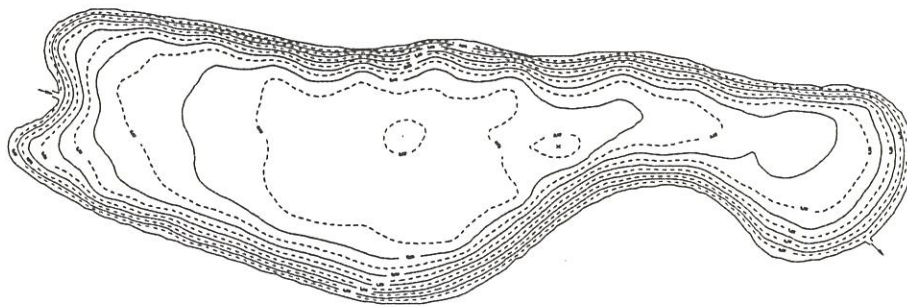




FUGLESØ TILSTAND OG UDVIKLING 1995



Titel: Fuglesø - tilstand og udvikling 1995

Serietitel: Vandmiljøovervågning nr. 27

Udgiver: Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø, Miljøafdelingen

Udgivelsesår: 1996

Rapport: Bio/consult
Bjarne Moeslund

Tryk: Frederiksborg Amt

ISBN: 87-7781-109-7

ISSN: 0906-7299

Købes hos: Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø
Miljøafdelingen, tlf.: 42 26 66 00

Pris: 50 kr.

3.2. Næringsstofbalancer 1995

Der er på baggrund af målinger i afløbet, beregnede værdier for det umålte opland og punktkilder i oplandet (Frederiksborg Amt, 1996) samt atmosfærisk deposition (20 kg N/ha/år og 0,15 kg P/ha/år (Frederiksborg Amt, 1995)) opstillet omtrentlige massebalancer for kvælstof og fosfor, se tabel 4. Bilag 1 indeholder de månedlige massebalancer for kvælstof og fosfor, og figur 7 viser variationen af de månedlige tilførsler og fraførsler af kvælstof og fosfor.

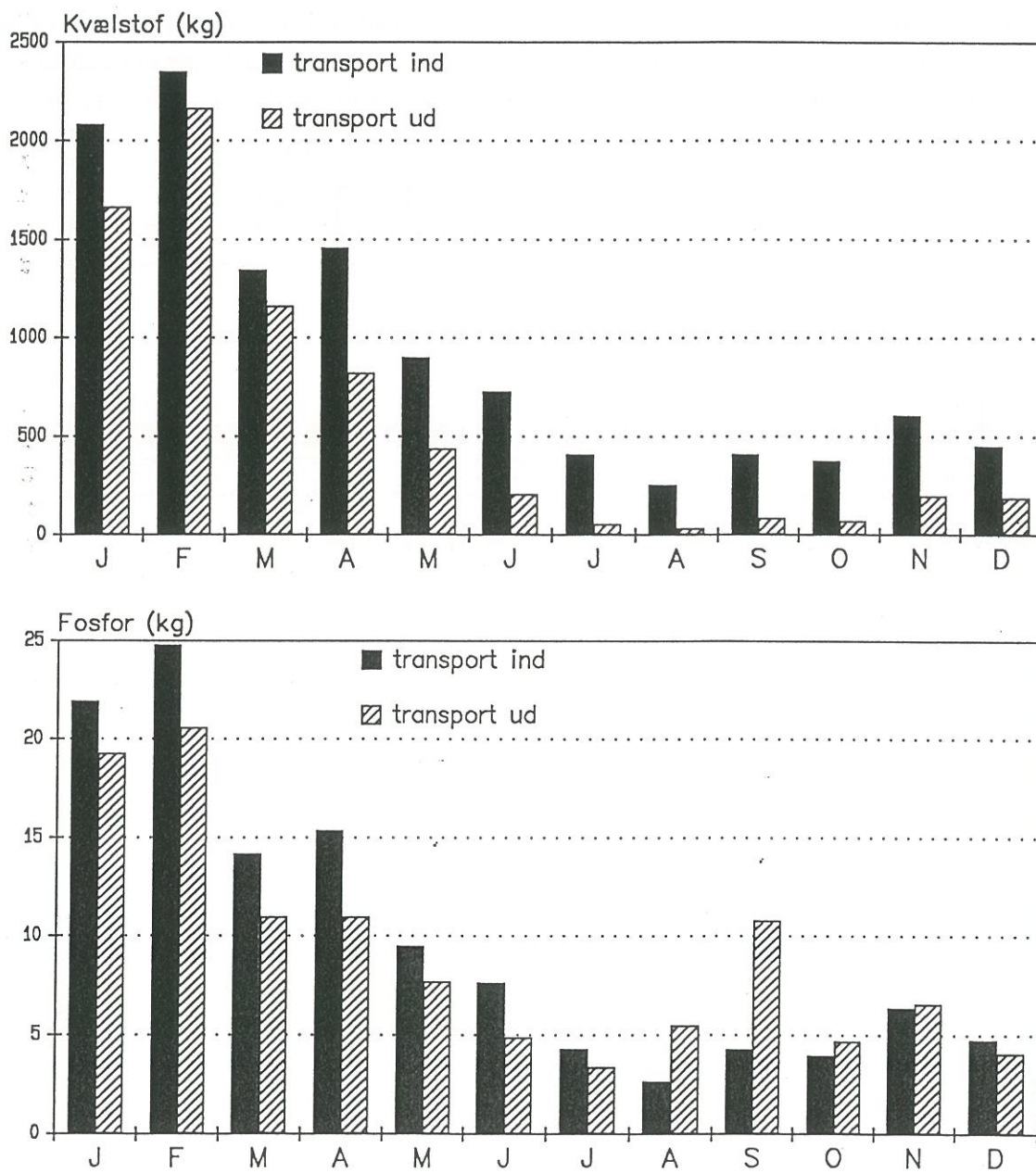
	Kvælstof (kg/år)	%	Fosfor (kg/år)	%
Spangebæk	10.198	89,6	105,00	87,7
Umålt opland	1.078	9,5	14,00	11,7
Atmosfæren	100	0,9	0,75	0,6
Samlet tilførsel	11.376	100	119,75	100
Samlet fraførsel	7.106	62,5	109,6	91,5
Tilbageholdelse + denitrifikation	4.270	37,5		
Tilbageholdelse			10,15	8,5

Tabel 4. Omtrentlige massebalancer for kvælstof og fosfor i Fuglesø 1995.

Tabel 4 viser to væsentlige forhold, nemlig 1) at 1/3 af den tilførte mængde kvælstof tilbageholdes i søen dels som følge af en stor denitrifikation og dels som følge af sedimentation, og 2) at søen kun har tilbageholdt 1/10 af den samlede fosfortilførsel.

Hovedparten af næringsstofftilførslen finder sted i årets første måneder, samtidig med at vandtilførslen er størst, se figur 7. Omvendt er næringsstofftilførslen meget ringe i sommermånederne, hvor vandtilførslen er meget ringe.

Transporterne af kvælstof viser, at der i alle måneder sker tab/tilbageholdelse af kvælstof i søen, mens transporterne af fosfor viser, at der fra midten af sommerperioden og frem til årets slutning sker en frigivelse af fosfor fra søen. Dette modvirker fosfortilbageholdelsen i årets første halvdel og bringer den samlede årlige tilbageholdelse ned på et lavt niveau.



Figur 7. Oversigt over variationen af den månedlige transport af kvælstof og fosfor til og fra Fuglesø 1995.

3.2.1. Arealspecifik næringsstofbelastning mv.

Den arealspecifikke næringsstofbelastning af Fuglesø er for 1995 beregnet til 227,5 g total-kvælstof pr. m² (623 mg/m²/dag) og 2,395 g total-fosfor pr. m² (6,561 mg/m²/dag). Sammenlignet med søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er disse værdier høje, idet kvælstofværdierne ligger nær den gennemsnitlige 75-fraktil, og fosforværdierne ligger nær den gennemsnitlige median (Jensen et al., 1995).

Den gennemsnitlige indløbskoncentration på 10,7 mg/l total-kvælstof ligger højt i forhold til gennemsnittet for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et al., 1995), mens den gennemsnitlige indløbskoncentration på 0,11 mg/l total-fosfor ligger nær den gennemsnitlige 25%-fraktil for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

De gennemsnitlige udløbskoncentrationer kan tilsvarende beregnes til 6,70 mg/l total-kvælstof og 0,103 mg/l total-fosfor. Sammenlignet med søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er kvælstofværdien høj, mens fosforværdien ligger nær den gennemsnitlige 25%-fraktil (Jensen et al., 1995). Årsagen til, at disse værdier afviger meget fra de gennemsnitlige søvandskoncentrationer, er, at der har været ringe afstrømning fra søen i de måneder, da kvælstofkoncentrationerne var lavest, og koncentrationerne af fosfor var højest.

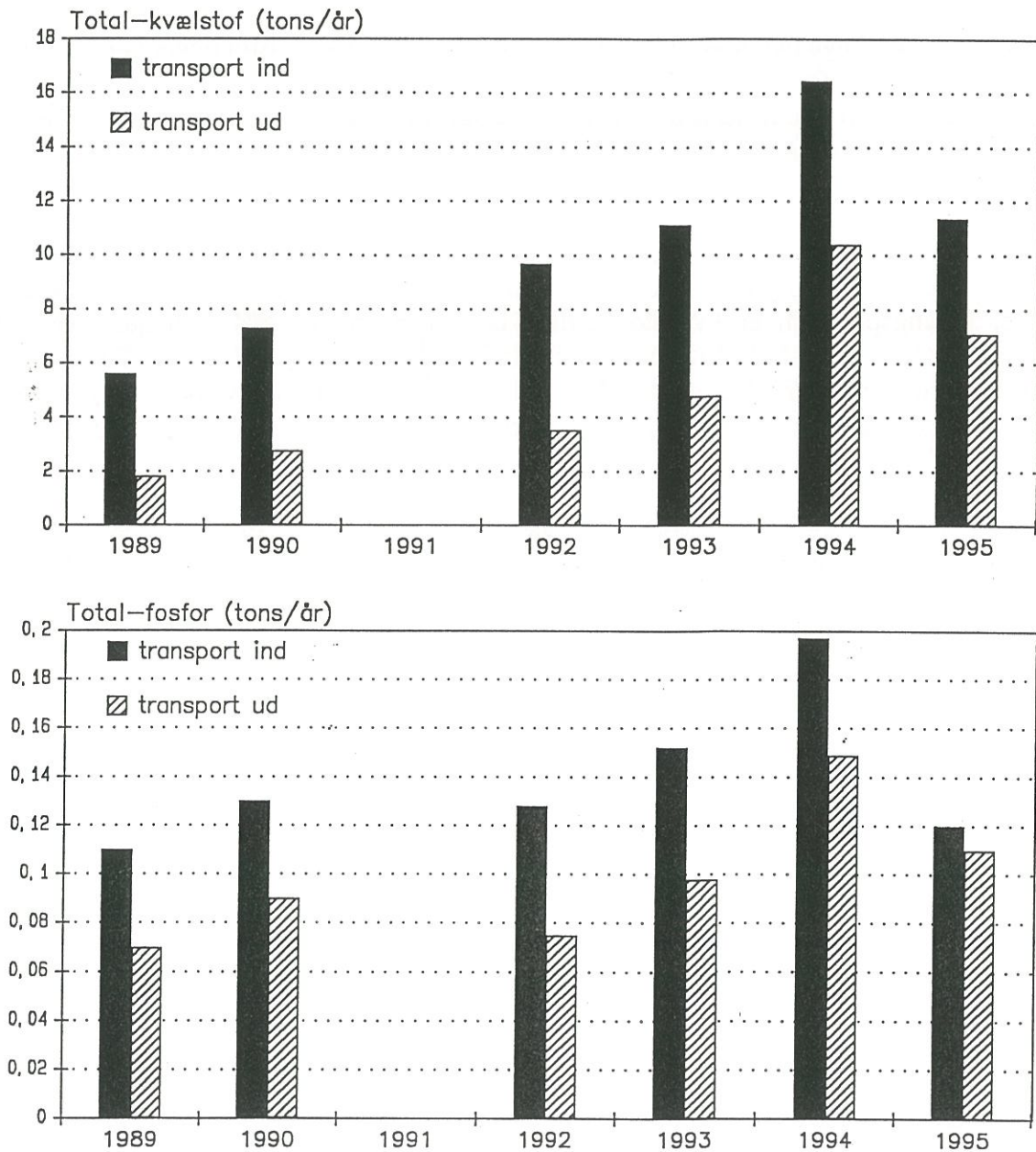
Den arealspecifikke tilbageholdelse af kvælstof er med 234 mg/m²/dag meget høj set i forhold til gennemsnittet for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et al., 1995). Omvendt er den arealspecifikke tilbageholdelse af fosfor på 0,56 mg/m²/dag lav, sammenlignet med søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et al., 1995).

Det skal dog nævnes i denne forbindelse, at Fuglesø har tilbageholdt fosfor. Mange andre af søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er ikke i stand hertil, hvorfor der på årsbasis sker tab af fosfor fra sedimentet i stedet for tilbageholdelse.

3.3. Næringsstofbalancer 1989-1995

Figur 8 viser variationen af transporten af kvælstof og fosfor til og fra Fuglesø i perioden 1989-1995. Bilag 2 indeholder en oversigt over næringsstofbalancerne i årene 1989-1995.

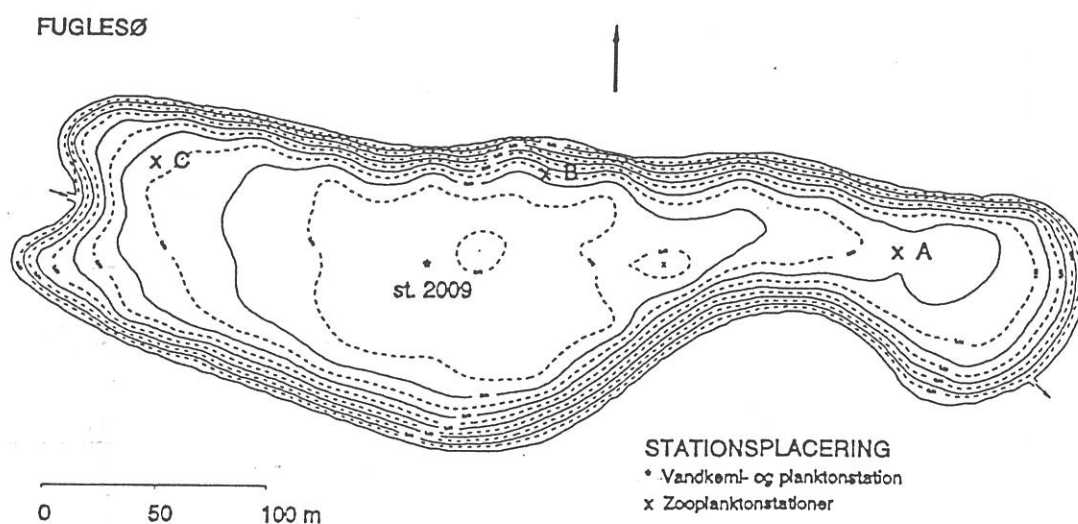
Det synes overvejende sandsynligt, at næringsstofftilførslen i vid udstrækning er bestemt af nedbøren og dermed af afstrømningen. Det kan forklares ved, at der i perioder med lille vandføring tilbageholdes næringsstoffer i vandløbet. I forbindelse med store vandføringer skylles disse næringsstoffer ud i søen, samtidig med at der sker en øget udvaskning af næringsstoffer fra oplandsarealerne.



Figur 8. Oversigt over variationen af den samlede årlige transport af kvælstof og fosfor til og fra Fuglesø 1989-1995.

4. De frie vandmasser - fysiske og kemiske forhold

De fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser er beskrevet på grundlag af 18 prøvetagningstogter i perioden februar-november. Figur 9 viser beliggenheden af prøvetagningsstationen samt stationerne for indsamling af plante- og dyreplanktonprøver.

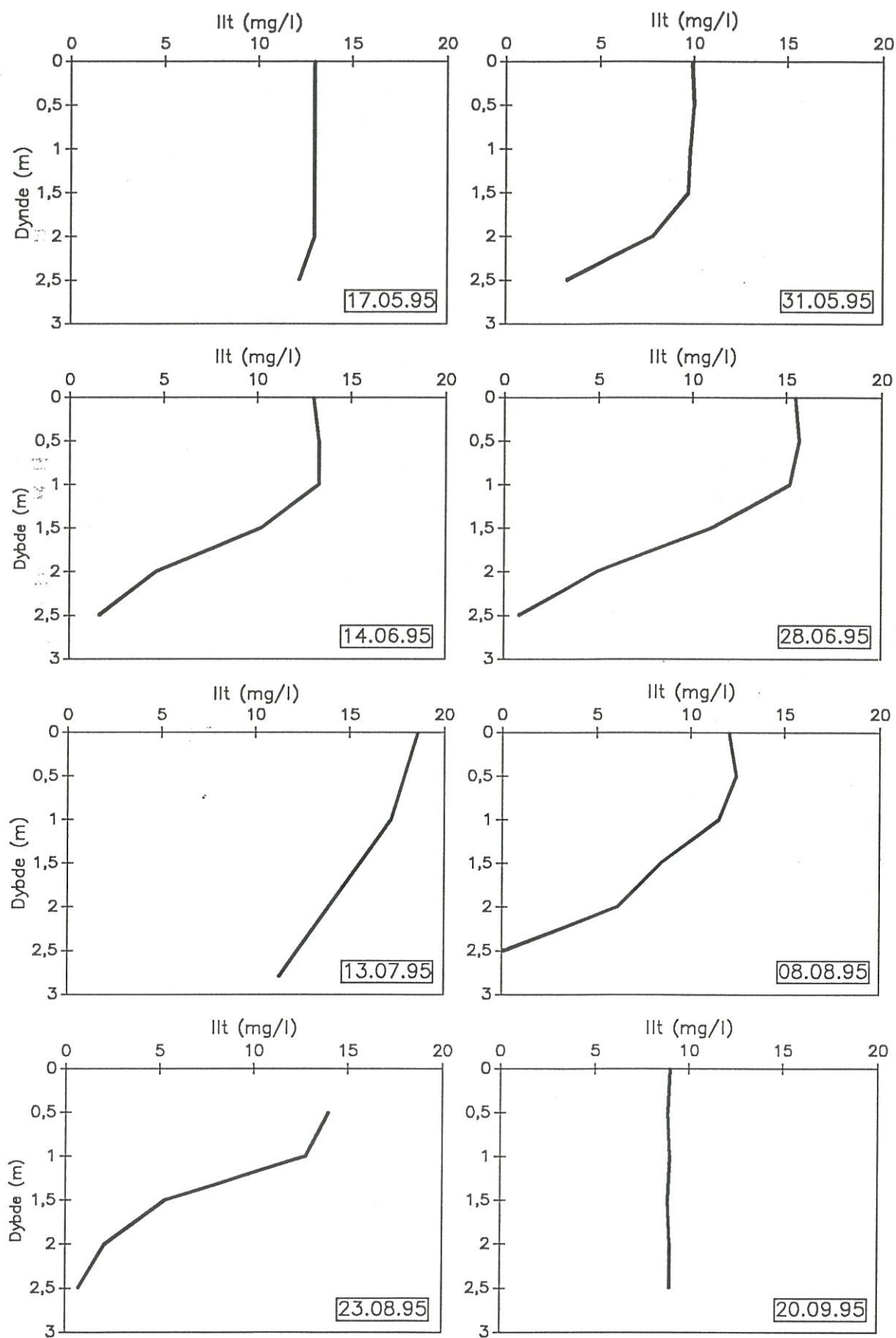


Figur 9. Oversigt over beliggenheden af prøvetagningsstationer i Fuglesø.

