl-A	gns (µg/l)	2	1	2	9
Sigtdybde	gns (m)	6,75	5,53	5,30	4,25

FURESØ-----ST.KALV-1645-----1971-1974

Årstal	1971	1972	1973	1974
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Sø Vandet

Sigtdybde - sommer (1/5-30/9)

Sigtdybde gns	(m)	1,48	1,15	0,97
Sigtdybde max	(m)	2,50	1,50	1,90
Sigtdybde min	(m)	1	0,70	0,50

Fosfor - sommer (1/5-30/9)

Total P gns	(mgP/l)	0,590	0,630	0,610
Total P max	(mgP/l)	0,700	0,770	0,940
Total P min	(mgP/l)	0,340	0,520	0,490

Ortho-P gns	(mgP/l)	0,500	0,490	0,510
Ortho-P max	(mgP/l)	0,590	0,610	0,630
Ortho-P min	(mgP/l)	0,320	0,260	0,440

Part. P (Ptot-PP04)

Part. P gns	(mgP/l)	0,090	0,140	0,100
Part. P max	(mgP/l)	0,130	0,270	0,310
Part. P min	(mgP/l)	0,020	0,070	0,030

Nitrogen - sommer (1/5-30/9)

Total N gns	(mgN/l)			
Total N max	(mgN/l)			
Total N min	(mgN/l)			

NO2+NO3-N gns	(mgN/l)	0,150	0,140	0,170
NO2+NO3-N max	(mgN/l)	0,610	0,420	0,440
NO2+NO3-N min	(mgN/l)	0,020	0,010	0,005

NH4-N gns	(mgN/l)	0,070	0,070	0,030
NH4-N max	(mgN/l)	0,170	0,180	0,100
NH4-N min	(mgN/l)	0,010	0,020	0,005

Opl.uorg.-N gns	(mgN/l)	0,220	0,210	0,200
Opl.uorg.-N max	(mgN/l)			
Opl.uorg.-N min	(mgN/l)			

Part. N (Ntot-Opl.uorg.-N)

Part. N gns	(mgN/l)			
Part. N max	(mgN/l)			
Part. N min	(mgN/l)			

Part.N/Part.P - sommer (1/5-30/9)

Part.N/Part.P gns				
Part.N/Part.P max				
Part.N/Part.P min				

FURESØ-----ST.KALV-1645-----1975-1987

Årstal	1975	1977	1978	1987
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Sø vandet

Sigtdybde - sommer (1/5-30/9)

Sigtdybde gns	(m)	1		1,44
Sigtdybde max	(m)	1,80		2
Sigtdybde min	(m)	0,60		0,90

Fosfor - sommer (1/5-30/9)

Total P gns	(mgP/l)	0,660	0,460	0,350	0,120
Total P max	(mgP/l)	0,830	0,540	0,540	0,160
Total P min	(mgP/l)	0,540	0,400	0,280	0,100
Ortho-P gns	(mgP/l)	0,540	0,360	0,280	0,070
Ortho-P max	(mgP/l)	0,600	0,420	0,320	0,120
Ortho-P min	(mgP/l)	0,440	0,310	0,240	0,050
Part. P (Ptot-PPO4)					
Part. P gns	(mgP/l)	0,120	0,100	0,070	0,050
Part. P max	(mgP/l)	0,300	0,140	0,220	0,080
Part. P min	(mgP/l)	0,050	0,070	0,020	0,030

Nitrogen - sommer (1/5-30/9)

Total N gns	(mgN/l)	0,97	0,92	1,12	0,79
Total N max	(mgN/l)	1,93	1,11	1,45	1,20
Total N min	(mgN/l)	0,54	0,62	0,80	0,49
NO2+NO3-N gns	(mgN/l)	0,050	0,030	0,120	0,040
NO2+NO3-N max	(mgN/l)	0,210	0,100	0,450	0,110
NO2+NO3-N min	(mgN/l)	0,010	0,005	0,010	0,030
NH4-N gns	(mgN/l)	0,030	0,050	0,080	0,010
NH4-N max	(mgN/l)	0,110	0,110	0,230	0,020
NH4-N min	(mgN/l)	0,010	0,010	0,005	0,005
Opl.uorg.-N gns	(mgN/l)	0,080	0,080	0,200	0,050
Opl.uorg.-N max	(mgN/l)	0,240	0,210	0,460	0,120
Opl.uorg.-N min	(mgN/l)	0,020	0,030	0,040	0,030
Part. N (Ntot-Opl.uorg.-N)					
Part. N gns	(mgN/l)	0,89	0,84	0,92	0,74
Part. N max	(mgN/l)	0,96	0,92	1,27	1,18
Part. N min	(mgN/l)	0,36	0,83	0,70	0,40

Part.N/Part.P - sommer (1/5-30/9)

Part.N/Part.P gns	7,4	8,4	13,1	14,8
Part.N/Part.P max	13,8	10,4	36	24
Part.N/Part.P min	6	7,7	10,2	5