4.1. Status 1995

4.1.1. Ilt og temperatur

Profilmålinger viser, at der fra midt i maj sker temperaturlagdeling af vandmasserne, se figur 10. Lagdelingen, der ikke er stabil, er mest udtalt i juni og i august, da springlaget er beliggende i dybdeintervallet 1,0-1,5 meter. Lagdelingen opretholdes frem til slutningen af august, hvorefter vandmasserne igen bliver fuldt opblandede.



Figur 10. Oversigt over variationen af iltkoncentrationen ned gennem vandsøjlen på 8 prøvetagningsdage i Fuglesø i sommeren 1995.

Lagdelingen af vandmasserne skal utvivlsomt ses i relation til vandets opholdstid. I juni har opholdstiden endnu været forholdsvis kort, hvilket har modvirket lagdelingen af vandmasserne. I august har opholdstiden derimod været lang, og det har formodentlig skabt grundlag for en mere stabil lagdeling af vandmasserne.

I forbindelse med lagdelingen sker der forholdsvis hurtigt iltsvind i de bundnære vandmasser, og iltprocenten ligger meget lavt gennem en stor del af sommeren.

Lagdelingen af vandmasserne er utvivlsomt årsag til en iltsvindsbetinget frigivelse af især fosfor fra sedimentet, jf. senere.

4.1.2. Sigtdybde

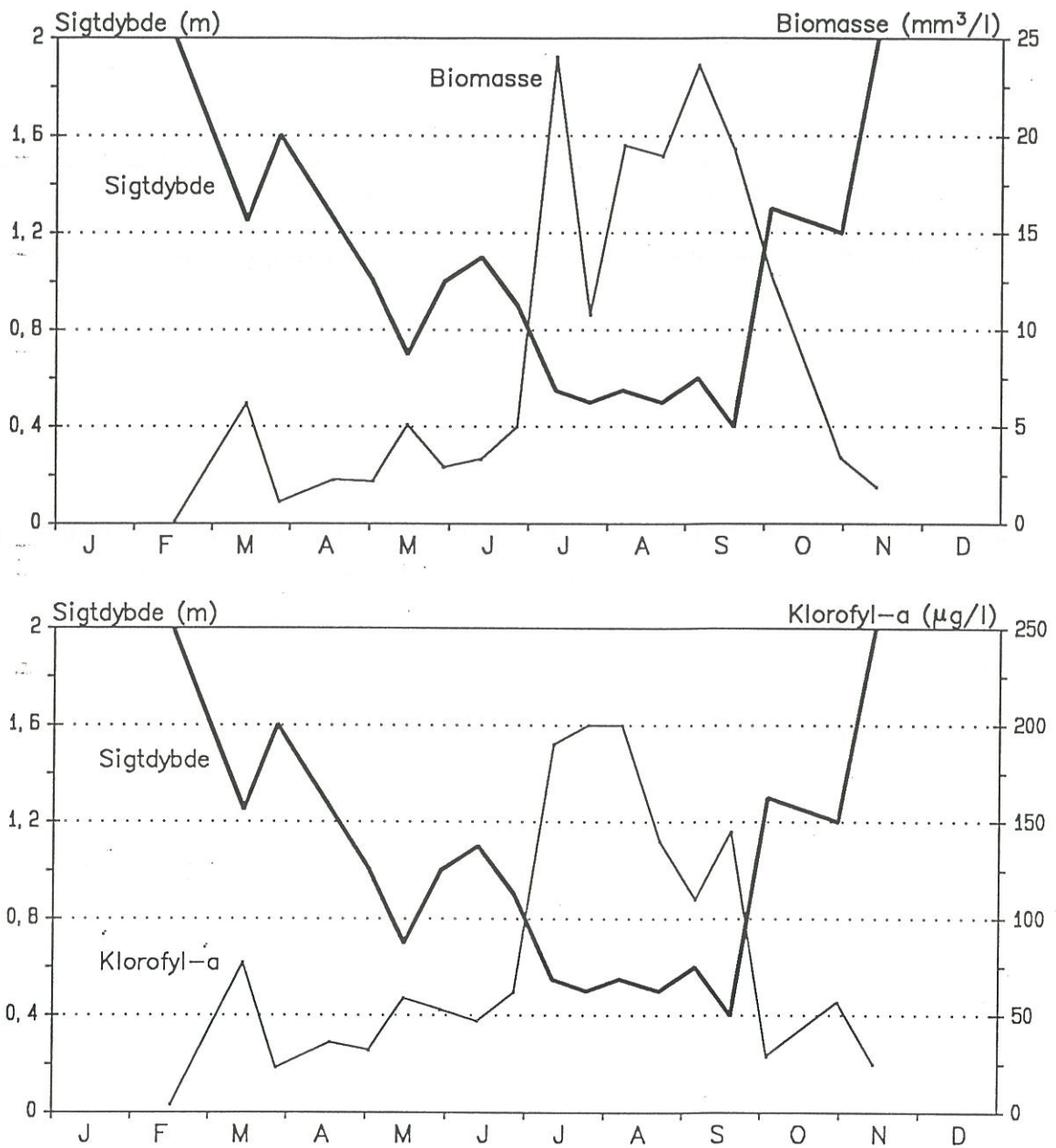
Sigtdybden i Fuglesø varierer meget i løbet af året, se figur 11.

De højeste værdier på 2 m er målt i årets første og sidste måneder, da mængden af planteplankton er mindst. De laveste sigtdybdeværdier på 0,45 m er omvendt sammenfaldende med de højeste biomasser af planteplankton.

Eftersom der er god korrelation mellem planteplanktonets biomasse og vandets indhold af klorofyl-a, se figur 12, er der også god korrelation mellem sigtdybden og vandets indhold af klorofyl-a, og det er på den baggrund indlysende, at vandets klarhed i Fuglesø i vid udstrækning er styret af mængden af planteplankton.

Det kan i den forbindelse nævnes, at Fuglesø i kraft af ringe størrelse og en meget vindbeskyttet beliggenhed ikke er særlig udsat for vinde, der kan føre til resuspension af sedimenteret slam o.l.

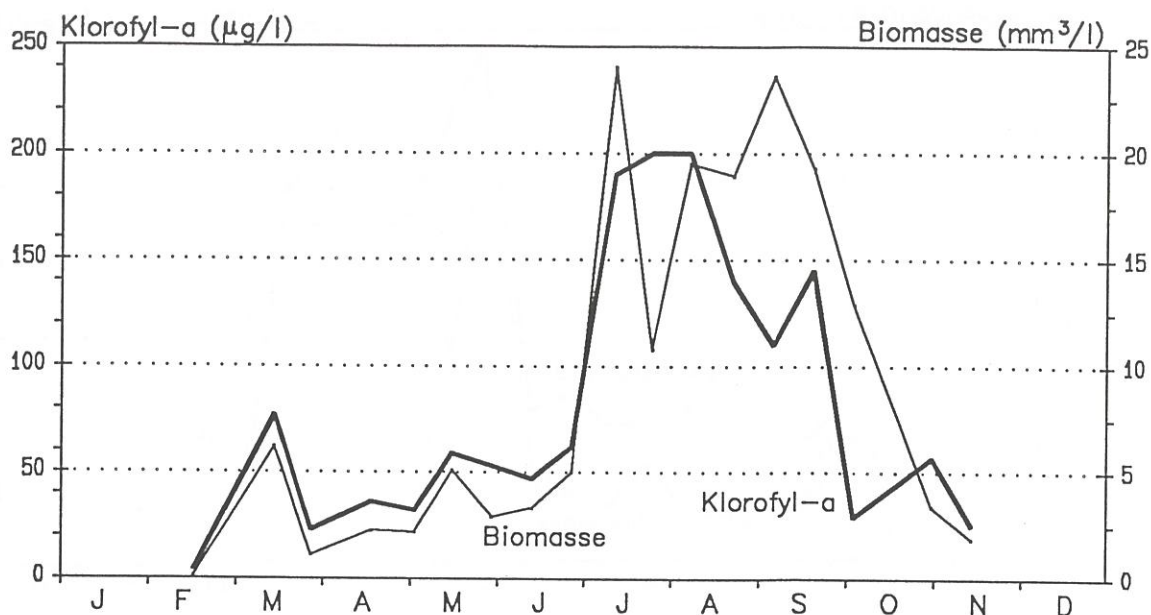
Årsmiddelsigtdybden er beregnet til 1,16 m, mens sommermiddelsigtdybden er beregnet til 0,72 m. Både års- og sommermiddelsigtdybden er lavere end den gennemsnitlige medianværdi for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for årene 1989-1994 (Jensen et al., 1995). Det betyder, at Fuglesø ligger blandt den mest uklare halvdel af søerne.



Figur 11. Oversigt over variationen af sigtgybden i Fuglesø 1995. Til sammenligning er vist variationen af planteplanktonbiomassen (øverst) og variationen af klorofyl-a koncentrationen (nederst).

4.1.3. Klorofyl-a

Koncentrationen af klorofyl-a varierer ligesom sigtgybden meget i løbet af året, se figur 12, og som allerede nævnt er variationen af klorofyl-a-indholdet i vandet nært sammenfaldende med variationerne i planteplanktonbiomassen.



Figur 12. Oversigt over variationen af klorofyl-a koncentrationen i Fuglesø 1995. Til sammenligning er vist variationen af planteplanktonbiomassen.

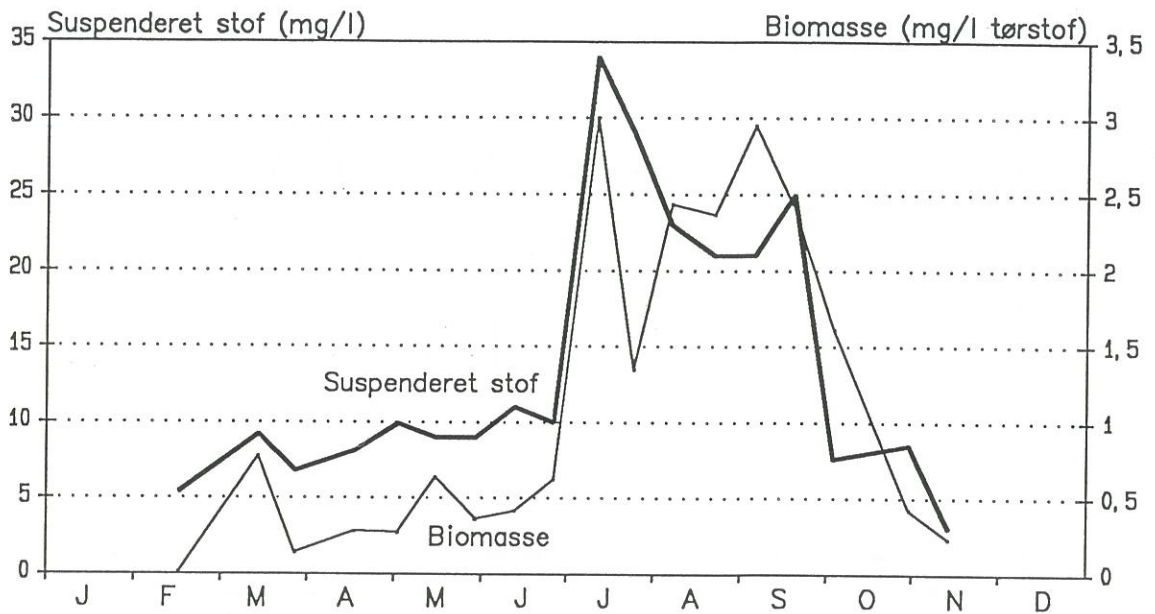
Års- og sommermiddelkoncentrationen af klorofyl-a er beregnet til 62,65 µg/l henholdsvis 112,0 µg/l. Begge disse værdier ligger noget højere end den gennemsnitlige medianværdi for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for perioden 1989-1994 (Jensen et al., 1995).

4.1.4. Suspenderet stof

Koncentrationen af suspenderet stof i Fuglesø udviser en høj grad af sammenhæng med planteplanktonbiomassen, se figur 13. Det bemærkes dog, at der er stor forskel på de talmæssige niveauer for de to variabler, hvilket indikerer, at også andre partikler end levende planteplankton bidrager til den samlede mængde partikulært stof i vandet.

Års- og sommermiddelkoncentrationen af suspenderet stof er beregnet til 10,93 mg/l henholdsvis 17,93 mg/l, og forskellen mellem de to værdier skal primært ses som et resultat af, at mængden af planteplankton er langt større i sommerhalvåret end i den resterende del af året.

Det vurderes, at vindbetinget resuspension af sediment ikke bidrager nævneværdigt til mængden af suspenderet stof i vandfasen. De høje koncentrationer af suspenderet stof skyldes snarere ophobning af dødt planteplankton (detritus mv.) i vandfasen samt muligvis også fiskenes, særlig *brasens*, oprodning af bunden.



Figur 13. Oversigt over variationen af suspenderet stof i Fuglesø 1995. Til sammenligning er vist variationen af planteplanktonbiomassen. Bemærk: biomassen er for sammenlignelighedens skyld angivet i tørvægt.

4.1.5. Kvælstof

Variationen af vandets indhold af kvælstof i Fuglesø er vist i figur 14.

Det bemærkes først og fremmest, at koncentrationniveauet for total-kvælstof er meget højt. Års- og sommermiddelværdier for total-kvælstof på 4,97 mg/l henholdsvis 3,51 mg/l placerer da også Fuglesø blandt den mest kvælstofrige fjerdedel af søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et al., 1995), for hvilke den gennemsnitlige 75%-fraktil for perioden 1989-1994 kan beregnes til 4,49 mg/l henholdsvis 3,03 mg/l.

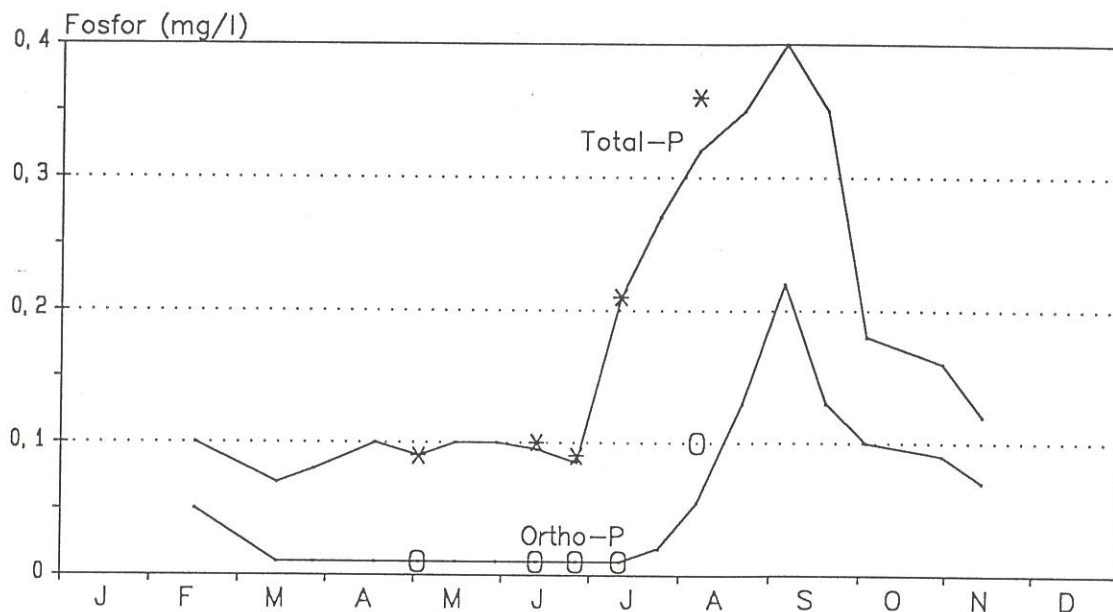
Det høje kvælstofniveau i Fuglesø skyldes primært, at søen har et stort opland og derfor er genstand for tilførsel af en relativt stor mængde kvælstofholdigt vand fra de omkringliggende landbrugsarealer.

En stor del af den samlede kvælstofmængde i vandmasserne udgøres til stadighed af nitrit + nitrat-kvælstof. På grund af den betydelige tilførsel med det indstrømmende vand falder koncentrationen af nitrit + nitrat-kvælstof kun relativt langsomt fra årets begyndelse frem til august, da den når ned på et meget lavt niveau i forbindelse med ringe tilførsel udefra. Det lave niveau opretholdes imidlertid kun kortvarigt, og allerede fra slutningen af august stiger koncentrationen igen i takt med stigende tilførsel udefra. Års- og

4.1.6. Fosfor

Variationen af vandets indhold af fosfor er vist i figur 15.

Vandets indhold af total-fosfor ligger i første halvdel af året stabilt på et niveau omkring 0,1 mg/l, men i løbet af sommeren stiger koncentrationen til et niveau på 0,4 mg/l. Denne stigning er forklaringen på, at årsmiddelkoncentrationen på 0,15 mg/l er noget lavere end sommermiddelkoncentrationen på 0,21 mg/l.



Figur 15. Oversigt over variationen af vandets indhold af fosfor i Fuglesø 1995. Hypolimnion: * = Total-P, o = $\text{PO}_4\text{-P}$.

Årsmiddelkoncentrationen ligger lidt højere end den gennemsnitlige median for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, mens sommermiddelkoncentrationen ligger noget højere end den gennemsnitlige median (Jensen et al., 1995). Begge værdier placerer Fuglesø i den mest fosforrige halvdel af søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

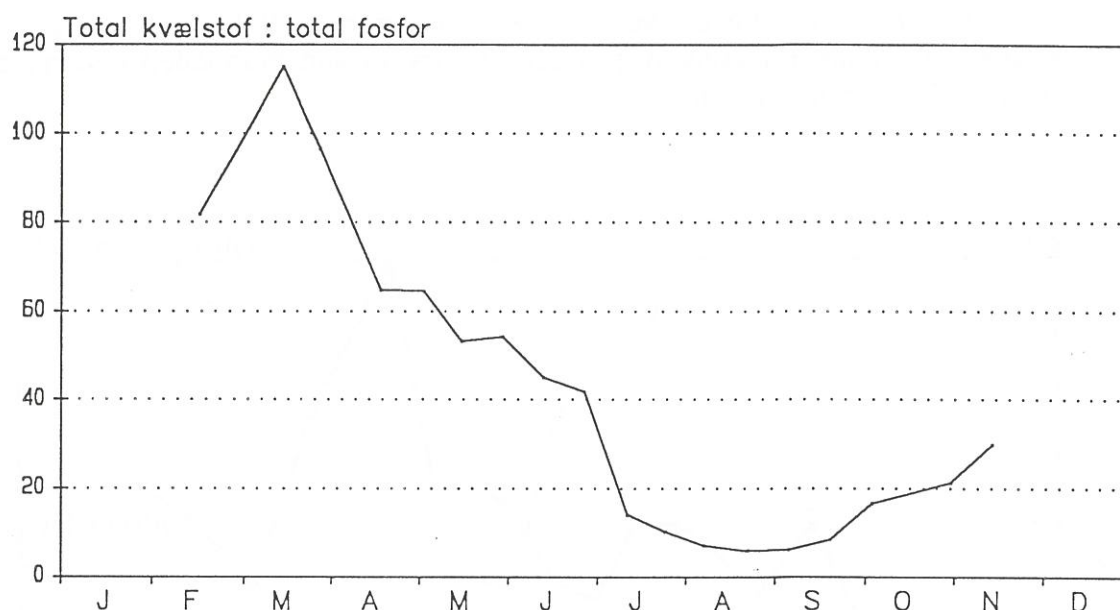
Sommerens stigning i koncentrationen af total-fosfor er sammenfaldende med en tilsvarende markant stigning i koncentrationen af ortofosfat. Stigningen finder sted, mens vandmasserne er lagdelte, og de højeste koncentrationer på mere end 0,2 mg/l nås efter den mest markante lagdeling med udtalt iltsvind i bundvandet sidst i august.

Efter maksimumniveauet først i september falder koncentrationen af ortofosfat hurtigt, men når i løbet af årets sidste måneder ikke ned på det samme lave niveau, som blev målt i første halvdel af året.

Års- og sommermiddelkoncentrationen af ortofosfat er beregnet til 0,05 mg/l, hvilket ligger nær den gennemsnitlige 75%-fraktil for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et al., 1995). Det betyder, at Fuglesø også med hensyn til ortofosfat ligger blandt de mest fosforrige af søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

4.1.7. Kvælstof-fosfor-forholdet

Variationen af kvælstof-fosfor-forholdet er vist i figur 16.



Figur 16. Oversigt over variationen af kvælstof-fosfor-forholdet (på vægtbasis) i Fuglesø 1995.

Kvælstof-fosfor-forholdet er meget tydeligt præget af forløbet af kvælstofkoncentrationen og har derfor et tidsmæssigt forløb, der har stor lighed med forløbet af kvælstofkoncentrationen. Som det ses af figur 16, er kvælstof-fosfor-forholdet næsten vedvarende meget højt, hvilket er et tydeligt udtryk for, at der i Fuglesø er et stort overskud af kvælstof i forhold til fosfor. De laveste værdier er registreret i forbindelse med kvælstofkoncentrationens sommerminimum og fosforkoncentrationens samtidige sommert maksimum, mens de højeste værdier er registreret i årets første måneder. Års- og sommerrmiddelværdierne af kvælstof-fosfor-forholdet er beregnet til 33 henholdsvis 17. Til sammenligning kan det nævnes, at forholdet mellem de samlede tilførsler af kvælstof og fosfor er ca. 95, mens forholdet mellem de samlede fraførsler er ca. 65. Forskellen skyldes dels denitrifikationen i søen, dels frigivelsen af fosfor fra sedimentet.

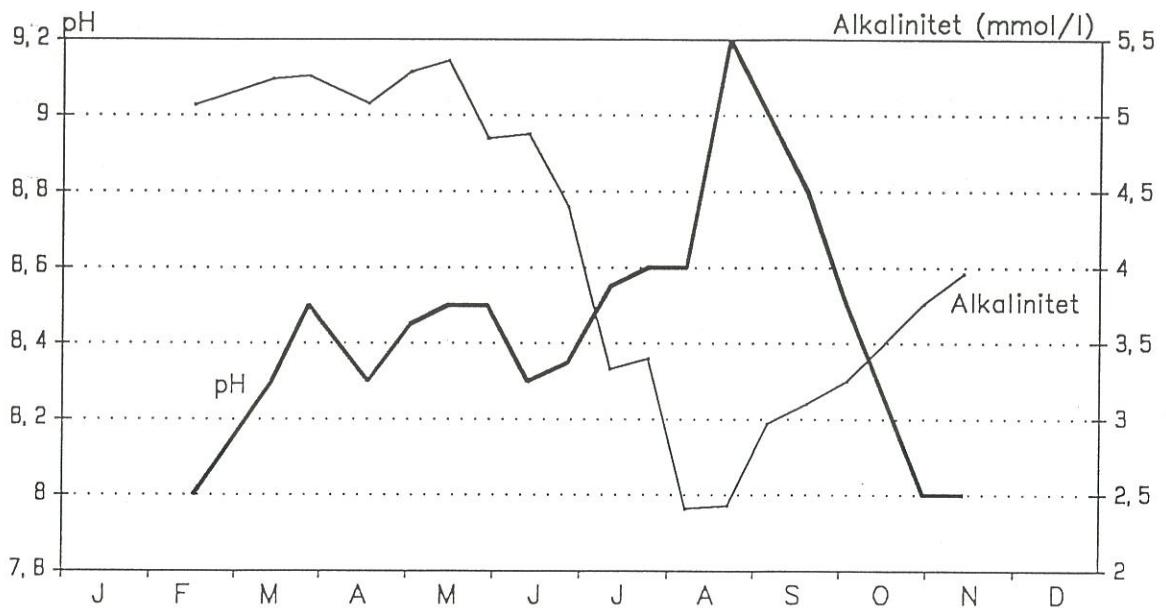
Det høje kvælstof-fosfor-forhold er en naturlig følge af, at Fuglesø ligger i et landbrugslandskab med betydelig udvaskning af kvælstof. De høje værdier betyder, at fosfor er det af de to næringsstoffer, der i hovedparten af tiden er i underskud, og dermed er det

teoretisk set begrænsende næringsstof. De høje koncentrationer af ortofosfat samtidig med planteplanktonets høje sommerbiomasser tyder dog ikke på egentlig fosformangel, og det kan ikke udelukkes, at det faktisk er kvælstof, der er begrænsende i den korte periode, hvor koncentrationen af uorganisk kvælstof ligger på et lavt niveau.

Eftersom målingerne i søen ikke beskriver fluksen af næringsstoffer, kan det ikke med sikkerhed afgøres, hvilket af de to næringsstoffer der rent faktisk virker begrænsende.

4.1.8. pH og alkalinitet

pH har i 1995 vedvarende ligget over 8,0 med maksimum på 9,2 i forbindelse med planteplanktonets sommermaksimum, se figur 17. Års- og sommermiddelværdierne er beregnet til 8,35 henholdsvis 8,66.

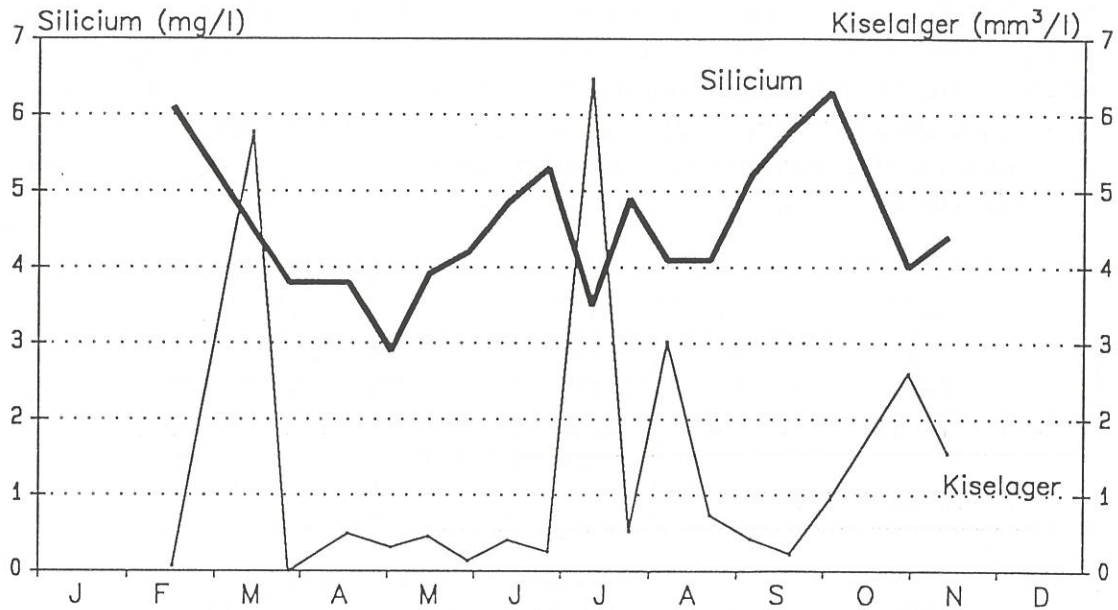


Figur 17. Oversigt over variationen af pH og alkalinitet i Fuglesø 1995.

Alkaliniteten har vedvarende ligget over 2,0 og har modsat pH haft maksimum i årets første måneder, forud for stigningen i planteplanktonbiomassen, der er årsag til et betydeligt fald i vandets indhold af CO_2 og bikarbonat. Års- og sommermiddelværdierne er beregnet til 4,27 mmol/l henholdsvis 3,75 mmol/l. Både pH- og alkalinitetsniveauet karakteriserer Fuglesø som en alkalisk sø.

4.1.9. Silicium

Variationen af vandets indhold af silicium er vist i figur 18.



Figur 18. Oversigt over variationen af vandets indhold af silicium i Fuglesø 1995. Til sammenligning er vist variationen i kiselalgebiomassen.

Koncentrationen af silicium falder hurtigt i løbet af årets første måneder, tydeligvis som følge af kiselalgernes optagelse i forbindelse med opbygningen af forårsmaksimummet. Det er dog ikke sandsynligt, at siliciummangel har været årsag til kiselalgemaksimummets bratte sammenbrud. Efter dette stiger koncentrationen af silicium gradvis igen indtil august, da den igen falder som følge af stigende kiselalgebiomasse, og først efter sammenbruddet af sommerens kiselalgemaksimum stiger koncentrationen af silicium til et væsentligt højere niveau, hvor den dog også påvirkes af variationerne af kiselalgebiomassen.

Års- og sommermiddelkoncentrationen af silicium er beregnet til 4,85 mg/l henholdsvis 4,45 mg/l, hvilke er høje værdier.

4.2. Udvikling 1989-1995

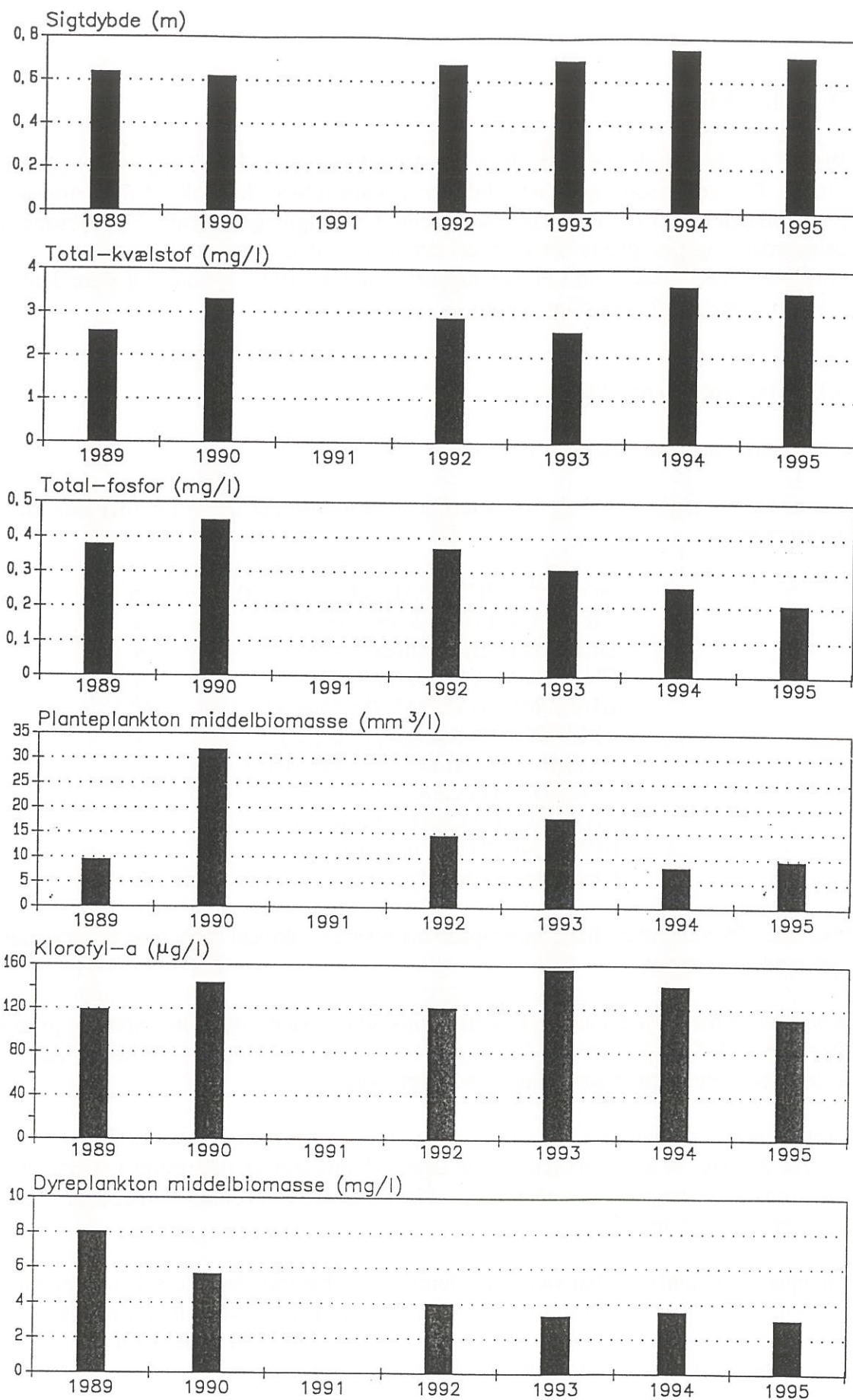
I bilag 4 findes tabeller, der viser den tidsmæssige variation af års- og sommermiddelværdier for en række vigtige tilstandsvariabler. Tabel 5 og figur 19 viser variationen af sommermiddelværdien for de vigtigste variabler i årene 1989-1995.

Sigt dybde og total-kvælstof har med få undtagelser alle ligget forholdsvis stabilt gennem hele perioden, mens koncentrationen af total-fosfor viser faldende tendens frem gennem perioden. Koncentrationen af klorofyl-a og planteplanktonbiomasse udviser en større variation, og det indikerer, at ydre faktorer som bl.a. vejrforholdene har stor betydning for, hvorledes de grundlæggende forudsætninger for planktonvækst i søen udnyttes af planteplanktonet.

	1989	1990	1992	1993	1994	1995
Sigt dybde (m)	0,64	0,62	0,68	0,70	0,75	0,72
Total-P (mg/l)	0,38	0,45	0,37	0,31	0,26	0,21
Total-N (mg/l)	2,57	3,31	2,89	2,58	3,64	3,51
Plantepl.-biomasse (mm ³ /l)**	9,58	31,82	14,71	18,22	8,34	9,68
Klorofyl (µg/l)	119,3	144,0	121,5	156,8	141,6	112,0
Dyrepl.-biomasse (mg/l)**	8,09	5,65	4,02	3,33	3,56	3,12

Tabel 5. Oversigt over variationen af sommermiddelværdierne for sigt dybde, total-fosfor, total-kvælstof og klorofyl-a i Fuglesø i årene 1987-1995. **: Plante- og dyreplanktonbiomassen er angivet som gennemsnit for perioden 1. marts - 30. oktober og er således ikke identisk med sommermiddelværdien, som ikke er beregnet.

De registrerede år-til-år-variationer og niveauerne for de enkelte variabler karakteriserer Fuglesø som en næringsrig og uklar sø med et veludviklet planteplankton.



Figur 19. Oversigt over variationen af sommermiddelværdierne for sigtdybde, total-fosfor, total-kvælstof, og klorofyl-a i Fuglesø i årene 1985-1995. Bemærk: Plante- og dyreplanktonbiomassen er angivet som gennemsnit for perioden 1. marts - 30. oktober og er således ikke identisk med sommermiddelværdien, som ikke er beregnet.

5. Plankton

Plante- og dyreplanktonet i Fuglesø er i 1995 beskrevet på grundlag af 18 prøvetagninger. Prøvetagninger og oparbejdningsarbejder er gennemført i henhold til forskrifterne for planktonundersøgelser i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Undersøgelsens primærdata og beregnede værdier er sammen med en kortfattet kommentering og vurdering præsenteret i en særskilt rapport "Fuglesø 1995. Plante- og dyreplankton" (Miljøbiologisk Laboratorium, 1996).

5.1. Planteplankton 1995

5.1.1. Artssammensætning og biomasse

Der er i 1995 registreret i alt 109 arter/identifikationstyper inden for følgende klasser og grupper:

-	NOSTOCOPHYCEAE (blågrønalger)	25
-	CRYPTOPHYCEAE (rødkalger)	5
-	DINOPHYCEAE (furealger)	4
-	CHRYSOPHYCEAE (gulalger)	4
-	DIATOMOPHYCEAE (kiselalger)	12
-	TRIBOPHYCEAE (gulgrønalger)	1
-	PRYMNESIOPHYCEAE (stilkalger)	1
-	PRASINOPHYCEAE	1
-	CHLOROPHYCEAE (grønalger)	50
-	EUGLENOPHYCEAE (øjealger)	4
-	Ubestemte og fåtallige arter	2

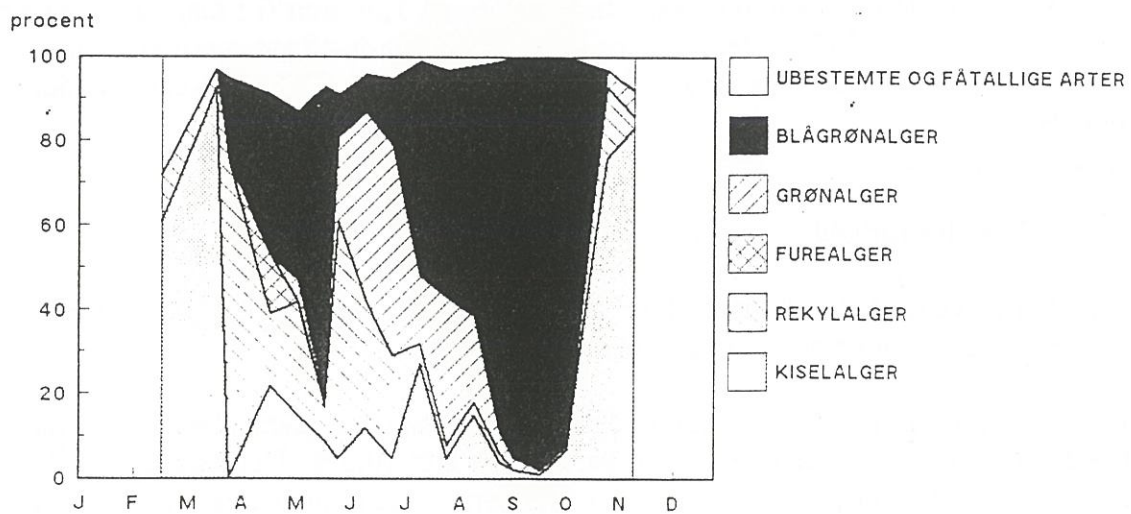
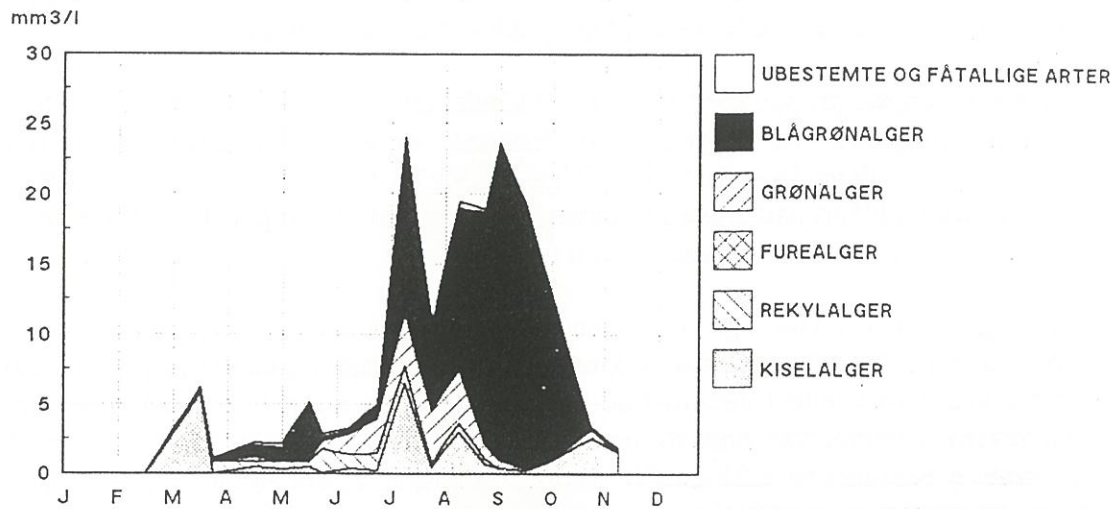
Med kun 109 arter/identifikationsgrupper må planteplanktonet i Fuglesø karakteriseres som moderat artsrigt.