FURESØ-----ST.KALV-1645-----1988-1991

Årstal	1988	1989	1990	1991
Vandkemi & fysiske målinger i Sø Vandet				
Sigtdybde - sommer (1/5-30/9)				
Sigtdybde gns (m)	1,45	1,24	1,34	1,03
Sigtdybde max (m)	2,10	1,85	2,50	1,70
Sigtdybde min (m)	0,80	0,70	0,45	0,65
Fosfor - sommer (1/5-30/9)				
Total P gns (mgP/l)	0,160	0,140	0,180	0,250
Total P max (mgP/l)	0,190	0,200	0,240	0,330
Total P min (mgP/l)	0,090	0,090	0,090	0,140
Ortho-P gns (mgP/l)	0,080	0,030	0,100	0,140
Ortho-P max (mgP/l)	0,100	0,070	0,170	0,200
Ortho-P min (mgP/l)	0,050	0,005	0,020	0,090
Part. P (Ptot-PP04)				
Part. P gns (mgP/l)	0,080	0,110	0,080	0,110
Part. P max (mgP/l)	0,130	0,170	0,160	0,140
Part. P min (mgP/l)	0,030	0,070	0,030	0,050
Nitrogen - sommer (1/5-30/9)				
Total N gns (mgN/l)	1	1,10	1	1
Total N max (mgN/l)	1,40	1,80	2,20	1,50
Total N min (mgN/l)	0,51	0,76	0,58	0,57
NO2+NO3-N gns (mgN/l)	0,040	0,020	0,030	0,020
NO2+NO3-N max (mgN/l)	0,370	0,060	0,170	0,230
NO2+NO3-N min (mgN/l)	0,005	0,005	0,005	0,005
NH4-N gns (mgN/l)	0,030	0,010	0,020	0,010
NH4-N max (mgN/l)	0,100	0,020	0,080	0,020
NH4-N min (mgN/l)	0,005	0,005	0,005	0,005
Opl.uorg.-N gns (mgN/l)	0,070	0,030	0,050	0,030
Opl.uorg.-N max (mgN/l)	0,380	0,070	0,250	0,240
Opl.uorg.-N min (mgN/l)	0,010	0,010	0,010	0,010
Part. N (Ntot-Opl.uorg.-N)				
Part. N gns (mgN/l)	0,93	1,07	0,95	0,97
Part. N max (mgN/l)	1,99	1,75	2,18	1,48
Part. N min (mgN/l)	0,40	0,74	0,33	0,42
Part.N/Part.P - sommer (1/5-30/9)				
Part.N/Part.P gns	11,6	9,7	11,9	8,8
Part.N/Part.P max	20	15,9	16,5	11,2
Part.N/Part.P min	6,3	7	7	6

FURESØ-----ST.KALV-1645-----1971-1974

Årstal	1971	1972	1973	1974
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Søvandet

Klorofyl-A - sommer (1/5-30/9)

Klorofyl-A gns	(µg/l)
Klorofyl-A max	(µg/l)
Klorofyl-A min	(µg/l)

Øvrige Variable - sommer (1/5-30/9)

pH	gns	9,20	8,50	8,90	8,60
Alkalinitet	gns (mmol/l)				
Susp.stof	gns (mgTS/l)				
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)				
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)				
COD	gns (mgO ₂ /l)				

Alle variable år (01/01-31/12)

pH	gns	8,20	8,40	8,40	8,30
Total-P	gns (mgP/l)	0,45	0,61	0,66	0,65
PO ₄ -P	gns (mgP/l)		0,53	0,56	0,57
Total-N	gns (mgN/l)				
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)	0,41	0,21	0,41	0,49
NH ₄ -N	gns (mgN/l)	0,06	0,08	0,19	0,10
Alkalinitet	gns (mmol/l)				
Susp. stof.	gns (mgTS/l)				
SiO ₂ -SI	gns (mgSi/l)				
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)				
COD	gns (mgO ₂ /l)				
Klorofyl-A	gns (µg/l)				
Sigtdybde	gns (m)		1,62	1,45	1,61

Alle Variable - vinter (1/12-31/3)

Total-P	gns (mgP/l)	0,54		0,66	0,69
PO ₄ -P	gns (mgP/l)			0,61	0,62
Total-N	gns (mgN/l)				
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)	0,49		0,82	1,01
NH ₄ -N	gns (mgN/l)	0,07		0,29	0,18
pH	gns	7,90		7,80	7,80
Alkalinitet	gns (mmol/l)				
Susp.stof	gns (mgTS/l)				
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)				
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)				
COD	gns (mgO ₂ /l)				
Klorofyl-A	gns (µg/l)				
Sigtdybde	gns (m)			2,25	2,45

FURESØ-----ST.KALV-1645-----1975-1987

Årstal	1975	1977	1978	1987
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Søvet

Klorofyl-A - sommer (1/5-30/9)

Klorofyl-A gns	(µg/l)	27	20	23
Klorofyl-A max	(µg/l)	35	41	37
Klorofyl-A min	(µg/l)	8	5	11

Øvrige Variable - sommer (1/5-30/9)

pH	gns	8,90		8,80
Alkalinitet	gns (mmol/l)			
Susp.stof	gns (mgTS/l)			
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)			0,20
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)			
COD	gns (mgO ₂ /l)	46	33	31