Grønalgerne har med 50 arter/identifikationsgrupper været den mest artsrige gruppe, efterfulgt af blågrønalgerne og kiselalgerne. Samtlige øvrige grupper har til sammen rummet omtrent samme antal arter som blågrønalgerne.

Planteplanktonets biomasse har i 1995 varieret inden for intervallet 0,11-24,04 mm³/l, se figur 20. Det er karakteristisk, at de højeste biomasser er registreret i perioden fra midt sommer til begyndelsen af oktober. Planteplanktonets sommermiddelbiomasse er beregnet til 12,56 mm³/l.

Planteplanktonbiomassen har været helt domineret af blågrønalger, idet de i hovedparten af året har udgjort 66% og i sommerperioden 71% af den samlede biomasse. Blågrønalgerens sommermiddelbiomasse er beregnet til 8,80 mm³/l, svarende til ca. 70% af den samlede planteplanktons sommermiddelbiomasse.

Blågrønalgebiomassen har året igennem været domineret af *Microcystis* spp., og i sommerperioden har denne slægt alene udgjort 88% af den samlede blågrønalgebiomasse. Blandt de øvrige blågrønalger udgjorde *Rhabdoderma* spp. i maj ca. 35% af den samlede blågrønalgebiomasse.



Figur 20. Oversigt over variationen af planteplanktonbiomassen i Fuglesø 1995.

Den næstvigtigste gruppe har i 1995 været grønalgerne, som i perioden juli til primo august havde et forholdsvis langt maksimum med en biomasse på ca. 3,8 mm³/l, svarende til maksimum 35% af den samlede biomasse. Det langvarige maksimum var domineret af *Dictyosphaerium* spp., men derudover har følgende arter og grupper haft mængdemæssig betydning i 1995: *Chlamydomonas* spp., *Carteria* spp. og chlorococcale grønalger. Grønalgernes sommermiddelbiomasse er beregnet til 1,64 mm³/l, svarende til 13% af det samlede planteplanktons sommermiddelbiomasse. På årsbasis har grønalgernes andel af den samlede planteplanktonbiomasse været noget lavere.

Den tredievigtigste gruppe har i 1995 været kiselalgerne, som i forbindelse med forårets maksimum udgjorde 93% af den samlede biomasse, og som i slutningen af året udgjorde 84% af den samlede biomasse. Kiselalgerne havde årsmaksimum midt i juli (6,48 mm³/l), men da blågrønalgerne også havde årsmaksimum i den periode, blev kiselalgernes andel af den samlede biomasse kun ca. 27%.

I forårsperioden var kiselalgebiomassen domineret af små, centriske arter, og i efterårsperioden var kiselalgebiomassen domineret af mellemstore, centriske arter. Desuden har der været betydelig forekomst af de trådformede arter *Aulacoseira granulata* og *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* gennem hele året. Kiselalgernes sommermiddelbiomasse er beregnet til 1,21 mm³/l, svarende til 10% af det samlede planteplanktons sommermiddelbiomasse. På årsbasis har kiselalgernes andel af den samlede biomasse været noget højere, primært fordi de har haft et stort biomassemaksimum uden for sommerperioden.

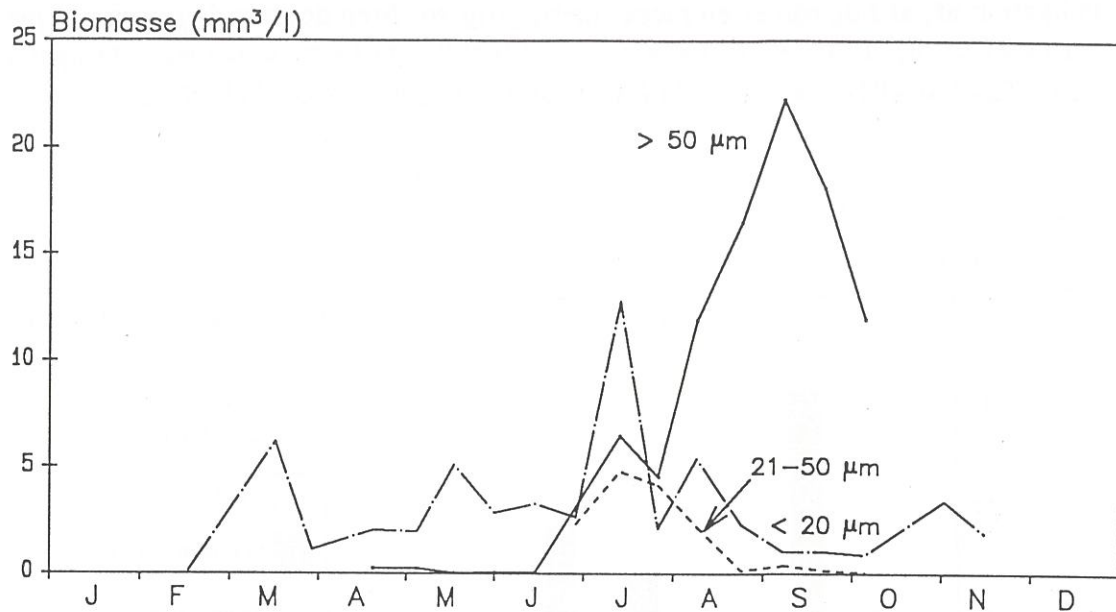
Blandt de øvrige klasser og grupper har kun rekyalgerne udgjort en større del af biomassen, og de har med en maksimumbiomasse på 1,64 mm³/l i maj været oppe på at udgøre mere end 56% af den samlede biomasse. Men deres sommermiddelbiomasse har med 0,67 mm³/l kun udgjort ca. 5% af det samlede planteplanktons sommermiddelbiomasse.

5.1.2. Størrelsesforhold

Som konsekvens af den fuldstændige dominans af blågrønalger har planteplanktonet generelt været domineret af store former.

Former < 20 µm har således udgjort 29,2% af det samlede planteplanktons sommermiddelbiomasse, og former 21-50 µm har udgjort kun 10,3%. Det betyder, at 61,5% af den samlede planteplanktonbiomasse i sommerperioden har bestået af store former > 50 µm, som har været potentielt utilgængelige som føde for dyreplanktonet.

Figur 21 viser sæsonvariationen af de tre størrelsesgrupper af planteplankton i 1995.



Figur 21. Oversigt over variationen af de tre størrelsesgrupper af planteplankton (<20 µm, 21-50 µm og >50 µm) i Fuglesø 1995.

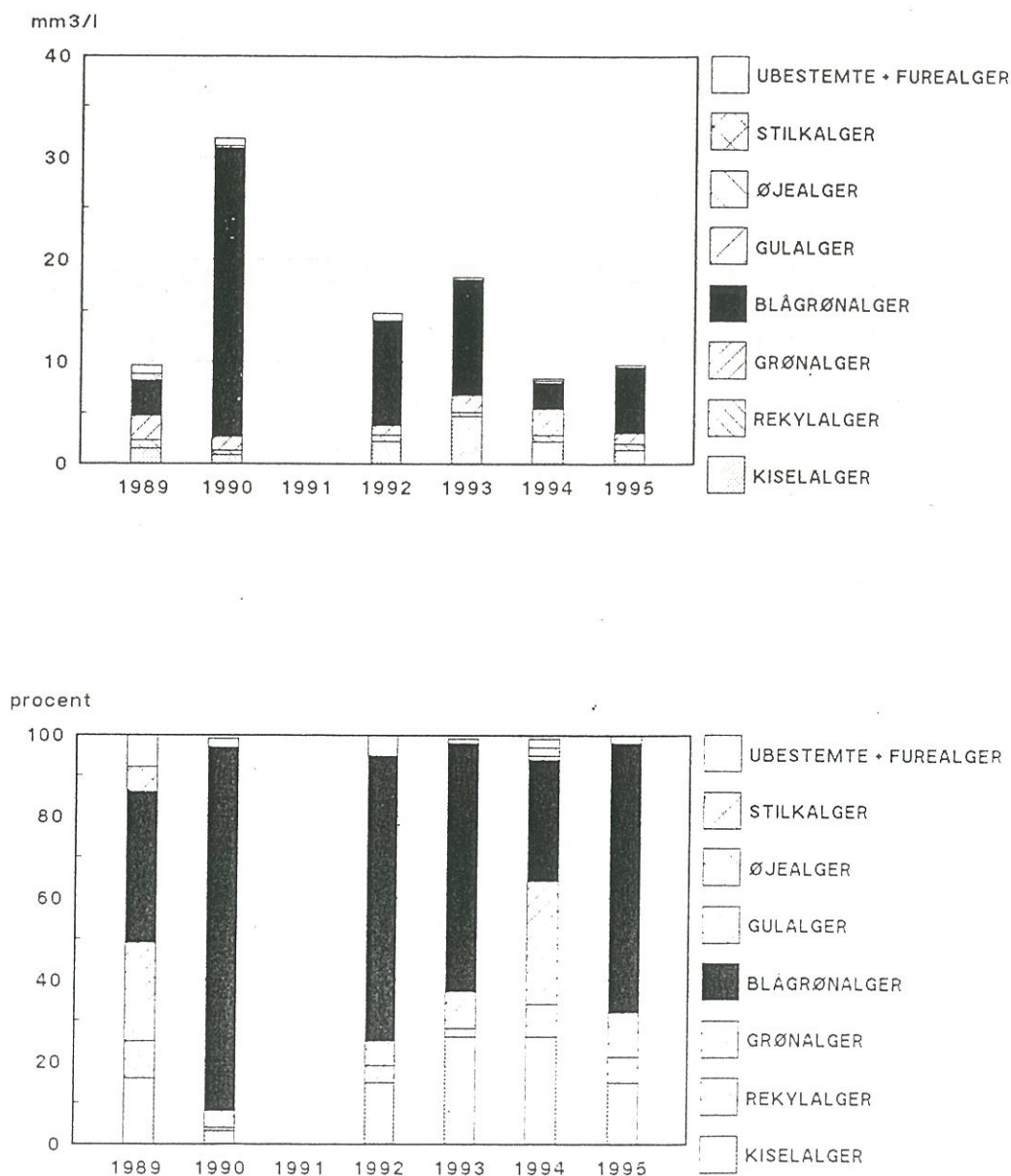
5.2. Planteplankton 1985-1995

Det bemærkes indledningsvis, at vurderingen af planteplanktonets år-til-år-variation er baseret på middelbiomasser i den produktive periode (marts-oktober), idet der ikke er beregnet sommermiddelbiomasse for alle årene.

Det er karakteristisk, at planteplanktonet i hele perioden 1985-1995 har været domineret eller stærkt præget af blågrønalger med kiselalger og grønalger som de næstvigtigste grupper, se figur 22. Derudover kan det konstateres, at der har været betydelige år-til-år-variationer med hensyn til det samlede planteplanktons middelbiomasse, og det bemærkes, at selvom blågrønalgerne de fleste år har været den dominerende gruppe, så har der også været år, hvor grønalgerne har haft samme andel af den samlede biomasse som blågrønalgerne.

Planteplanktonets middelbiomasse i 1995 er blandt de tre hidtil laveste og ligger nær middelbiomassen i 1989 og 1994. Den udgør mindre end 30% af den hidtil højeste biomasse i 1990. Den gennemsnitlige middelbiomasse (marts-oktober) for perioden 1989-1995 er beregnet til 15,39 mm³/l. Middelbiomassen for 1995 udgør kun 63% af periodens gennemsnit, hvilket understreger det lave biomasseniveau i 1995.

Den tilbagevendende dominans af næringskrævende blågrønalger er sammen med det lave artsantal og den øvrige forekomst af næringskrævende arter og grupper en tydelig indikation af, at Fuglesø er en meget næringsrig sø. Men det bør dog også nævnes, at der i søen er registreret adskillige arter med tilknytning til renere og mere næringsfattige søer. Ingen af disse arter har dog haft nogen mængdemæssige betydning.



Figur 22. Oversigt over variationen af planteplanktonets middelbiomasse (marts-oktober) samt biomassens fordeling på hovedgrupper i perioden 1985-1995.

5.2.1. Sammenligning med andre søer

Den gennemsnitlige middelbiomasse (marts-oktober) for perioden 1985-1995 ligger med 15,39 mm³/l meget højt og placerer Fuglesø noget over den gennemsnitlige median af sommermiddelbiomasser for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et al., 1995), som for årene 1989-1994 kan beregnes til 10,3 mm³/l.

Derudover kan det konstateres, at Fuglesø har en markant dominans af blågrønalger. Den gennemsnitlige middelbiomasse for blågrønalger på 8,45 mm³/l placerer Fuglesø nær den øverste kvartil af søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, hvor gennemsnittet for 75%-fraktilen for blågrønalger i perioden 1989-1994 kan beregnes til 9,6 mm³/l (Jensen et al., 1995).

For grønalgerne vedkommende ligger Fuglesø med en middelbiomasse på 1,38 mm³/l noget over medianen (0,83 mm³/l) for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et al., 1995), og med en gennemsnitlig middelbiomasse for kiselalger på 1,28 mm³/l ligger Fuglesø nær den gennemsnitlige median (1,22 mm³/l) for søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

Blågrønalgerne biomasseniveauer er sammen med den ringe artsdiversitet og den ringe betydning af andre algegrupper med til at understrege, at Fuglesø er en meget næringsrig sø, hvor biomassen almindeligvis ligger højt, og hvor kun år-til-år-variationer i vækstbetingelserne giver variationer i planteplanktonets kvantitative og kvalitative udvikling.

5.3. Dyreplankton 1995

5.3.1. Artssammensætning og biomasse

Der er i 1995 registreret i alt 43 arter/identifikationstyper inden for følgende klasser og grupper:

-	CILIATA (ciliater)	13
-	ROTATORIA (hjuldyr)	26
-	CLADOCERA (dafnier)	12
-	COPEPODA (vandlopper)	11

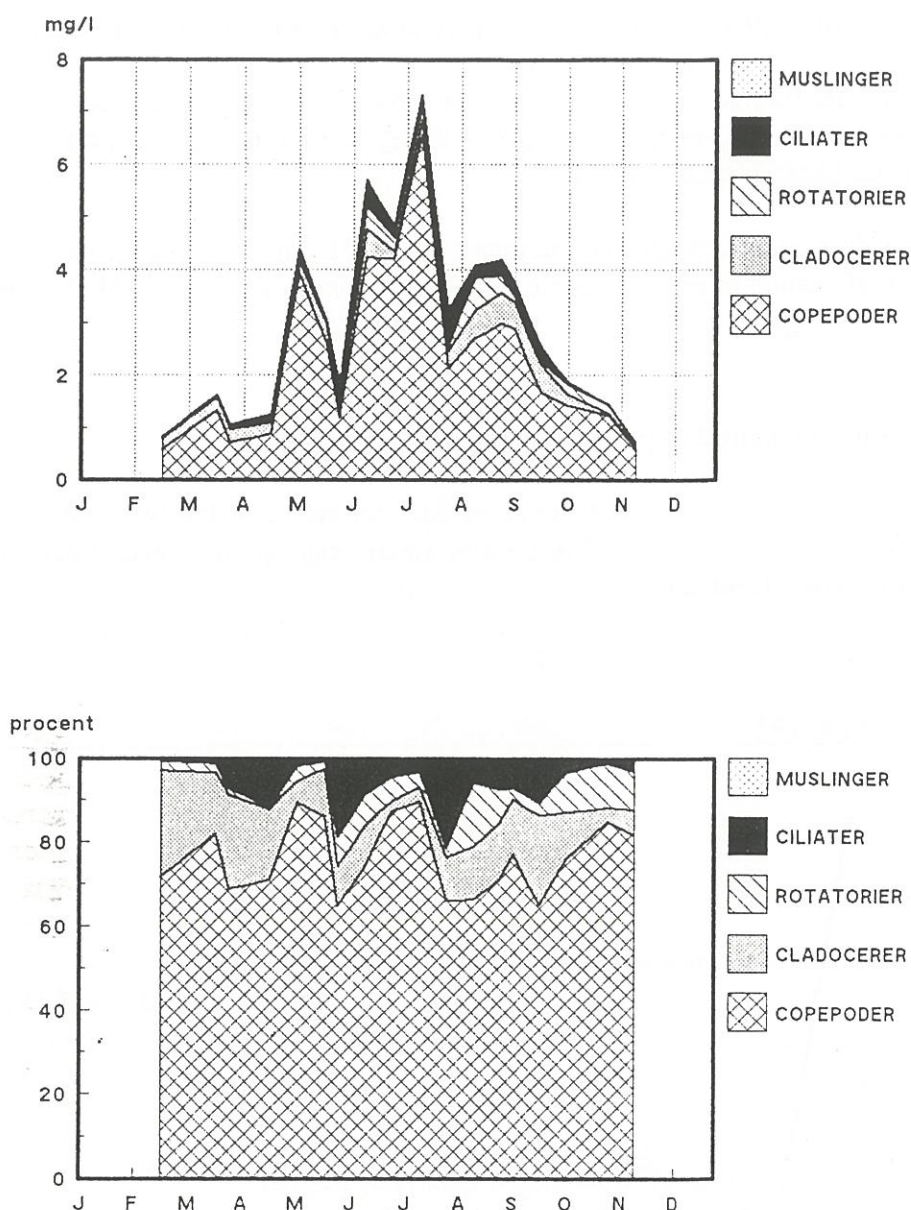
Foruden de 4 hovedgrupper er der periodisk registreret skal-amøber samt larver af *vandremuslingen* (*Dreissena polymorpha*).

Rent kvalitativt har der været en meget ligelig fordeling af dyreplanktonet på de 3 hovedgrupper, mens antallet af hjuldyrarter, således som det ofte er tilfældet, har været langt større end for de øvrige grupper. Derimod har der været en biomasse-mæssig dominans af kun én af grupperne, vandlopperne, se figur 23.