Alle variable år (01/01-31/12)

pH	gns	8,30		8,50
Total-P	gns (mgP/l)	0,65	0,46	0,35
PO ₄ -P	gns (mgP/l)	0,56	0,37	0,28
Total-N	gns (mgN/l)	1,01	0,99	1,14
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)	0,24	0,10	0,16
NH ₄ -N	gns (mgN/l)	0,05	0,03	0,06
Alkalinitet	gns (mmol/l)			
Susp. stof.	gns (mgTS/l)			
SiO ₂ -SI	gns (mgSi/l)			0,27
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)			
COD	gns (mgO ₂ /l)		42	32
Klorofyl-A	gns (µg/l)		26	25
Sigtdybde	gns (m)	1,66	1,38	2

Alle Variable - vinter (1/12-31/3)

Total-P	gns (mgP/l)	0,63
PO ₄ -P	gns (mgP/l)	0,58
Total-N	gns (mgN/l)	1,25
NO ₂ +NO ₃ -N	gns (mgN/l)	0,58
NH ₄ -N	gns (mgN/l)	0,06
pH	gns	7,70
Alkalinitet	gns (mmol/l)	
Susp.stof	gns (mgTS/l)	
SiO ₂ -Si	gns (mgSi/l)	
COD (filtr)	gns (mgO ₂ /l)	
COD	gns (mgO ₂ /l)	
Klorofyl-A	gns (µg/l)	
Sigtdybde	gns (m)	2,37

FURESØ-----ST.KALV-1645-----1988-1991

Årstal	1988	1989	1990	1991
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Sø vandet

Klorofyl-A - sommer (1/5-30/9)

Klorofyl-A gns	(µg/l)	50	58	61	72
Klorofyl-A max	(µg/l)	150	157	193	146
Klorofyl-A min	(µg/l)	10	9	7	20

Øvrige Variable - sommer (1/5-30/9)

pH	gns	8,80	9,20	9,60	9,10
Alkalinitet	gns (mmol/l)		1,96	1,92	2,01
Susp.stof	gns (mgTS/l)		14	16	15,40
Glød.t.S.S.	gns (mg/l)			12	11
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	0,24	0,23	0,54	0,90
COD (filtr)	gns (mgO2/l)		10	11	12,70
COD	gns (mgO2/l)	32			

Alle variable år (01/01-31/12)

pH	gns	8,60	8,70	9	8,60
Total-P	gns (mgP/l)	0,14	0,14	0,18	0,24
PO4-P	gns (mgP/l)	0,09	0,07	0,12	0,16
Total-N	gns (mgN/l)	1,10	1,07	0,96	0,93
NO2+NO3-N	gns (mgN/l)	0,21	0,26	0,20	0,14
NH4-N	gns (mgN/l)	0,04	0,03	0,02	0,01
Alkalinitet	gns (mmol/l)		2,14	2,08	2,09
Susp. stof	gns (mgTS/l)		10	10	15,04
Glød.t.S.S.	gns (mg/l)			8	10,82
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	0,33	0,39	0,61	0,69
COD (filtr)	gns (mgO2/l)		7	8	8,09
COD	gns (mgO2/l)	25			
Klorofyl-A	gns (µg/l)	30	29	37	44
Sigtdybde	gns (m)	2,17	2,06	2,02	1,95

Alle Variable - vinter (1/12-31/3)

Total-P	gns (mgP/l)	0,16	0,15	0,17	0,24
PO4-P	gns (mgP/l)	0,13	0,12	0,13	0,21
Total-N	gns (mgN/l)	1,06	1,41	1,09	0,93
NO2+NO3-N	gns (mgN/l)	0,56	0,64	0,59	0,37
NH4-N	gns (mgN/l)	0,04	0,03	0,03	0,01
pH	gns	7,90	8,20	8,30	8,20
Alkalinitet	gns (mmol/l)		2,61	2,58	2,08
Susp.stof	gns (mgTS/l)		6	5	3,75
Glød.t.S.S.	gns (mg/l)				2,50
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	0,84	0,85	0,75	0,80
COD (filtr)	gns (mgO2/l)		3	4,0	5,50
COD	gns (mgO2/l)	25			
Klorofyl-A	gns (µg/l)	3	2	12	13
Sigtdybde	gns (m)	4,25	3	2,54	3,06

FURESØ-----FISKEBÆK-MØLLEÅ-4000-----1989-1992

Årstal	1989	1990	1991	1992
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Tilløbet

Alle variable sommer (1/5-31/9)

pH	gns	8,30	8,10	8,50
Total-P	gns (mgP/l)	0,09	0,13	0,25
PO4-P	gns (mgP/l)	0,05	0,09	0,17
Total-N	gns (mgN/l)	0,56	0,57	0,80
COD	gns (mgO2/l)		24	27
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	0,85	1	1,31
Calcium	gns (mgCa/l)	63	61	
Jern	gns (mgFe/l)	0,06	0,06	0,10

Alle Variable år (1/1-31/12)

pH	gns	8,10	7,80	8,20
Total-P	gns (mgP/l)	0,12	0,17	0,26
PO4-P	gns (mgP/l)	0,08	0,14	0,21
Total-N	gns (mgN/l)	0,72	0,79	0,85
COD	gns (mgO2/l)		23	23
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	1,70	1,70	1,98
Calcium	gns (mgCa/l)	67	64	
Jern	gns (mgFe/l)	0,08	0,08	0,08

FURESØ-----DUMPEDALSRENDEN-4005-----1989-1992

Årstal	1989	1990	1991	1992
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Tilløbet

Alle variable sommer (1/5-31/9)

pH	gns	7,90		7,70
Total-P	gns (mgP/l)	0,17	0,35	0,17
PO4-P	gns (mgP/l)	0,07	0,15	0,10
Total-N	gns (mgN/l)	1,24	1,71	1,36
COD	gns (mgO2/l)		51	52
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	4,70	5,80	2,59
Calcium	gns (mgCa/l)	109	107	
Jern	gns (mgFe/l)	1	1,30	1,18

Alle Variable år (1/1-31/12)

pH	gns	7,80		7,60
Total-P	gns (mgP/l)	0,16	0,24	0,16
PO4-P	gns (mgP/l)	0,05	0,12	0,08
Total-N	gns (mgN/l)	1,39	1,59	1,36
COD	gns (mgO2/l)		48	51
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	4,20	4,30	2,74
Calcium	gns (mgCa/l)	100	93	
Jern	gns (mgFe/l)	1,20	1,30	1,21

FURESØ-----VEJLESØ KANAL-4010-----1989-1992

Årstal	1989	1990	1991	1992
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Tilløbet

Alle variable sommer (1/5-31/9)

pH	gns	8,30	9,10	9
Total-P	gns (mgP/l)	0,36	0,32	0,38
PO4-P	gns (mgP/l)	0,20	0,12	0,25
Total-N	gns (mgN/l)	1,54	1,92	1,43
COD	gns (mgO2/l)		50	44
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	0,74	0,79	0,93
Calcium	gns (mgCa/l)	49	48	
Jern	gns (mgFe/l)	0,18	0,10	0,09

Alle Variable år (1/1-31/12)

pH	gns	8,10	8,50	8,40
Total-P	gns (mgP/l)	0,37	0,31	0,40
PO4-P	gns (mgP/l)	0,25	0,19	0,29
Total-N	gns (mgN/l)	1,56	1,90	1,74
COD	gns (mgO2/l)		45	36
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	0,84	0,73	1
Calcium	gns (mgCa/l)	55	51	
Jern	gns (mgFe/l)	0,19	0,11	0,11

FURESØ-----FREDERIKSDAL-4015-----1976-1989

Årstal	1976	1977	1978	1989
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Afløbet

Alle variable sommer (1/5-31/9)

pH	gns				8,80
Total-P	gns (mgP/l)	0,54	0,44	0,31	0,12
PO4-P	gns (mgP/l)				0,02
Total-N	gns (mgN/l)	0,92	0,86	1,25	0,98
COD (filtr)	gns (mgO2/l)		7,90	5,40	9,30
COD	gns (mgO2/l)	43	39	31	33
SiO2-Si	gns (mgSi/l)				0,10
Calcium	gns (mgCa/l)				47
Jern	gns (mgFe/l)				0,04

Alle Variable år (1/1-31/12)

pH	gns				8,40
Total-P	gns (mgP/l)	0,55	0,47	0,35	0,13
PO4-P	gns (mgP/l)				0,07
Total-N	gns (mgN/l)	0,90	0,98	1,26	0,96
COD (filtr)	gns (mgO2/l)		7,20	5,60	5,60
COD	gns (mgO2/l)	40	35	29	29
SiO2-Si	gns (mgSi/l)				0,34
Calcium	gns (mgCa/l)				50
Jern	gns (mgFe/l)				0,04

FURESØ-----FREDERIKSDAL-4015-----1990-1993

Årstal	1990	1991	1992	1993
--------	------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i Afløbet

Alle variable sommer (1/5-31/9)

pH	gns	9,20	8,80
Total-P	gns (mgP/l)	0,16	0,25
PO4-P	gns (mgP/l)	0,07	0,17
Total-N	gns (mgN/l)	0,84	1
COD (filtr)	gns (mgO2/l)	7,70	9,90
COD	gns (mgO2/l)	29	33,30
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	0,40	
Calcium	gns (mgCa/l)	44	
Jern	gns (mgFe/l)	0,04	0,04

Alle Variable år (1/1-31/12)

pH	gns	8,60	8,40
Total-P	gns (mgP/l)	0,18	0,27
PO4-P	gns (mgP/l)	0,12	0,22
Total-N	gns (mgN/l)	0,91	0,97
COD (filtr)	gns (mgO2/l)	4,90	5,65
COD	gns (mgO2/l)	27	27,60
SiO2-Si	gns (mgSi/l)	0,60	
Calcium	gns (mgCa/l)	46	
Jern	gns (mgFe/l)	0,04	0,03

BAGSVÆRDSØ 1987 - 1991

Årstal	1987	1988	1989	1990	1991
--------	------	------	------	------	------

Vandkemi & Fysiske målinger i søvandet

Sigtdybde - sommer (1/5 - 30/9)