Ciliaterne har i 1995 haft maksimum i slutningen af juli, da biomassen nåede op på 0,69 mg/l, og de udgjorde 21% af den samlede dyreplanktonbiomasse. Det skal dog nævnes, at sidstnævnte var forholdsvis lav på det tidspunkt. I den resterende del af året har ciliaterne med kun 6-7% af den samlede biomasse haft ringe mængdemæssig betydning. Ciliaternes sommermiddelbiomasse er beregnet til 0,28 mg/l, svarende til 7,0% af det samlede dyreplanktons sommermiddelbiomasse.

Hjuldyrene har til trods for de højeste artsantal været den mængdemæssigt mindst betydende gruppe. De havde årsmaksimum sidst i august, da biomassen nåede op på 0,63 mg/l, svarende til 15% af den samlede dyreplanktonbiomasse, der på daværende tidspunkt var forholdsvis høj. Hjuldyrenes sommermiddelbiomasse er beregnet til 0,23 mg/l, svarende til 5,8% af det samlede dyreplanktons sommermiddelbiomasse.

Dafnierne har på årsbasis været den næstvigtigste gruppe af dyreplankton. De har haft deres mængdemæssigt bedste udvikling i perioden august-december, omend de også i årets første måneder udgjorde en væsentlig del af den samlede biomasse. Dafnierne har i 1995 haft biomassemaksimum i slutningen af august, da biomassen nåede op på 0,57 mg/l. Dette maksimum var domineret af *Diaphanosoma brachyurum* og *Daphnia cucullata*. Ved det forudgående maksimum i juni nåede biomassen op på 0,55 mg/l; dette maksimum var domineret af *Daphnia galeata* og *Bosmina longirostris*. Dafniernes mængdemæssige dominans har dog været størst i september, da de udgjorde ca. 21% af den samlede biomasse. Dafniernes sommermiddelbiomasse er beregnet til 0,38 mg/l, svarende til 9% af det samlede dyreplanktons sommermiddelbiomasse.



Figur 23. Oversigt over variationen af dyreplanktonbiomassen i Fuglesø Sø 1995.

Vandlopperne har på årsbasis været den vigtigste gruppe af dyreplankton. De har været til stede året igennem, men har haft den bedste udvikling midt på sommeren, da biomassen nåede op på 6,56 mg/l, svarende til 90% af den samlede dyreplanktonbiomasse. Men også i maj og august har vandlopperne haft et maksimum, da biomassen nåede op på 3,94 mg/l henholdsvis 2,99 mg/l, svarende til 90% henholdsvis 71% af den samlede dyreplanktonbiomasse. Den dominerende art har været den calanoide *Eudiatomus gracilis*, men mængdemæssigt har calanoide copepoditter haft størst betydning. Derudover har kun de cyclopoide arter *Cyclops vicinus* og *Mesocyclops leuckarti* haft væsentlig

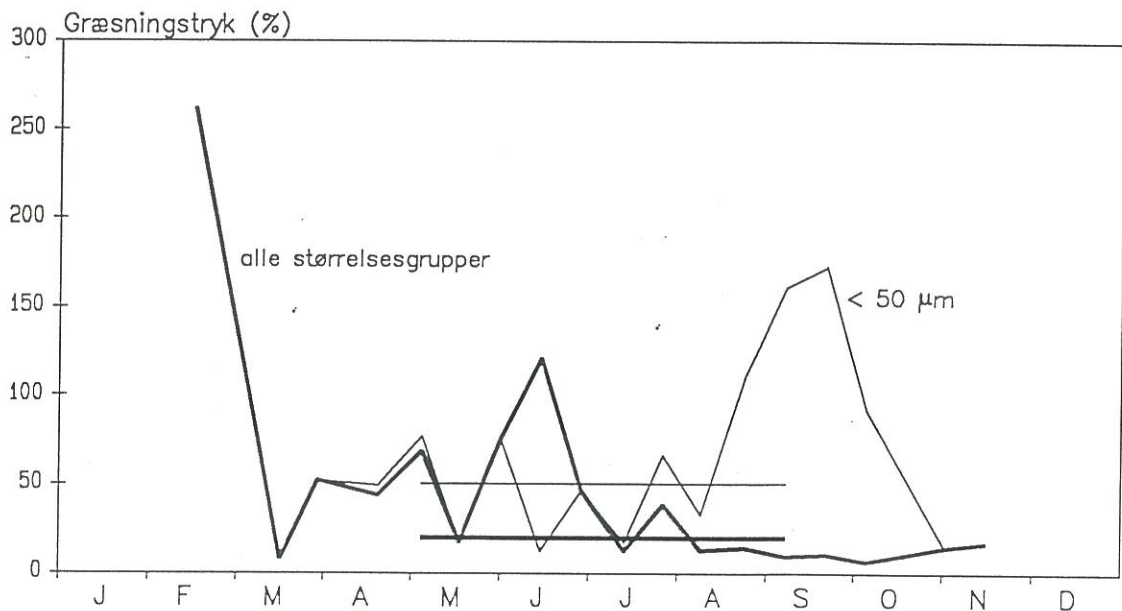
mængdemæssig betydning. Vandlopperens sommermiddelbiomasse er beregnet til 3,15 mg/l, svarende til 77,9% af det samlede dyreplanktons sommermiddelbiomasse.

Muslingelarvernes biomasse har i de få perioder, hvor de har forekommet, været meget lav, og de har været uden mængdemæssig betydning. Det samme gælder, omend i endnu højere grad, de skalbærende amøber.

Det samlede dyreplanktons største biomasse på 7,31 mg/l er registreret i juli, da hyppigheden af vandlopper var størst. Dyreplanktonets sommermiddelbiomasse er beregnet til 4,04 mg/l.

5.3.2. Relationer mellem dyreplankton og planteplankton 1995

Dyreplanktonets potentielle græsningstryk er for sommerperioden beregnet til 50,2% på planteplankton $< 50 \mu\text{m}$ og 19,8% på alle størrelsesgrupper. Variationen af græsningstrykket er vist i figur 24.



Figur 24. Oversigt over variationen af dyreplanktonets potentielle græsningstryk (i procent) på planteplankton $< 50 \mu\text{m}$ og på alle størrelsesgrupper. De vandrette linier viser sommermiddelgræsningstrykket på de to grupper.

Alene dyreplanktonets lave biomasser og planteplanktonets høje biomasser giver anledning til at antage, at dyreplanktonet kun har ringe indflydelse på mængden af planteplankton i Fuglesø.

Beregninger af den potentielle fødeoptagelse viser da også, at dyreplanktonet kun periodisk opnår kontrol over mængden af planteplankton. Det skyldes først og fremmest, at hovedparten af planteplanktonet i sommerhalvåret består af former $> 50 \mu\text{m}$, som er utilgængeligt som føde for dyreplanktonet. Selv i de perioder, hvor små og mellemstore former dominerer, er dyreplanktonet i almindelighed ikke i stand til at nedgræsse planteplanktonet.

Det betyder, at Fuglesø er karakteriseret af et næringskrævende planteplankton med sommerdominans af store former samt et dyreplankton, der i overensstemmelse med søens tilstand ikke er i stand til at regulere mængden af planteplankton - et forhold, der i vid udstrækning kan føres tilbage til forekomsten af en fiskefauna, der er domineret af dyreplanktonædende arter og størrelsesgrupper, jf. senere.

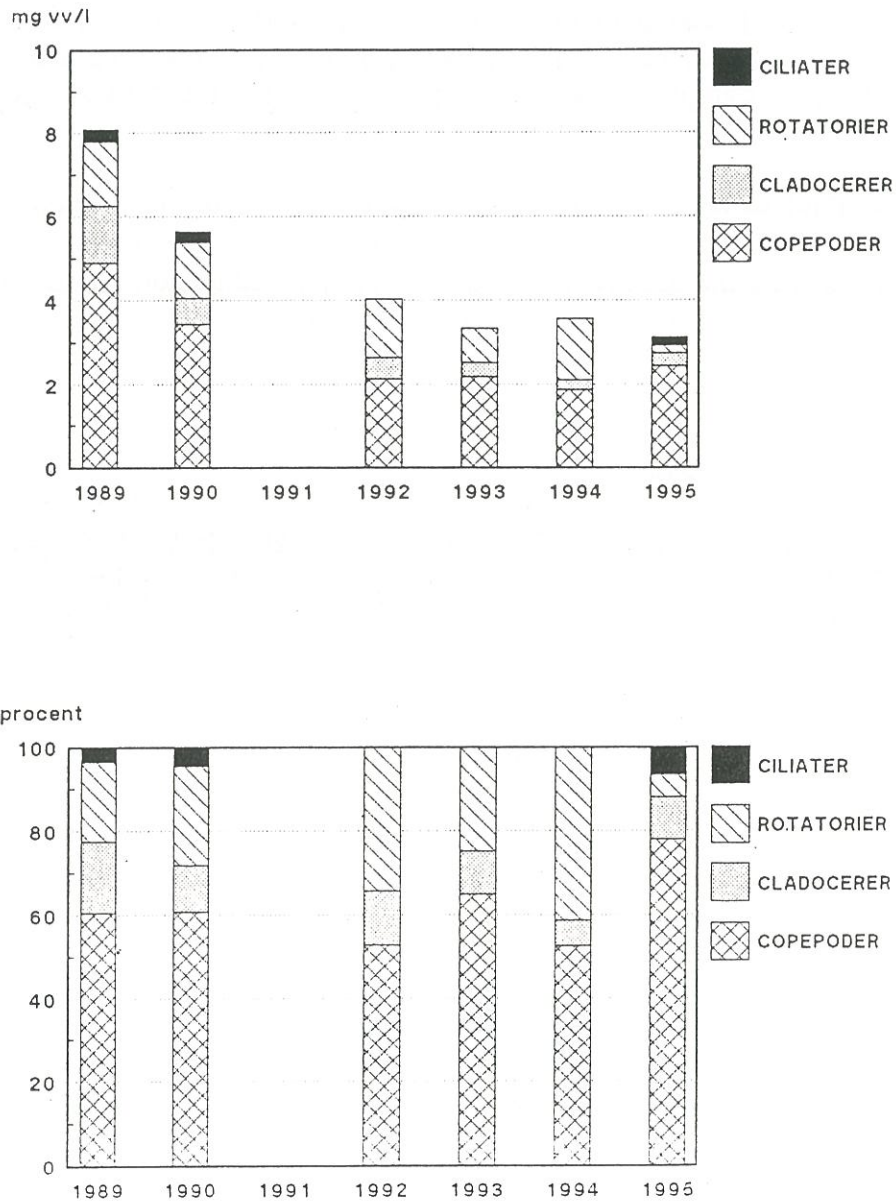
5.4. Dyreplankton 1989-1995

Det bemærkes indledningsvis at vurderingen af planteplanktonets år-til-år-variation er baseret på middelbiomasser i den produktive periode (marts-oktober), idet der ikke er beregnet sommermiddelbiomasse for alle årene.

Dyreplanktonets samlede biomasse har i perioden 1989-1995 udvist moderat år-til-år-variation, og der er snarere tale om et gradvist fald i biomassen siden 1989, se figur 25.

Det bemærkes, at hjuldyr og vandlopper frem til 1995 har haft en forholdsvis konstant forekomst fra år til år, og at dafnierne er en mængdemæssigt mindre betydelig gruppe. 1995 adskiller sig helt fra de forudgående år ved fuldstændig dominans af vandlopper og en langt mindre andel af hjuldyr end i noget af de forudgående år.

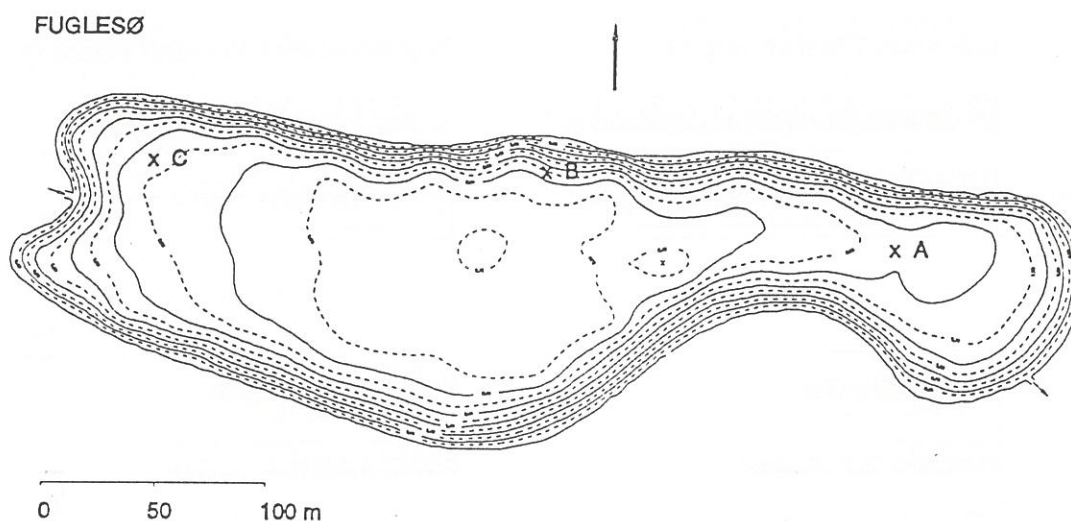
De seneste 7 års undersøgelser af dyreplanktonet karakteriserer Fuglesø som en sø, hvor vandlopper, som følge af et stort prædationstryk fra fiskene, er den dominerende gruppe, og hvor dafnierne, der er mere effektive græssere end vandlopperne, ikke har nogen større betydning.



Figur 25. Oversigt over variationen af det samlede dyreplanktons middelbiomasse (marts-oktober) og den procentvise fordeling på hovedgrupper i perioden 1989-1995. Ciliater er ikke oparbejdet i 1992-1994.

6. Sediment

Der er i november 1995 udtaget sedimentprøver på tre stationer, hvis beliggenhed er vist på figur 26. Stationerne er de samme, som blev undersøgt i 1990, og resultaterne af undersøgelserne er beskrevet i et særskilt notat (Vandkvalitetsinstituttet, 1996). Bilag 5 viser resultaterne af undersøgelsen.



Figur 26. Oversigt over beliggenheden af sedimentstationer i Fuglesø 1995.

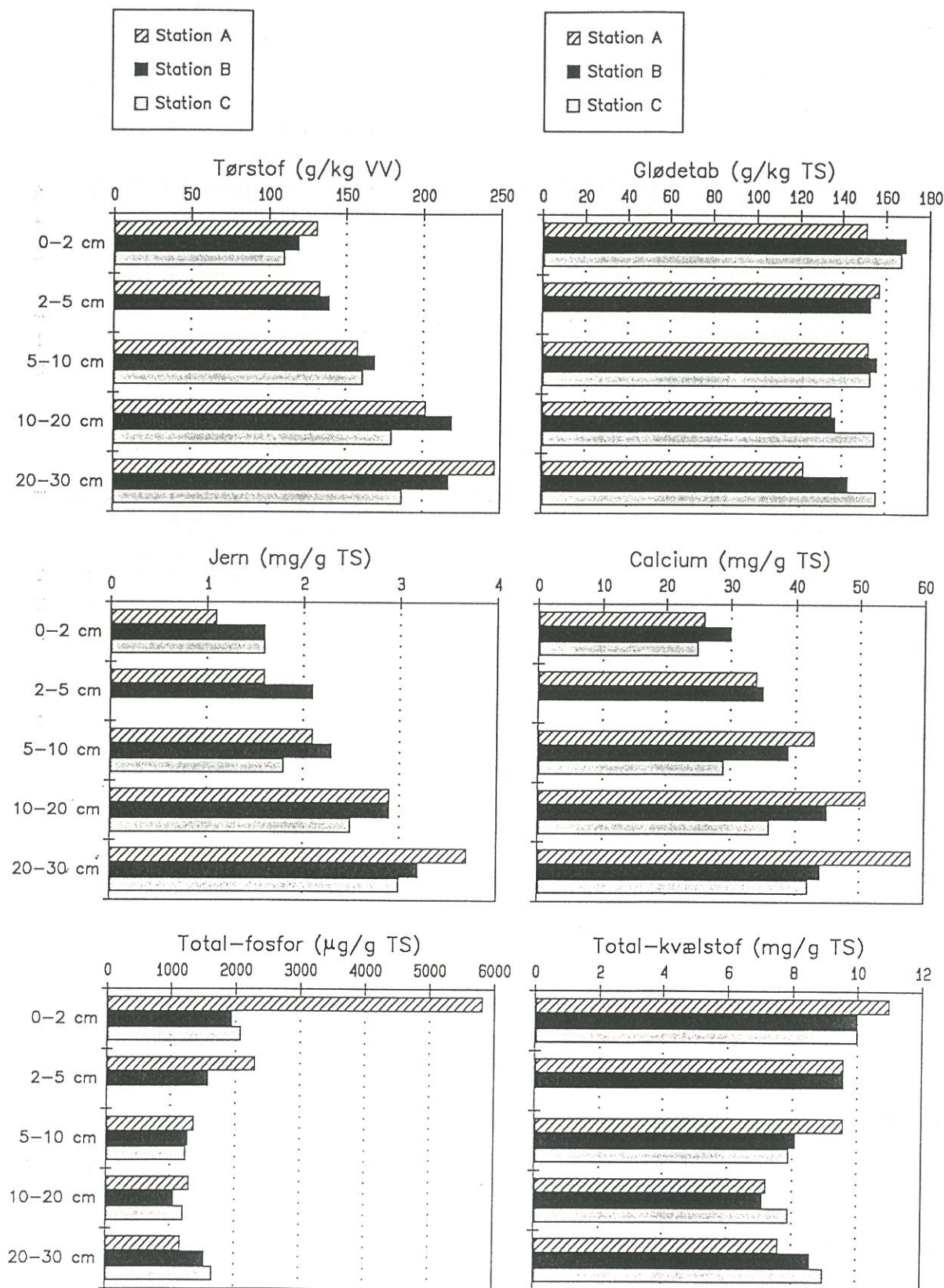
Sedimentet havde på alle tre stationer samme udseende:

0-2 cm	lys gulbrun, løs flokkuleret overflade
2-22 cm	mørkegrå, ret løs
22-30 cm	lys grå, leragtig

Figur 27 viser variationen fra station til station med hensyn til tørstof, glødetab, jern, calcium, fosfor og kvælstof ned gennem sedimentet.

Tørstofindholdet er på alle tre stationer stigende ned gennem sedimentet, hvilket stemmer godt overens med den visuelle beskrivelse, der antyder, at den øverste del af sedimentet er meget løs og vandholdig, mens den nederste del er mere fast og kompakt.

Glødetabet er på alle tre stationer svagt faldende ned gennem sedimentet, hvilket viser, at indholdet af organisk stof er faldende, og at mængden af organisk stof er højest nær overfladen. Sidstnævnte skyldes utvivlsomt den stadige pålejring af detritus o.l.



Figur 27. Oversigt over variationen af tørstof, glødetab, jern, calcium, fosfor og kvælstof ned gennem sedimentet på de tre sedimentstationer i Fuglesø 1995.

Jernindholdet er på alle tre stationer stigende ned gennem sedimentet, men derudover gælder det, at jernindholdet er meget lavt. Sammenlignet med søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er jernindholdet i Fuglesø lavt (Jensen et al., 1995), hvilket utvivlsomt kan relateres til jordens naturligt lave jernindhold.

Calciumindholdet viser ligesom jernindholdet stigende tendens ned gennem sedimentet, men derudover gælder det, at calciumindholdet ligger på et moderat niveau sammenlignet med et stort antal danske søer (Jensen et al., 1995; Søndergaard et al., 1995).