Sigtdybde	gns.	(m)	0,34	0,36	0,44	0,52	0,39
Sigtdybde	max.	(m)	0,50	0,55	0,50	0,80	0,55
Sigtdybde	min.	(m)	0,20	0,15	0,30	0,30	0,25

Fosfor - Sommer (1/5 - 30/9)

Total fosfor	gns.	(mg P/l)	0,19	0,28	0,24	0,24	0,24
Total fosfor	max.	(mg P/l)	0,37	0,33	0,28	0,32	0,28
Total fosfor	min.	(mg P/l)	0,11	0,16	0,16	0,16	0,18
Opløst fosfor	gns.	(mg P/l)	0,10	0,09	0,06	0,06	0,01
Opløst fosfor	max.	(mg P/l)	0,22	0,12	0,10	0,09	0,02
Opløst fosfor	min.	(mg P/l)	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01
Part. P (Ptot-PO4)	gns.	(mg P/l)	0,09	0,19	0,18	0,19	0,23
Part. P (Ptot-PO4)	max.	(mg P/l)	0,19	0,26	0,23	0,26	0,26
Part. P (Ptot-PO4)	min.	(mg P/l)	0,04	0,09	0,09	0,13	0,17

Kvælstof - sommer (1/5 - 30/9)

Total kvælstof	gns.	(mg N/l)	2,26	2,83	1,73	2,03	2,11
Total kvælstof	max.	(mg N/l)	3,10	5,60	2,10	2,50	2,70
Total kvælstof	min.	(mg N/l)	0,87	1,40	1,20	1,30	1,50
NO2+NO3-N	gns.	(mg N/l)	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01
NO2+NO3-N	max.	(mg N/l)	0,09	0,04	0,04	0,05	0,01
NO2+NO3-N	min.	(mg N/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
NH4-N	gns.	(mg N/l)	0,43	0,07	0,02	0,02	0,02
NH4-N	max.	(mg N/l)	1,40	0,31	0,05	0,05	0,04
NH4-N	min.	(mg N/l)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Opl.uorg.-N	gns.	(mg N/l)	0,48	0,08	0,03	0,04	0,03
Opl.uorg.-N	max.	(mg N/l)	1,49	0,34	0,06	0,08	0,05
Opl.uorg.-N	min.	(mg N/l)	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
Part. N (Ntot-opl.uorg N)							
Part. N	gns.	(mg N/l)	1,78	2,75	1,70	2,02	2,07
Part. N	max.	(mg N/l)	3,07	5,58	2,05	2,45	2,67
Part. N	min.	(mg N/l)	0,85	1,39	1,17	1,22	1,47

Part. N/Part. P - sommer (1/5 - 30/9)

Part. N/Part. P	gns.	19,8	14,5	9,4	10,9	9,3
Part. N/Part. P	max.	39,7	21,4	12,9	15,2	12,1
Part. N/Part. P	min.	4,6	7,3	8,3	6,1	6,1

BAGSVÆRDSØ 1987 - 1991

Årstal			1987	1988	1989	1990	1991
Vandkemi & Fysiske målinger i søvandet							
Klorofyl-a - sommer (1/5 - 30/9)							
Klorofyl-a	gns.	(ug/l)	137	113	79	94	180
Klorofyl-a	max.	(ug/l)	220	200	107	142	278
Klorofyl-a	min.	(ug/l)	48	40	49	63	86
Øvrige variable - sommer (1/5 - 30/9)							
pH	gns.		8,6	9,0	8,8	8,7	8,8
Total alkalinitet	gns.	(mmol/l)			3,36	2,41	1,54
Silicium	gns.	(mg Si/l)	0,33	0,65	1,45	1,12	0,97
Suspendereret stof	gns.	(mg TS/l)			32,3	48,8	37,6
Suspendereret stof	gns.	(mg GT/l)				31,7	30,7
Part. COD	gns.	(mg O2/l)			27	28	32
COD	gns.	(mg O2/l)	82	63			
Alle variable - vinter (1/12 - 31/3)							
Total fosfor	gns.	(mg P/l)		0,15	0,12	0,15	0,14
opløst fosfor	gns.	(mg P/l)		0,08	0,01	0,04	0,03
Total kvælstof	gns.	(mg N/l)		2,14	2,34	1,71	1,81
NO2+NO3-N	gns.	(mg N/l)		0,66	0,54	0,25	0,25
NH4-N	gns.	(mg N/l)		0,26	0,32	0,29	0,39
pH	gns.			8,9	8,3	8,4	7,6
Total alkalinitet	gns.	(mmol/l)			2,49	2,63	2,40
Silicium	gns.	(mg Si/l)		0,16	0,05	0,10	0,10
Suspendereret stof	gns.	(mg TS/l)			14,5	18,0	18,2
Suspendereret stof	gns.	(mg GT/l)				19,0	10,1
Part. COD	gns.	(mg O2/l)			8,0	17,5	15,0
COD	gns.	(mg O2/l)		47			
Klorofyl-a	gns.	(µg/l)		48	79	90	73
Sigtdybde	gns.	(m)	1,01	0,88	0,75	0,91	

Årstal		1989	1990	1991
Biologiske data				
Planteplankton - sommer (1/5 - 30/9)				
Biomasse gns. vådvægt	(mg/l)	29,52	34,64	23,45
Biomasse, < 20 µ, gns. vådvægt	(mg/l)		2,54	2,07
Biomasse, < 20 µ, gns.	%		7,3	8,8
Biomasse, 20-50 µ, gns. vådvægt	(mg/l)		2,19	1,56
Biomasse, 20-50 µ, gns.	%		6,3	6,6
Biomasse, > 50 µ, gns. vådvægt	(mg/l)		29,74	19,87
Biomasse, > 50 µ, gns.	%		85,9	84,7
Max. Biomasse vådvægt	(mg/l)	60,43	50,69	29,35
Min. Biomasse vådvægt	(mg/l)	8,72	18,78	14,38
% Blågrønalger gns. vådvægt		81,8	84,7	89
% Blågrønalger max. vådvægt		94,9	92,9	94
Blågrønalger > 10 % af biomassen	(dage)	308	365	293
Blågrønalger > 25 % af biomassen	(dage)	290,5	365	293
Blågrønalger > 50 % af biomassen	(dage)	215	365	244
Blågrønalger > 75 % af biomassen	(dage)	136	178	192
Blågrønalger > 90 % af biomassen	(dage)	62,5	28	56
Dyreplankton - Sommer (1/5 - 30/9)				
Antal, gns.	(antal/ml)	25,34	27,74	43,6
Antal Daphnia spp. gns.	(antal/ml)	0,09	0,19	0,14
Antal små cladoceer* gns.	(antal/ml)	0,31	0,71	0,37
Antal små cladoceer*/alle cladoceer	(%)	77,3	78,9	71,7
Biomasse, gns. vådvægt	(mg/l)	11,11	11,79	8,49
Hjuldyr, biomasse	(mg/l)	0,28	0,29	0,40
(uden Asplanchna)				
Daphnia spp., biomasse	(mg/l)	5,82	4,84	3,32
Bosmina spp., biomasse	(mg/l)	1,15	2,62	0,96
Andre cladoceer, biomasse	(mg/l)	1,26	1,96	0,73
små cladoceer*, biomasse	(mg/l)	2,41	4,48	1,69
små cladoceer*/alle cladoceer	%	29,3	48,0	33,7
cyclopoide copepoder, biomasse	(mg/l)	0,16	0,10	0,19
Størrelse				
Middellængde Daphnia spp.	(mm)	0,74	0,44	0,68
Middellængde Bosmina spp.	(mm)	0,39	0,29	0,38
Middellængde cladocera	(mm)	0,36	0,24	0,45
(uden rovzooplankton)				
Dyre-/planteplankton - sommer (1/5 - 30/9)				
vådvægt/vådvægt				
Total zoo-/total phytoplankton	(mg/mg)	0,38	0,34	0,36
Total zoo/ < 50 µ-phytoplankton	(mg/mg)		2,49	2,34

* små cladoceer = alle cladoceer, pånær arter af slægterne Daphnia, Polyphemus, Holopedium og rovdirene Leptodora og Bythotrephes.

Årstal	1989	1990	1991
--------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i søvandet

Sigtdybde - sommer (1/5-30/9)

Sigtdybde gns.	(m)	0,88	0,82	0,77
Sigtdybde max	(m)	1,75	1,20	1,00
Sigtdybde min	(m)	0,55	0,45	0,60

Fosfor - sommer (1/5-30/9)

Total P gns	(mgP/l)	0,08	0,08	0,07
Total P max	(mgP/l)	0,16	0,10	0,10
Total P min	(mgP/l)	0,06	0,07	0,03
Ortho-P gns	(mgP/l)	0,01	0,02	0,01
Ortho-P max	(mgP/l)	0,04	0,03	0,03
Ortho-P min	(mgP/l)	0,01	<0,01	<0,01
Part. P (P _{tot} -P _{04P})				
Part. P gns	(mgP/l)	0,07	0,07	0,06
Part. P max	(mgP/l)	0,09	0,09	
Part. P min	(mgP/l)	0,05	0,02	0,01

Nitrogen - sommer (1/5-30/9)

Total N gns	(mgN/l)	1,4	1,3	0,87
Total N max	(mgN/l)	2,6	2,0	1,10
Total N min	(mgN/l)	1,0	0,95	0,71
NO ₂ +NO ₃ -N gns	(mgN/l)	0,02	0,02	<0,01
NO ₂ +NO ₃ -N max	(mgN/l)	0,20	0,11	<0,01
NO ₂ +NO ₃ -N min	(mgN/l)	0,01	<0,01	<0,01
NH ₃ -N gns	(mgN/l)	0,05	0,05	0,01
NH ₃ -N max	(mgN/l)	0,14	0,28	0,03
NH ₃ -N min	(mgN/l)	0,01	<0,01	<0,01
Opl.uorg.-N gns	(mgN/l)	0,07	0,07	0,02
Opl.uorg.-N max	(mgN/l)	0,33	0,29	0,04
Opl.uorg.-N min	(mgN/l)	0,02	0,01	0,01
Part. N (N _{tot} -Opl.uorg-N)				
Part. N gns	(mgN/l)	1,28	1,26	0,86
Part. N max	(mgN/l)	2,57	1,71	1,09
Part. N min	(mgN/l)	0,77	0,90	0,70