Indholdet af total-fosfor er generelt højest i de øverste lag af sedimentet og viser svagt faldende tendens ned gennem sedimentet. Station A adskiller sig fra de to øvrige stationer ved et særdeles højt indhold af fosfor. Denne værdi ligger langt højere end i flertallet af søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, mens de øvrige værdier, både på station A og de to øvrige stationer ligger nær gennemsnittet (Jensen et al., 1995). Det er ikke umiddelbart indlysende, hvorfor koncentrationen af total-fosfor er så meget højere på station A end på de to øvrige stationer, men det kan muligvis have noget at gøre med aflejringsforholdene i søen.

Indholdet af kvælstof er også generelt højest i overfladen af sedimentet og viser en svagt faldende tendens ned gennem sedimentet. Men station A har ikke som for fosfors vedkommende en markant højere koncentration af kvælstof i overfladelaget.

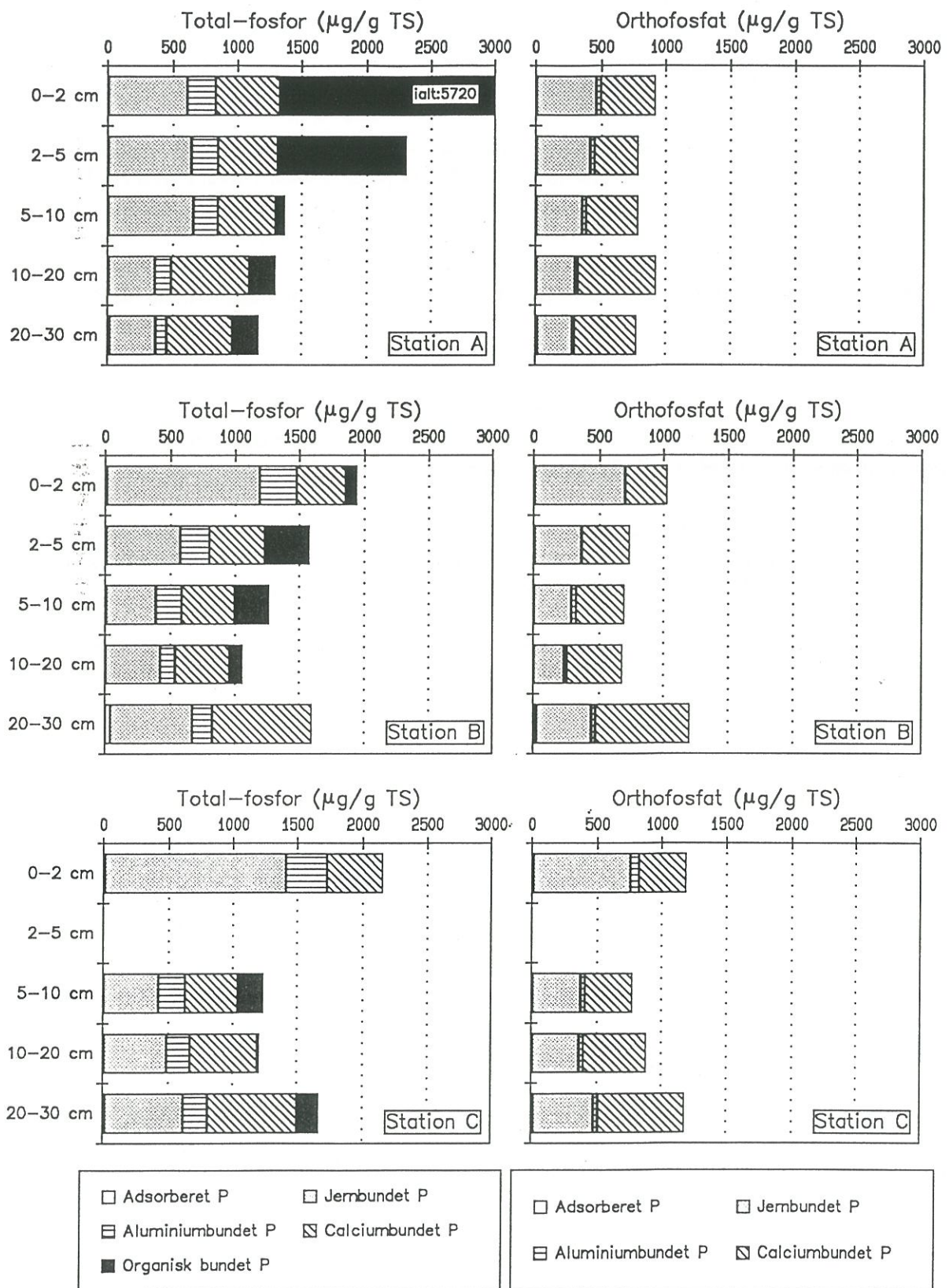
Jern-fosfor-forholdet i Fuglesø er ganske lavt (0,2-3,1) i alle dybder på alle tre stationer, og det betyder erfaringsmæssigt, at grundlaget for en effektiv jernbinding af fosfor ikke er til stede i Fuglesø.

6.1. Fosforfraktioner

Fordelingen af den samlede mængde fosfor i sedimentet på puljerne let adsorberet, jernbundet, aluminiumbundet, calciumbundet og organisk bundet fosfor - er for hver af de tre stationer vist i figur 28, dels for total-fosfor og dels for ortofosfat.

Det ses først og fremmest, at den tidligere nævnte meget høje koncentration af total-fosfor i overfladen på station A skyldes et meget højt indhold af organisk bundet fosfor, og det understøtter antagelsen om, at station A ligger i et sedimentationsområde, hvor det først og fremmest er dødt planteplankton o.l., der sedimenterer.

I den modsatte ende af søen er hovedparten af fosformængden bundet til jern, og det kan hænge sammen med, at en del af fosfortransporten i tilløbet sker i form af jernbundet, partikulært fosfor.



Figur 28. Oversigt over fordelingen af den samlede mængde af total-fosfor og ortofosfat på de enkelte puljer ned gennem sedimentet på de tre sedimentstationer i Fuglesø 1995.

Calciumbundet fosfor findes på alle tre stationer og i alle dybder i næsten samme mængde. Det samme gælder den aluminiumbundne fosfor, som dog mængdemæssigt ligger lavere end niveauet for den calciumbundne fosfor. På alle tre stationer er mængden af let adsorberet fosfor ganske ringe.

Det ses endvidere, at en stor del af den jern-, calcium- og aluminiumbundne fosfor er ortofosfat. Det betyder, at den metalbundne fosfor ved frigivelse fra sedimentet findes på en for planteplanktonet umiddelbart tilgængelig form, og det forklarer også stigningerne i koncentrationerne af ortofosfat i forbindelse med sommerens iltsvind i bundvandet.

6.1.1. Frigivelige fosforpulje

Selvom jernkoncentrationen i sedimentet ikke er høj, findes en stor del af sedimentets indhold af fosfor bundet til jern og kan på grund af det lave jern-fosfor-forhold let frigives til vandet i forbindelse med iltsvind i bundvandet. Sammen med puljerne let adsorberet fosfor og organisk bundet fosfor, hvoraf dog kun en del kan frigives (Jensen et al., 1995), udgør den jernbundne fosforpulje mængden af frigivelig fosfor i sedimentet. Et forsigtigt skøn viser, at der i sedimentets øverste 10 cm findes ca. 1.000 kg, men det er meget usikkert, hvor stor en del af denne pulje, der rent faktisk vil kunne frigives til vandfasen i tilfælde af iltsvind i bundvandet.

6.1.2. Fosforbindingskapacitet

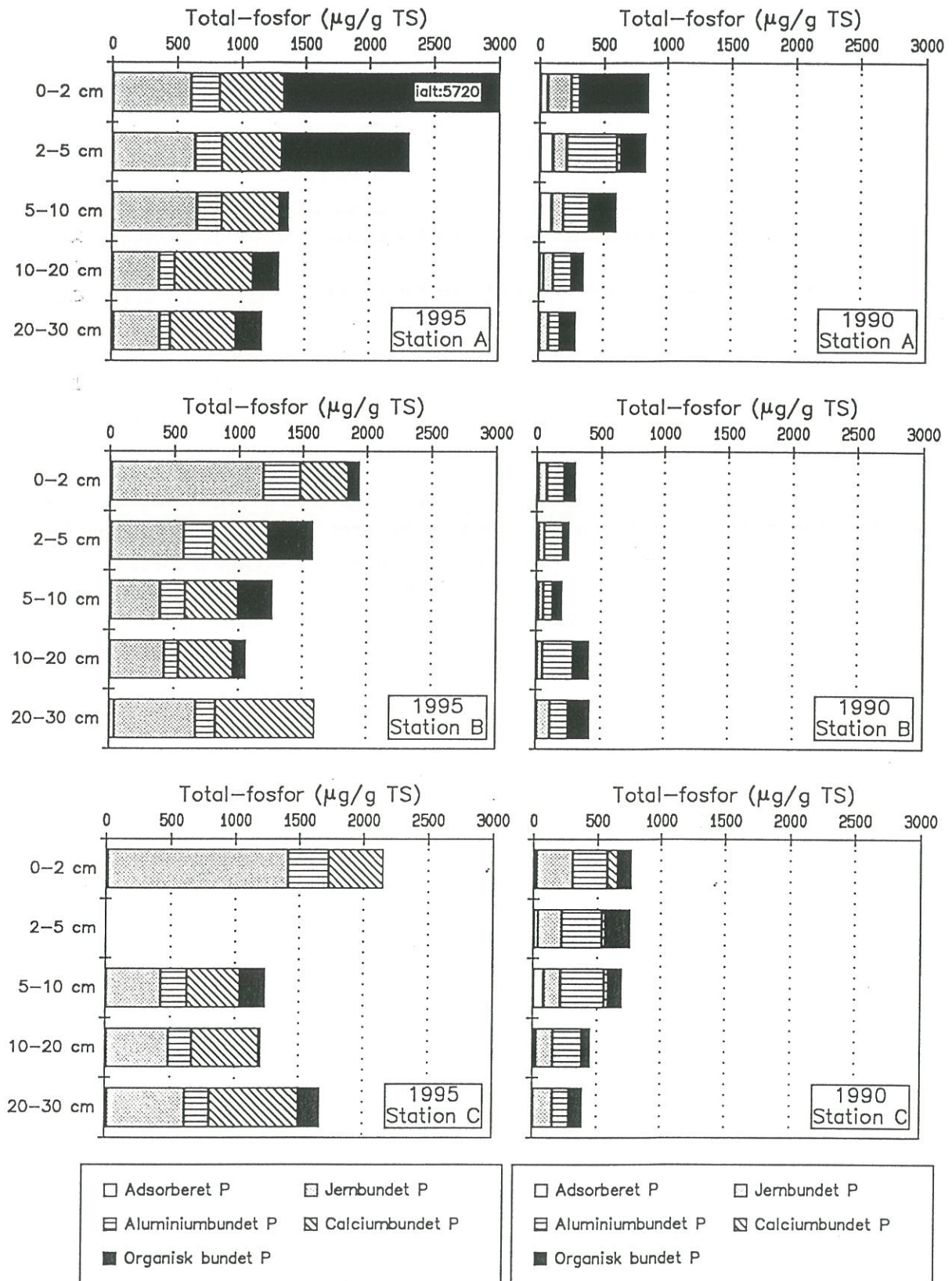
Massebalancen for fosfor har vist, at der i 1995 kun er tilbageholdt en meget lille del af den samlede tilførsel til søen. Det hænger naturligvis i vid udstrækning sammen med søens ringe størrelse og dybde samt den store hydrauliske belastning. Derudover kan det ud fra den ringe mængde jern i både det indstrømmende vand og i sedimentet konstateres, at søen har en ringe kapacitet til at tilbageholde fosfor, når der ses bort fra muligheden for, at betydelige mængder fosfor kan tilbageholdes i form af organisk bundet fosfor. Men sedimentundersøgelserne har vist, at det kun er i en lille del af søen, at der ophobes organisk bundet fosfor, og den organiske binding kan derfor ikke kompensere for den ringe binding til jern.

På den baggrund er det er det umiddelbart forståeligt, at Fuglesø ikke tilbageholder nævneværdige mængder fosfor.

6.2. Sammenligning med tidligere undersøgelser

Sedimentet i Fuglesø er første gang undersøgt i 1990 (Frederiksborg Amt, 1991).

Ved sammenligning af den tidligere undersøgelse med undersøgelsen i 1995 er der en meget bemærkelsesværdig forskel på niveauerne for total-fosfor, se figur 29.



Figur 29. Oversigt over variationen af de enkelte fosforpuljer ned gennem sedimentet på de tre stationer i Fuglesø i 1995 og 1990. Det bemærkes, at der i 1990 ikke er foretaget bestemmelse af den aluminiumsbundne fosforpulje; denne er i stedet beregnet som differensen mellem værdien for total-fosfor og de øvrige puljer.

Forskellene mellem de to undersøgelser er så store, at det er vanskeligt at forestille sig naturlige hændelser som årsag hertil. Eksempelvis var den højeste koncentration af totalfosfor i 1990 0,85 mg/g tørstof, mens den i 1995 var 5,82 mg/g tørstof. Og tilsvarende var den højeste koncentration af jernbundet fosfor i 1990 0,279 mg/g tørstof, mens den i 1995 var 1,398 mg/g tørstof.

Dertil kommer, at koncentrationerne af calcium og jern i 1990 har ligget en faktor 3-15 højere end i 1995, mens koncentrationen af total-kvælstof har ligget på nogenlunde samme niveau i de to år. Også tørstofindholdet og glødetabet har ligget på nogenlunde samme niveau i de to år.

Forskellene mellem stationerne er i nogen grad den samme i de to år, og det kan derfor ikke udelukkes, at der ligger metodiske forhold til grund for de observerede forskelle. På den baggrund giver de to undersøgelser ikke grundlag for en meningsfuld vurdering af den sedimentmæssige udvikling i søen.

7. Bundvegetation og bundfauna

7.1. Bundvegetation

Fuglesø er ikke indeholdt i den gruppe af overvågningssøer, hvori der gennemføres årlige undersøgelser af undervandsvegetationen. Det skyldes først og fremmest, at søen alene ud fra den ringe sigtddybde må formodes at være særdeles fattig på vegetation. En undersøgelse i 1990 viste da også, at søen var uden undervandsvegetation (Frederiksborg Amt, 1991).

7.2. Bundfauna

Der er ikke i 1995 gennemført undersøgelser af søens bundfauna, der ikke indgår i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for søer. En faunaundersøgelse i 1990 viste, at både bund- og bredfaunaen var arts- og individfattig med dominans af arter med tilknytning til næringsrige søer (Frederiksborg Amt, 1991). Det kan med rimelighed antages, at søens bundfauna også i 1995 har været arts- og individfattig med dominans af arter med tilknytning til næringsrige søer.

8. Fisk

Fiskefaunaen i Fuglesø er undersøgt i august 1995, og resultaterne af undersøgelsen er præsenteret og vurderet i en særskilt rapport "Fiskebestanden i Fuglesø, august 1995" (Fiskeøkologisk Laboratorium, 1995). I dette afsnit er de vigtigste resultater af fiskeundersøgelsen præsenteret.

8.1. Artssammensætning

Fiskefaunaen i Fuglesø huser i alt 8 arter og en krydsning, se tabel 6.

Art	Antal	Vægt (kg)
Skalle	4.125 (68,8%)	46,438 (35,6%)
Aborre	1.070 (17,9%)	12,446 (9,5%)
Brasen	464 (7,75%)	38,867 (29,8%)
Hork	13 (0,2%)	0,155 (0,1%)
Regnløje	214 (3,6%)	0,533 (0,4%)
Rudskalle	72 (1,2%)	1,196 (0,9%)
Gedde	8 (0,1%)	23,682 (18,2%)
Ål	21 (0,4%)	6,812 (5,2%)
Brasen x skalle	7 (0,1%)	0,279 (0,2%)
Alle arter	5.994 (100%)	130,410 (100%)

Tabel 6. Oversigt over fiskefaunaens artssammensætning i Fuglesø 1995. Desuden er vist de enkelte arters antalsmæssige og vægtmæssige repræsentation i den samlede fangst.

Samtlige registrerede arter er almindelige søarter i det østlige Danmark, og når der ses bort fra *regnløje*, er der tale om arter, der forekommer almindeligt i søer i hele landet.

Vurderet på grundlag af den samlede fangst, som antages at give et repræsentativt billede af fiskefaunaens sammensætning, kan det konstateres, at *skalle*, *aborre* og *brasen* er de antalsmæssigt dominerende arter, mens *skalle*, *brasen* og *gedde* er de vægtmæssigt dominerende arter. Det betyder på den ene side, at *skalle* fremstår som søens helt dominerende fiskeart, og at *gedden* på den anden side fremstår som søens dominerende rovfisk i kraft af få, men store individer.

8.1.1. De enkelte arter

Skalle er næsten helt udelukkende repræsenteret af små individer i længdeintervallet 4-13 cm. Forklaringen på denne usædvanlige fordeling er, at fiskene har en usædvanlig langsom vækst, og de er således 4 år om at nå længden 10 cm, og efter 10 år har de endnu ikke nået længden 20 cm. Den ringe vækst er ledsaget af ringe kondition.

Aborre er ligesom *skalle* næsten helt udelukkende repræsenteret af små individer i længdeintervallet 5-13 cm. Forklaringen på denne fordeling er, at arten trives dårligt i søen. Væksten er ganske vist som i et stort antal danske søer, men individerne har,

bl. a. på grund af konkurrence fra andre arter, vanskeligt ved at nå over en vis størrelse. Den ringe størrelse betyder, at *aborre* kun har begrænset betydning som rovfisk.

Brasen er især repræsenteret af små og mellemstore individer i længdeintervallet 10-22 cm, men dog også med en del individer i længdeintervallet 22-35 cm. Både væksten og konditionen er ringe, og mængden af *brasener* i Fuglesø er også beskeden sammenlignet med lignende søer.

Hork forekommer ganske fåtalligt og er repræsenteret af individer i længdeintervallet 3,5-12 cm.

Regnløje er i overensstemmelse med artens biologi hovedsagelig repræsenteret af små individer i længdeintervallet 2,5-7,5 cm. Fiskenes gennemsnitsvægt ligger i normalområdet for et stort antal søer, mens konditionen på grund af infektion med *remorm* er større end normalt. På grund af artens ringe størrelse, er den vanskelig at fange, og det er derfor uvist, om fangsten er udtryk for bestandens størrelse.

Rudskalle er udelukkende repræsenteret af små individer i længdeintervallet 3-14 cm. Væksten og konditionen er som i et stort antal søer, men dominansen af små individer er usædvanlig.

Gedde er repræsenteret af forholdsvis få, men store individer i længdeintervallet 52-82 cm. Væksten er nær den gennemsnitlige vækst i et stort antal søer, hvorimod konditionen er en smule dårligere. Der er især tale om 6-10 år gamle individer, og manglende fangst af yngre individer tolkes som resultat af ringe ynglesucces. Det bør dog i den forbindelse nævnes, at bestanden af *gedde* almindeligvis er dårligt beskrevet ud fra fiskeundersøgelser i sommerperioden.

Ål er repræsenteret af forholdsvis mange, fortrinsvis store individer i længdeintervallet 30-84 cm. Konditionen er ringe hos de mindste individer, men god hos de store individer. Længdefordelingen tyder på ringe optræk af ål til søen.