Part.N/Part.P - sommer (1/5-30/9)

Part.N/Part.P gns		18,5	19,1	17,1
Part.N/Part.P max		51,4	45,0	28,0
Part.N/Part.P min		11,0	11,7	8,9

Årstal	1989	1990	1991
Vandkemi & fysiske målinger i søvandet			
Klorofyl-A - sommer (1/5-30/9)			
Klorofyl-A gns (ug/l)	51	64	44
Klorofyl-A max (ug/l)	76	110	88
Klorofyl-A min (ug/l)	15	17	14
Øvrige Variable - sommer (1/5-30/9)			
pH gns	8,4	8,4	8,5
Alkalinitet gns (mmol/l)	2,85	2,95	2,40
Susp. stof gns (mgTS/l)	15	23	21
Silikat gns (mgSi/l)	1,1	2,4	1,4
COD gns (mgO2/l)	12	16	13
Alle Variable - vinter (1/12-31/3)			
Total-P gns (mgP/l)	0,05	0,07	0,06
PO4-P gns (mgP/l)	0,01	0,01	0,01
Total-N gns (mgN/l)	0,71	1,9	0,88
NO2+NO3-N gns (mgN/l)	0,22	0,39	0,19
NH3-N gns (mgN/l)	0,12	0,37	0,04
pH gns	8,0	8,5	
Alkalinitet gns (mmol/l)	2,53	2,84	2,95
Susp. stof gns (mgTS/l)	7	11	7
Silikat gns (mgSi/l)	1,9	1,7	0,63
COD gns (mgO2/l)	6	9	4,50
Klorofyl-A gns (ug/l)	24	52	15
Sigtdybde gns (m)	1,45	1,50	
Vandkemi & fysiske målinger i søvandet			
Alle variable år (01/01-31/12)			
pH gns	8,4	8,3	8,4
Total-P gns (mgP/l)	0,07	0,07	0,05
PO4-P gns (mgP/l)	0,02	0,02	0,01
Total-N gns (mgN/l)	1,4	1,4	0,88
NO2+NO3-N gns (mgN/l)	0,09	0,14	0,08
NH3-N gns (mgN/l)	0,17	0,10	0,04
Alkalinitet gns (mmol/l)	2,58	2,65	2,50
Susp. stof. gns (mgTS/l)	11	16	14,5
Silikat gns (mgSi/l)	1,1	2,0	1,2
COD gns (mgO2/l)	8	11	11
Klorofyl-A gns (ug/l)	36	51	31
Sigtdybde gns (m)	0,99	1,16	1,25

Årstal	1989	1990	1991
--------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i tilløbet - Lillesø

Alle variable sommer (1/5-31/9)

pH gns		7,0	7,0	7,3
Total-P gns	(mgP/l)	0,58	0,65	0,36
PO4-P gns	(mgP/l)	0,26	0,27	0,24
Total-N gns	(mgN/l)	1,3	1,6	1,0
Silikat gns	(mgSi/l)	2,9	3,2	2,2
COD gns	(mgO ₂ /l)			49
Jern gns	(mgFe/l)	3,05	3,25	1,79

Alle Variable år (1/1-31/12)

pH gns		7,1	7,1	7,3
Total-P gns	(mgP/l)	0,40	0,37	0,29
PO4-P gns	(mgP/l)	0,18	0,16	0,16
Total-N gns	(mgN/l)	1,3	1,5	1,1
Silikat gns	(mgSi/l)	3,1	2,9	2,7
COD gns	(mgO ₂ /l)			46
Jern gns	(mgFe/l)	2,45	1,96	1,56

Vandkemi & fysiske målinger i tilløbet - Kirke Værløse

Alle variable sommer (1/5-31/9)

pH gns		7,0	7,1
Total-P gns	(mgP/l)	0,18	0,65
PO4-P gns	(mgP/l)	0,02	0,02
Total-N gns	(mgN/l)	3,5	3,9
Silikat gns	(mgSi/l)	8,7	10,0
COD gns	(mgO ₂ /l)		117
Jern gns	(mgFe/l)	3,0	16,20

Alle Variable år (1/1-31/12)

pH gns		7,1
Total-P gns	(mgP/l)	0,30
PO4-P gns	(mgP/l)	0,03
Total-N gns	(mgN/l)	3,7
Silikat gns	(mgSi/l)	9,6
COD gns	(mgO ₂ /l)	86
Jern gns	(mgFe/l)	7,1

Sønderød 1989-1991

Årstal	1989	1990	1991
--------	------	------	------

Vandkemi & fysiske målinger i afløbet

Alle variable sommer (1/5-31/9)

pH gns		7,2	8,1	7,8
Total-P gns	(mgP/l)	0,11	0,10	0,07
PO4-P gns	(mgP/l)	0,06	0,04	0,01
Total-N gns	(mgN/l)	0,55	1,06	0,82
Silikat gns	(mgSi/l)	0,8	4,3	
COD gns	(mgO ₂ /l)			37
Jern gns	(mgFe/l)	0,30	0,30	0,29