Brasen x skalle er forholdsvis godt repræsenteret af individer i længdeintervallet 9-17 cm, og det er på den baggrund sandsynligt, at denne krydsning forekommer temmelig almindeligt i søen.

8.2. Catch Per Unit Effort (CPUE)

CPUE, beregnet på grundlag af fangsterne i garn og ved elfiskeri, er det standardiserede og sammenlignelige udtryk for fiskefaunaens og de enkelte arters biomasse. Tabel 7 viser $CPUE_{\text{antal}}$ og $CPUE_{\text{vægt}}$, og figur 30 og 31 viser de samme værdier grafisk.

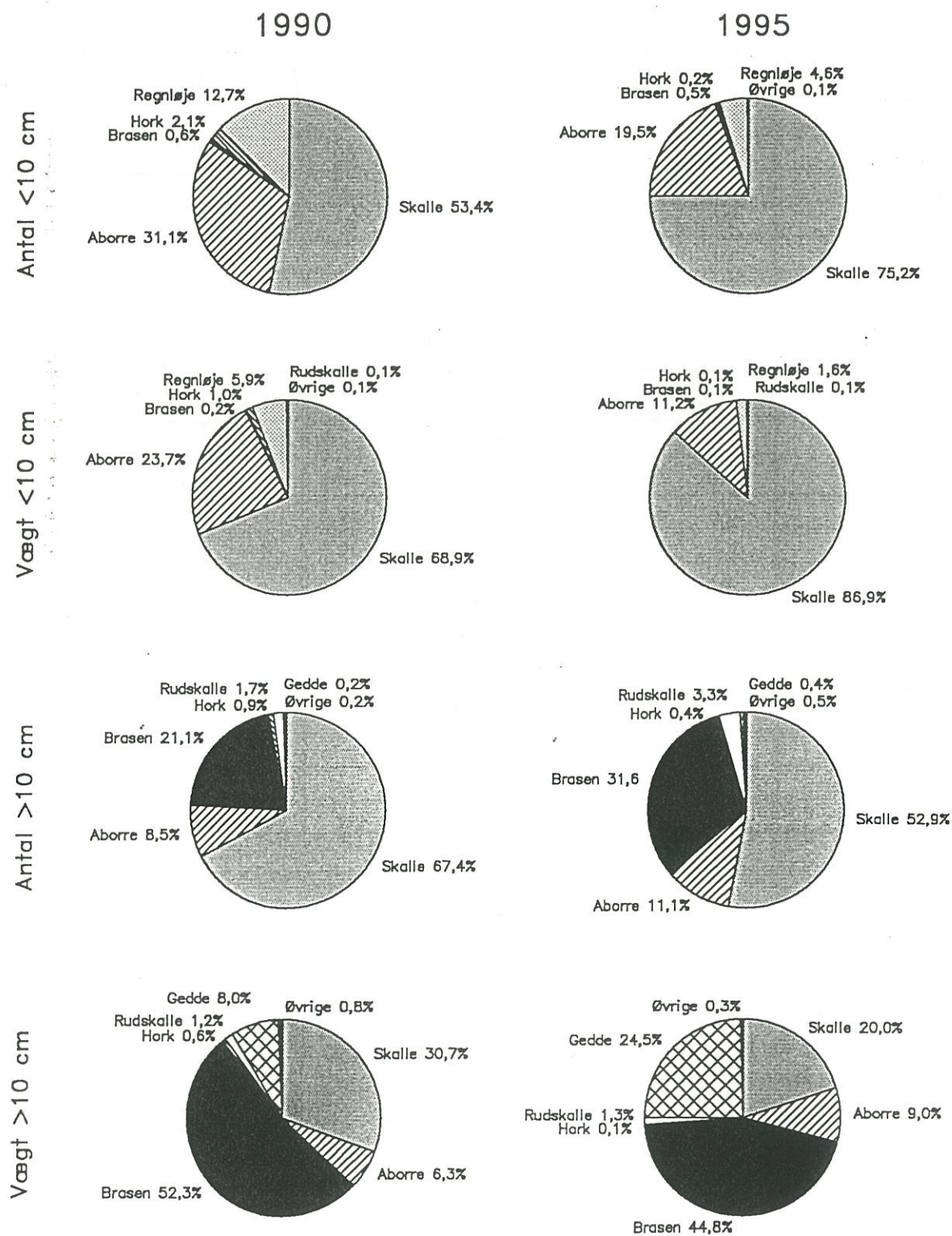
Tabel 7 viser, at biomassen i Fuglesø er domineret af *skalle*, og at denne dominans alene skyldes en meget stor biomasse af små individer. For samtlige øvrige arter gælder, at biomassen er koncentreret på individer ≥ 10 cm, og her er *brasen* den helt dominerende art efterfulgt af *gedde*, *ål* og *aborre*.

Art	Garn-CPUE _{Antal}				Garn-CPUE _{Vægt}			
	< 10 cm		≥ 10 cm		< 10 cm		≥ 10 cm	
	CPUE	95% c.l.	CPUE	95% c.l.	CPUE	95% c.l.	CPUE	95% c.l.
Skalle	201,6	132,8-306,1	45,6	34,1-61,1	1.819	1.352-2.448	992	681-1.446
Aborre	52,2	35,4-77,0	9,6	6,5-14,1	235	167-332	444	238-831
Brasen	1,3	0,7-2,3	27,3	17,7-41,9	2	1-6	2.219	1.679-2.933
Hork	0,5	0,3-0,8	0,3	0,2-0,4	2	1-9	7	1-50
Regnløje	12,4	9,3-16,4	0		33	24-45	0	
Rudskalle	0,3	0,2-0,4	2,8	1,3-5,9	2	0-6	65	23-182
Gedde	0		0,3	0,3-0,4	0		1.212	466-3.156
Ål	0		0	0	0		0	
Brasen x skalle	0		0,4	0,3-0,6	0		17	6-50
Σ CPUE	268,3	185,1-388,5	86,3	64,3-115,9	2.093	1.571-2.790	4.956	4.215-5.832

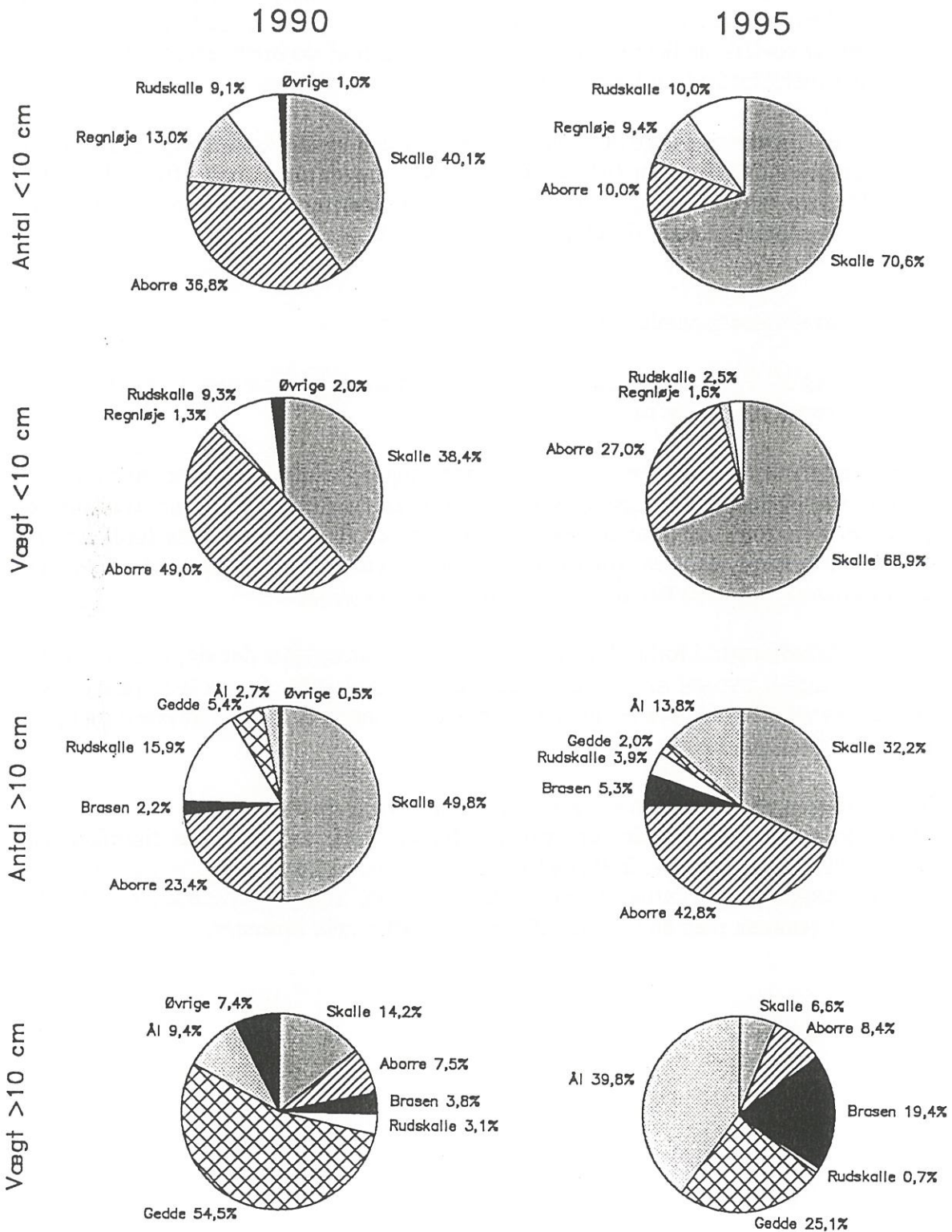
Art	Elfiskeri-CPUE _{Antal}				Elfiskeri-CPUE _{Vægt}			
	< 10 cm		≥ 10 cm		< 10 cm		≥ 10 cm	
	CPUE	95% c.l.	CPUE	95% c.l.	CPUE	95% c.l.	CPUE	95% c.l.
Skalle	30,0	5,3-168,7	12,3	6,0-25,0	84	17-427	281	144-548
Aborre	4,3	2,7-6,7	16,3	8,7-30,3	33	17-63	360	154-845
Brasen	0		2,0	0,6-6,4	0		830	3-214.912
Hork	0		0		0		0	
Regnløje	4,0	0,5-30,7	0		2	0-6	0	
Rudskalle	4,3	2,4-7,6	1,5	0,5-4,3	3	1-12	29	2-562
Gedde	0		0,8	0,3-1,8	0		1.071	1-1.223.814
Ål	0		5,3	1,6-17,0	0		1.703	518-5.598
Brasen x skalle	0		0		0		0	
Σ CPUE	42,6	11,7-154,3	38,2	18,0-80,2	122	35-425	4.274	1.613-11.325

Tabel 7. Oversigt over CPUE_{Antal} og CPUE_{Vægt} med 95% konfidensgrænser for fisk < 10 cm og fisk ≥ 10 cm fanget ved garn- og elfiskeri i Fuglesø 1995.

Aborre, der almindeligvis er den vigtigste rovfisk, udgør kun 9,4% af den samlede biomasse, og da hele *aborre*-biomassen ligger i gruppen af små og mellemstore individer, er *aborrens* betydning som rovfisk begrænset.



Figur 30. Oversigt over variationen af de enkelte arters CPUE-værdier (antal og vægt) i garnfangsten, fordelt på fisk < 10 cm og fisk \geq 10 cm. Til sammenligning er vist de samme værdier i 1990.



Figur 31. Oversigt over variationen af de enkelte arters CPUE-værdier (antal og vægt) i fangsten ved elfiskeri, fordelt på fisk < 10 cm og fisk ≥ 10 cm. Til sammenligning er vist de samme værdier i 1990.

Den anden rovfisk, *gedden*, udgør 19,9% af den samlede fiskebiomasse, men eftersom *gedde*-biomassen er fordelt på kun få, men store individer, er *geddens* betydning som rovfisk sandsynligvis begrænset. Det bør dog nævnes, at *gedde*-bestanden i søen meget vel kan være underestimeret, men det ændrer ikke nævneværdigt ved den kendsgerning, at rovfiskebiomassen i søen, både størrelsesmæssigt og strukturelt, er af en sådan karakter, at rovfiskene ikke kan kontrollere mængden af skidtfisk. Det ses tydeligst på den høje individtæthed og biomasse-mæssige dominans af *skalle*.

Den antals- og vægtmæssige dominans af *skalle* er den væsentligste årsag til, at Fuglesø med hensyn til $CPUE_{vægt}$ for fisk < 10 cm (19,4%) ligger meget højt i forhold til andre søer. Fuglesø kan på den baggrund umiddelbart karakteriseres som en sø, hvor fiskefaunaen er domineret af små, dyreplanktonædende fisk.

8.2.1. Fiskefaunaens samlede biomasse og karakter

På grundlag af CPUE-værdierne er fiskefaunaens samlede biomasse beregnet til 2,87 tons, svarende til 574 kg/ha.

Søens fiskefauna er med hensyn til sammensætning og struktur karakteristisk for små, lavvandede og meget næringsrige søer. Fuglesø kan endvidere karakteriseres som en *geddesø*, dels fordi rovfiskebiomassen er domineret af *gedde*, og dels fordi *aborre*-biomassen er ringe. *Aborrrens* ringe betydning skyldes dels en meget hård fødekonekurrence fra *brasen* og dels et betydeligt prædationstryk fra *gedden*.

Ser man fiskefaunaen i forhold til søens næringsstofstatus, viser det sig, at den samlede biomasse ligger nær det niveau, der erfaringsmæssigt kendes fra en lang række søer. Derudover viser det sig, at søen med hensyn til den relative rovfiskebiomasse også ligger nær det forventede niveau.

Konsekvensen er, at søens næringsstofniveauer, særlig fosforniveauet, skal reduceres ganske væsentligt, førend der er grundlag for en varig forandring af fiskefaunaens sammensætning og struktur. Indtil da kan det forventes, at fiskefaunaen vil kunne bevare en sammensætning og struktur som i dag, da små, dyreplanktonædende individer dominerer sammen med en bestand af større, bundlevende *brasener*.

8.3. Sammenligning med tidligere undersøgelser

Fiskefaunaen i Fuglesø blev første gang undersøgt i 1990 (Frederiksborg Amt, 1991). Dengang blev der foruden de i 1995 registrerede arter tillige registreret *suder* og *karuds*, men begge arter udgjorde dengang kun en meget ringe del af den samlede fangst, og kan i kraft af ringe individtæthed være blevet overset i 1995, idet det ikke er sandsynligt, at de er forsvundet fra søen.

Resultaterne af den første fiskeundersøgelse i 1990 er på et enkelt område væsentligt forskellige fra undersøgelsen i 1995, idet den estimerede biomasse for 1995 er 574 kg/ha mod 328 kg/ha for 1990, se tabel 8.

	Skalle	Aborre	Brasen	Gedde	Ål	Øvrige	Alle arter
1990	143 (43,7%)	14 (4,2%)	99 (30,2%)	15 (4,6%)	36 (10,9%)	10 (3,1%)	328 (100%)
1995	240 (41,8%)	24 (4,2%)	139 (24,3%)	51 (8,9%)	85 (14,8%)	9 (1,6%)	574 (100%)

Tabel 8. Oversigt over den estimerede biomasse (kg/ha) samt biomassens fordeling på de enkelte arter i Fuglesø i 1990 og 1995.

Strukturmæssigt er der dog ikke sket nævneværdige forandringer af søens fiskefauna, se figur 30 og 31, og når der tages hensyn til den indbyggede metode- og tidsmæssige usikkerhed, kan fiskefaunaen karakteriseres som strukturelt uforandret, men med en højere samlet biomasse. Den højere biomasse i 1995 har stort set samme fordeling på de enkelte arter som i 1990, og det betyder, at det ikke er miljøbettinget favorisering af enkelte arter, som er årsagen, men derimod favorisering af samtlige betydende arter.

Den registrerede biomassestigning er sket samtidig med at søens sommermiddelkoncentration af total-fosfor har været faldende. Ændringen har dog ikke været stor nok til på afgørende vis at ændre fiskefaunaen. Søen ligger stadig langt fra det fosforniveau (50-100 $\mu\text{g/l}$ total-P), hvor der erfaringsmæssigt kan ske eller skabes varige forandringer af fiskefaunaen, og det betyder, at der ikke er noget reelt grundlag for at ændre fiskefaunaen i Fuglesø gennem opfiskning.

9. Samlet vurdering

Undersøgelserne i 1995 har i vid udstrækning bekræftet det billede, som de forudgående års undersøgelser har givet, nemlig at Fuglesø er en lille, meget næringsrig sø, hvor et veludviklet, næringskrævende planteplankton sammen med en særdeles veludviklet, skidtfiskdomineret fiskefauna er de mest fremtrædende biologiske komponenter.

1995 har været et år præget af betydelig afstrømning og dermed også betydelig næringsstofftilførsel i årets første fire måneder, mens de resterende måneder har været præget af ringe nedbør og derfor også forholdsvis ringe vand- og næringsstofftilførsel til søen.

Dette nedbørsmønster har bl.a. resulteret i, at vandets teoretiske opholdstid i søen har varieret fra kun 11 døgn i februar til 209 døgn i august. Og i, at 2/3 af den samlede kvælstof- og fosfortilførsel har fundet sted i årets første fire måneder.

Forløbet af både vand- og næringsstofftilførslerne har efter alt at dømme haft afgørende indflydelse på variationen af en række tilstandsvariabler i søen. Selvom de vejrsmæssige forudsætninger for lagdeling var til stede fra tidligt på sommeren, var vandets opholdstid for kort til, at lagdelingen resulterede i en markant iltsvindsbetinget fosforfrigivelse fra sedimentet. Det skete først senere på sommeren, da opholdstiden var blevet tilstrækkelig lang til ikke at hindre et udtalt iltsvind i bundvandet. Frigivelsen af fosfor var efter alt at dømme meget stor, idet der i august og især i september var en meget stor nettotransport af fosfor ud af søen, samtidig med at søvandet var præget af stærkt forhøjede koncentrationer af både total-fosfor og ortofosfat.

Den store nettotransport ud af søen i august og september er den direkte årsag til, at massebalancen på årsbasis kun viser en meget lille tilbageholdelse af fosfor. Til gengæld har søen haft stor kapacitet til at denitrificere og sedimentere en stor del af den tilførte kvælstofmængde med det resultat, at der har været et markant fald i vandets indhold af kvælstof frem gennem sommeren.

For hele perioden 1989-1995 er der for både kvælstof og fosfor registreret stigende tilførsler frem til 1994, der var et særdeles nedbørsrigt år, mens tilførslerne i 1995, på grund af mindre nedbør, og dermed mindre afstrømning, har ligget noget lavere end i 1994. Denne proportionalitet mellem afstrømning og næringsstofftilførsel indikerer, at betydelige mængder næringsstoffer tilbageholdes i tilløbet i forbindelse med små vandføringer, og at de skylles ud i søen i forbindelse med store vandføringer. Fuglesø er således meget påvirket af nedbørs- og afstrømningsmønsteret.

De store næringsstofftilførsler er på grund af søens ringe størrelse årsag til en stor arealspecifik næringsstofbelastning, og det er dette høje belastningsniveau, der er den direkte årsag til, at søens vand er meget uklart, særlig i sommerhalvåret, hvor der opbygges høje planteplanktonbiomasser, som både i levende tilstand og efterfølgende som detritus mv. udgør hovedparten af partikelmængden i vandet. Modsat mange andre søer har suspenderet sediment antagelig kun ringe betydning, idet søen er lille og ligger meget vindbeskyttet i terrænet.