Alle Variable år (1/1-31/12)

pH gns		7,5	7,7	7,9
Total-P gns	(mgP/l)	0,08	0,07	0,06
PO4-P gns	(mgP/l)	0,04	0,02	0,01
Total-N gns	(mgN/l)	0,94	1,10	0,84
Silikat gns	(mgSi/l)	1,1	2,5	
COD gns	(mgO ₂ /l)			33
Jern gns	(mgFe/l)	0,26	0,17	0,17

Måned	Ll.sø	K.Værl.	Tilløb		1000 m3 Separat	Nedbør	Ialt	Fordamp		Afløb		1000 m3 Ialt	Diff. %	1000m3
			Umålt							Afløb	Afløb			
Jan.	83,0	5,4	23,4	5,20	59,0	176,0	12,0	208,0	220,0	25	43,96			
Feb.	33,8	12,1	9,6	3,36	38,1	97,0	16,5	129,0	145,5	50	48,57			
Marts	13,4	10,7	3,8	1,73	19,7	49,3	39,9	131,0	170,9	246	121,52			
April	2,6	5,2	0,7	4,98	56,5	70,0	77,3	65,3	142,6	104	72,66			
Maj	32,1	10,7	9,1	4,55	51,6	108,1	130,9	73,4	204,3	89	96,27			
Juni	90,7	13,0	25,7	15,41	174,7	319,5	100,8	83,7	184,5	-42	-135,00			
Juli	66,9	5,4	19,0	5,09	57,8	154,2	163,0	177,0	340,0	121	185,81			
Aug.	29,5	2,7	8,4	6,08	68,9	115,6	128,0	78,7	206,7	79	91,09			
Sep.	13,0	2,6	3,7	8,68	98,4	126,4	79,1	42,8	121,9	-4	-4,47			
Okt.	16,0	5,4	4,6	4,56	44,3	74,9	39,0	69,1	108,1	44	33,20			
Nov.	20,7	7,8	5,8	7,05	79,9	121,3	13,4	73,1	86,5	-29	-34,72			
Dec.	40,2	16,1	11,4	5,97	67,7	141,4	7,4	93,2	100,6	-29	-40,79			
	441,9	97,1	125,2	72,7	816,6	1553,5	807,3	1224,3	2031,6	31	478,10			

år 1989	178	53	51	51	713	1046,0	894	395	1289,0	23	243
år 1990	275	94	75	51	809	1304,0	877	495	1372,0	5	68

Måned	Ll.sø			K.Værl.	Tilløb			Nedbør	Ialt	Afløb Retention	
					Umålt	Separat	Kg Tot-N			Kg Tot-N	%
Jan.	140,0			22,0	167,0	10,4		177,7	517,1	190,0	63,26
Feb.	57,0			47,0	68,0	6,7		114,8	293,5	109,0	62,86
Marts	20,0			38,0	23,9	3,5		59,3	144,7	123,0	14,98
April	3,0			16,0	3,6	10,0		170,2	202,7	59,0	70,90
Maj	19,0			37,0	22,7	9,1		155,4	243,2	63,0	74,10
Juni	88,0			41,0	105,0	30,8		526,3	791,0	69,0	91,28
Juli	69,0			17,0	82,3	10,2		174,1	352,6	160,0	54,62
Aug.	42,0			11,0	50,1	12,1		207,6	322,8	67,0	79,24
Sep.	11,0			15,0	13,1	17,3		296,4	352,9	34,0	90,37
Okt.	15,0			20,0	17,9	7,8		133,5	194,2	55,0	71,67
Nov.	18,0			24,0	21,5	14,1		240,7	318,3	53,0	83,35
Dec.	47,0			53,0	56,1	11,9		203,9	371,9	78,0	79,03
	529,0			341,0	631,0	144,0		2460,0	4104,9	1060,0	74,18

Måned	Tilløb			Separat	Nedbør	Ialt	Afløb Retention	
	Ll.sø	K.Værl.	Umålt kg Tot-P				Kg Tot-P	%
Jan.	27,0	0,5	3,1	2,6	4,9	38,1	13,1	65,58
Feb.	8,0	1,0	0,9	1,7	3,2	14,7	4,9	66,77
Marts	2,0	1,6	0,2	0,9	1,6	6,3	5,6	11,50
April	1,0	1,1	0,1	2,5	4,7	9,4	4,5	52,04
Maj	9,0	1,7	1,0	2,3	4,3	18,3	4,9	73,18
Juni	18,0	1,8	2,1	7,7	14,5	44,0	6,5	85,23
Juli	24,0	3,6	2,7	2,5	4,8	37,7	17,5	53,54
Aug.	15,0	3,8	1,7	3,0	5,7	29,3	4,6	84,27
Sep.	5,0	1,1	0,6	4,3	8,2	19,2	2,2	88,52
Okt.	6,0	0,4	0,7	2,0	3,7	12,7	3,4	73,24
Nov.	3,0	0,5	0,3	3,5	6,6	14,0	2,3	83,55
Dec.	9,0	1,3	1,0	3,0	5,6	19,9	3,0	84,94
	127,0	18,4	14,5	36,0	67,7	263,5	72,5	72,49