Forløbet af kvælstofkoncentrationerne i søen viser, at der i 1995 blev nået et lavt niveau for uorganisk kvælstof i august, samtidig med at der skete en markant iltsvindsbetinget frigivelse af fosfor fra søbunden. Det kan have bragt kvælstof i underskud, således at der kortvarigt har været kvælstofbegrænsning i søen, hvilket kan have sat grænsen for, hvor stor sommerens planteplanktonbiomasse har kunnet blive. På årsbasis har søens vand haft et stort overskud af kvælstof, hvilket kommer til udtryk i et N:P-forhold i søvandet på gennemsnitlig 33.

Set i forhold til hele perioden siden 1989 har 1995 ikke adskilt sig nævneværdigt, idet vandet har været uforandret uklart, til trods for de nedbørsbestemte variationer i søens øvrige fysiske og kemiske variabler.

Planteplanktonet i Fuglesø har i 1995, som i de forudgående år, bestået af næringskrævende arter med blågrønalger som den dominerende gruppe. De har gennem hele perioden udgjort omkring 2/3 af hele biomassen med kiselalger som den næstvigtigste gruppe. Forholdet mellem de to planktongrupper er utvivlsomt bestemt af bl.a. vand- og næringsstofftilførslen, idet de små, hurtigtvoksende kiselalger er bedst i stand til at udnytte de høje næringsstofkoncentrationer først og til dels også sidst på året, da opholdstiden er kort, og søen ikke er lagdelt, mens de mere langsomtvoksende blågrønalger klarer sig bedre i forbindelse med sommerens længere opholdstid og lagdelingen af vandmasserne. År-til-år-variationer i forholdet mellem de to grupper samt i planteplanktonbiomassens størrelse kan sandsynligvis i vid udstrækning tilskrives forskelle i vand- og næringsstofftilførslerne og lagdelingen af vandmasserne samt variationsmønsteret. Men derudover kommer selvfølgelig indflydelsen fra dyreplanktonet.

Dyreplanktonet i Fuglesø har i 1995, som i de forudgående år, været helt domineret af vandlopper, som er den krebsdyrgruppe, der klarer sig bedst i næringsrige søer med en stor biomasse af små, dyreplanktonædende skidtfisk. Dyreplanktonets muligheder for at kontrollere mængden af planteplankton er imidlertid ikke blot begrænset af fiskene. Også planteplanktonets størrelsesmæssige struktur har betydning, og med ca. 2/3 af planteplanktonbiomassen beliggende i gruppen af store, for dyreplanktonet utilgængelige former, er mulighederne for en effektiv kontrol meget ringe. Det har i 1995 været afspejlet i middelgræsningstryk så lave som 50% på de små og mellemstore former og 20% på hele planteplanktonet.

Som allerede nævnt er der ingen tvivl om, at fiskene i søen spiller en meget stor rolle for søens tilstand gennem indflydelsen på dyreplanktonet, og dermed på planteplanktonet og på vandets klarhed. Fuglesø har både i 1990 og i 1995 vist sig at huse en særdeles stor biomasse af dyreplanktonædende skidtfisk, først og fremmest *skalle*, som erfaringsmæssigt øver et meget stort prædationstryk på dyreplanktonet. Fiskefaunaen er endvidere præget af en meget dårligt udviklet rovfiskebestand, idet *aborre* kun er repræsenteret af små individer, og *gedde* kun er repræsenteret af få, men til gengæld store individer. Sidstnævnte er ganske vist årsag til, at rovfiskebiomassen er forholdsvis høj, men strukturen gør, at rovfiskene er helt ude af stand til at kontrollere søens skidtfiskebestand.

Fiskefaunaens sammensætning og formodede negative indflydelse på søens tilstand gør det nærliggende at tænke på opfiskning af skidtfiskene og udsætning af rovfisk som midler til at forbedre tilstanden. Men søens næringsstofniveauer ligger så højt, at det er utænkeligt, at indgrebene vil kunne få varig effekt. Selv efter fjernelse af søens skidtfisk vil hele det næringsstofmæssige grundlag, incl. variationsmønstret, være uforandret til fordel for dominans af blågrønalger, som kun vanskeligt vil kunne reguleres af et bedre udviklet dyreplankton. En del af forklaringen herpå er, at det er vanskeligt at reducere den udefra kommende kvælstofmængde, og at søens sediment rummer en stor pulje af fosfor, som i forbindelse med iltsvindsbetinget frigivelse kan komplettere næringsstofgrundlaget for et veludviklet planteplankton med dominans af blågrønalger.

Forudsætningen for at nå en bedre tilstand i Fuglesø, for hvilken der ganske vist ikke er fastlagt særlige tilstandsmæssige krav, er derfor, at den eksterne næringsstofbelastning nedbringes meget markant, samtidig med at søens interne fosforpulje fjernes eller frigives og udsluses fra søen via afløbet. Først da kan indgreb i fiskefaunaen forventes at få nogen effekt på tilstanden.

10. Referencer

- DMU 1995. Noter vedrørende fordampning fra en sø. (Upubliceret)
- Fiskeøkologisk Laboratorium 1995. Fiskebestanden i Fuglesø august 1995.
- Frederiksborg Amt 1991. Fuglesø 1990. Vandmiljøovervågning.
- Frederiksborg Amt 1995. Fuglesø - tilstand og udvikling 1994. Vandmiljøovervågning nr. 19.
- Frederiksborg Amt 1996. Fuglesø, vand- og stofbalance 1995. Beregningsforudsætninger. (upubliceret notat).
- Jensen, J.P., E. Jeppesen, M. Søndergaard, J. Windolf, T.L. Lauridsen, & L. Sortkjær. Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. 116 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 139.
- Miljøbiologisk Laboratorium 1996. Fuglesø 1995 - Plante- og dyreplankton.
- Søndergaard, M., J. Windolf & E. Jeppesen 1995. Fosfor i søbunden af Overvågnings-søerne. Vand & Jord. 2. årg. 4. Side 175-178.
- Vandkvalitetsinstituttet 1996. Sedimentanalyser fra Fuglesø 1995. (Upubliceret notat).

Bilag

Bilag 1. Månedlige vand- og næringsstofbalancer for Fuglesø 1995

Bilag 2. Vand- og næringsstofbalancer for Fuglesø 1989-1995

Bilag 3. Oversigt over målte tilstandsvariabler i Fuglesø 1995

Bilag 3.1. Fysiske og kemiske variabler i de frie vandmasser

Bilag 3.2. Profilmålinger af ilt og temperatur

Bilag 4. Års- og sommermiddelværdier af målte tilstandsvariabler i Fuglesø 1985-1995

Bilag 5. Sedimentanalyse i Fuglesø 1995

Bilag 1. Månedlige vand- og næringsstofbalancer for Fuglesø 1995

Vandbalance

Alle værdier er i kubikmeter.

Bidraget fra oplandet er beregnet ud fra afstrømningen fra søen efter indregning af nedbør, fordampning og volumenændring.

Volumenændringen er bestemt ud fra vandspejlskoterne ved måneds begyndelse og slutning.

Hydraulisk opholdstid

Alle værdier er i døgn.

Kvælstof- og fosforbalance

Alle værdier er i kg.

Bidraget fra det umålte opland er beregnet ud fra den arealvægtede afstrømning og de afstrømningsvægtede middelkoncentrationer i vandet fra lignende oplande (Frederiksborg Amt, 1996).

Bidraget fra atmosfæren er fordelt på de enkelte måneder ved hjælp af nedbørsmængden i de enkelte måneder i forhold til årsnedbøren.

Vandbalance	J	F	M	A	M	A	M	J	J	J	A	S	O	N	D	Året
Spangebæk	189773,58	214781,13	122909,43	132841,51	81939,62	65977,36	36979,25	22967,92	36003,77	33964,15	54981,13	40969,81	1034088,68			
Ummålt opland	24042,88	27211,15	15571,70	16830,02	10381,13	8358,83	4684,99	2909,86	4561,41	4303,00	6965,69	5190,57	131011,23			
Nedbør	4200,00	2850,00	1800,00	2950,00	2850,00	2800,00	1400,00	1000,00	4900,00	1900,00	1700,00	1200,00	29550,00			
Fordampning	-355,00	-625,00	-1480,00	-2965,00	-4540,00	-4985,00	-6235,00	-5725,00	-2165,00	-1390,00	-460,00	-245,00	-31170,00			
Øvrige	-17124,51	6095,76	11034,58	-18642,24	-4587,90	-28708,33	-18545,72	-5314,88	-10621,61	-10284,30	-3861,14	-2019,63	-102579,91			
Samlet tilførsel	200536,96	250313,04	149835,71	131014,29	86042,86	43442,86	18283,52	15837,91	32678,57	28492,86	59325,68	45095,74	1060900,00			
Fraførsel	200200,00	253400,00	151800,00	131500,00	82200,00	50300,00	20300,00	14500,00	30000,00	27100,00	56100,00	43500,00	1060900,00			
Volumenændring	336,96	-3086,96	-1964,29	-485,71	3842,86	-6857,14	-2016,48	1337,91	2678,57	1392,86	3225,68	1595,74	0,00			

Opholdstid	15	11	20	22	37	58	149	209	98	112	52	70	34
------------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	----	-----	----	----	----

Kvælstofbalance	J	F	M	A	M	A	M	J	J	J	A	S	O	N	D	Året
Spangebæk	1871,51	2118,13	1212,11	1310,06	808,07	650,66	364,68	226,51	355,06	334,95	542,21	404,04	10198,00			
Ummålt opland	197,83	223,90	128,13	138,48	85,42	68,78	38,55	23,94	37,53	35,41	57,32	42,71	1078,00			
Atmosfæren	14,21	9,64	6,09	9,98	9,64	9,48	4,74	3,38	16,58	6,43	5,75	4,06	100,00			
Samlet tilførsel	2083,56	2351,68	1346,33	1458,53	903,14	728,91	407,97	253,83	409,18	376,78	605,28	450,81	11376,00			
Samlet fraførsel	1667,00	2166,00	1162,00	823,00	440,00	210,00	55,00	36,00	86,00	71,00	201,00	189,00	7106,00			
Tilbageholdelse	416,56	185,68	184,33	635,53	463,14	518,91	352,97	217,83	323,18	305,78	404,28	261,81	4270,00			

Fosforbalance	J	F	M	A	M	A	M	J	J	J	A	S	O	N	D	Året
Spangebæk	19,27	21,81	12,48	13,49	8,32	6,70	3,75	2,33	3,66	3,45	5,58	4,16	105,00			
Ummålt opland	2,57	2,91	1,66	1,80	1,11	0,89	0,50	0,31	0,49	0,46	0,74	0,55	14,00			
Atmosfæren	0,11	0,07	0,05	0,07	0,07	0,07	0,04	0,03	0,12	0,05	0,04	0,03	0,75			
Samlet tilførsel	21,95	24,79	14,19	15,36	9,50	7,66	4,29	2,67	4,27	3,96	6,37	4,75	119,75			
Samlet fraførsel	19,30	20,60	11,00	11,00	7,70	4,90	3,40	5,50	10,80	4,70	6,60	4,10	109,60			
Tilbageholdelse	2,65	4,19	3,19	4,36	1,80	2,76	0,89	-2,83	-6,53	-0,74	-0,23	0,65	10,15			

Bilag 2. Vand- og næringsstofbalancer for Fuglesø 1989-1995

Vandbalance	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Vandtilførsel 1)	0,58	0,66		0,85	0,96	1,530	1,165
Nedbør	0	0			0	0,043	0,030
Samlet tilførsel	0,58	0,66			0,96	1,573	1,195
Vandfraførsel 2)	0,45	0,52		0,62	0,68	1,327	1,030
Fordampning	0	0			0	0,034	0,031
Samlet fraførsel	0,45	0,52		0,62	0,68	1,361	1,061
Fosforbalance	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Udledt spildevand i alt 3)	0,446	0,176		0,441	0,15	0,203	0,194
som fordeler sig på							
a) byspildevand	0,39	0,12		0,345	0,077	0,131	0,125
b) regnvandsbetingede udløb	0,02	0,02		0,060	0,034	0,037	0,033
c) industri	0	0		0	0	0	0
d) dambrug	0	0		0	0	0	0
e) spredt bebyggelse	0,036	0,036		0,036	0,036	0,036	0,036
Diffus tilførsel 4)	-0,34	-0,05		-0,31	0	-0,007	-0,074
Atmosfærisk deposition	0	0		0	0	0,001	0,001
Øvrige 6)	0	0		0	0	0	0
Samlet tilførsel 7)	0,110	0,130		0,128	0,152	0,197	0,120
Samlet fraførsel 8)	0,070	0,090		0,075	0,098	0,149	0,110
Kvælstofbalance	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Udledt spildevand i alt 3)	2,39	2,67		4,105	5,31	7,339	7,030
som fordeler sig på							
a) byspildevand	2,21	2,49		3,77	5,057	7,040	6,745
b) regnvandsbetingede udløb	0,07	0,07		0,225	0,136	0,149	0,133
c) industri	0	0		0	0	0	0
d) dambrug	0	0		0	0	0	0
e) spredt bebyggelse	0,15	0,15		0,15	0,15	0,152	0,152
Diffus tilførsel 4)	3,13	4,54		5,48	5,72	9,015	4,346
Atmosfærisk deposition	0,10	0,10		0,10	0,10	0,10	0,10
Øvrige 6)	0	0		0	0	0	0
Samlet tilførsel 7)	5,62	7,31		9,68	11,127	16,454	11,376
Samlet fraførsel 8)	1,83	2,77		3,54	4,80	10,411	7,106

Vandbalance: alle værdier er i mill. kubikmeter.

Fosfor- og kvælstofbalance: alle værdier er i tons.

- 1) Alle kilder excl. nedbør
- 2) Alle tab excl. fordampning
- 3) Opgjort efter retningslinierne for punktkilder
- 4) Beregnet som forskel mellem samlet tilførsel og punktkilder

Bilag 3. Oversigt over målte tilstandsvariabler i Fuglesø 1995

Bilag 3.1. Oversigt over målte tilstandsvariabler i de frie vandmasser i Fuglesø 1995

Bilag 3.2. Profilmålinger i Fuglesø 1995

Dato	Ledningsevne µS/cm	Ph	Total-alkalinitet mmol/l	Suspenderet stof mg/l	COD-ausp. stof mg/l	NH ₃ +NH ₄ -N mg/l	NO ₃ +NO ₂ -N mg/l	Total-N mg/l	PO ₄ -P mg/l	Total-P mg/l	Jern mg/l	Silicium mg/l	Klorofyll-a µg/l	Styrdybde m
Overflade														
950216	91,6	8	5,07	5,4	2,5	0,28	6,96	8,19	0,05	0,1	0,19	6,1	4	2,00
950316	87,5	8,3	5,24	9,2	6,9	0,01	7	8,06	0,01	0,07	0,24	4,5	77	1,25
950329	89	8,5	5,26	6,8	5,5	0,01	6,66	7,73	0,01	0,08	0,09	3,8	23	1,60
950419	85,8	8,3	5,08	8,1	7,1	0,02	5,77	6,47	0,01	0,1	0,18	3,8	36	1,25
950504	85,5	8,45	5,29	9,9	9,45	0,01	4,86	5,805	0,01	0,09	0,1	2,9	32	1,00
950517	86,2	8,5	5,36	9	10	0,01	4,22	5,32	0,01	0,1	0,18	3,9	59	0,70
950531	83,2	8,5	4,85	9	5,1	0,01	4,03	5,43	0,01	0,1	0,94	4,2	53	1,00
950614	79,5	8,3	4,88	11	10,55	0,055	3,025	4,28	0,01	0,095	0,09	4,85	47	1,10
950628	73,5	8,35	4,4	10	15,5	0,04	2,04	3,555	0,01	0,085	0,065	5,3	62	0,90
950713	64,8	8,55	3,33	34	27,5	0,025	0,99	2,95	0,01	0,21	0,16	3,5	190	0,55
950726	69,6	8,6	3,4	29	22	0,01	0,86	2,75	0,02	0,27	0,23	4,9	200	0,50
950808	60,2	8,6	2,41	23	25	0,05	0,05	2,285	0,055	0,32	0,19	4,1	200	0,55
950823	60	9,2	2,43	21	21	0,01	0,01	2,06	0,13	0,35	0,14	4,1	140	0,50
950906	61,5	9	2,97	21	21	0,05	0,68	2,46	0,22	0,4	0,15	5,2	110	0,60
950920	64,5	8,8	3,1	25	24	0,08	0,92	2,97	0,13	0,35	0,21	5,8	145	0,40
951004	68	8,5	3,25	7,6	6,6	0,11	1,51	2,98	0,1	0,18	0,15	6,3	29	1,30
951031	72,5	8	3,76	8,5	6,9	0,29	2,03	3,41	0,09	0,16	0,11	4,0	57	1,20
951114	78	8	3,96	3	2,7	0,2	2,54	3,59	0,07	0,12	0,08	4,4	25	2,00
Bund														
950204		8,4	5,30		10,0	0,01	4,72	5,85	0,01	0,09	0,10	3,0		
950614		8,2	4,94		9,1	0,10	3,13	4,39	0,01	0,10	0,12	5,0		
950628		8,3	4,62		16,0	0,06	2,12	3,55	0,01	0,09	0,08	5,5		
950713		8,5	3,50		25,0	0,03	1,09	3,15	0,01	0,210	0,15	3,7		
950808		8,4	2,56		21,0	0,09	0,09	2,32	0,10	0,360	0,19	4,3		

Dato	Dybde (m)	Temperatur (° C)	Ilt (mg/l)	Iltmætning (%)
950216	0,0	3,3	10,8	82
950216	1,0	3,3	10,9	82
950216	2,0	3,3	10,9	82
950216	3,0	3,3	10,9	83
950316	0,0	3,3	16,6	124
950316	1,0	3,2	16,5	124
950316	2,0	3,2	16,4	123
950316	2,5	3,2	15,8	119
950316	2,8	3,1	15,4	119
950329	0,0	4,3	14,3	114
950329	1,0	4,2	14,6	114
950329	2,0	4,1	14,5	113
950329	2,9	4,1	14,4	114
950419	0,0	7,0	11,2	97
950419	1,0	7,0	11,5	99
950419	2,0	7,0	11,6	99
950419	2,5	7,0	11,8	101
950504	0,0	14,7	12,6	125
950504	1,0	14,4	12,7	126
950504	1,5	13,4	11,0	108
950504	2,0	11,9	10,1	94
950504	2,5	11,3	7,5	70
950517	0,0	11,5	13,0	121
950517	1,0	11,5	13,0	121
950517	2,0	11,3	13,0	120
950517	2,5	11,1	12,2	112
950531	0,0	17,1	9,9	105
950531	0,5	17,1	10,0	106
950531	1,0	17,1	9,8	103
950531	1,5	17,1	9,7	103
950531	2,0	16,6	7,8	81
950531	2,5	15,4	3,2	32
950614	0,0	17,1	13,0	137
950614	0,5	17,1	13,3	139
950614	1,0	17,1	13,3	139
950614	1,5	16,6	10,2	104
950614	2,0	15,9	4,6	47
950614	2,5	15,5	1,6	16
950628	0,0	21,7	15,5	178
950628	0,5	21,6	15,7	180
950628	1,0	21,3	15,2	172
950628	1,5	18,7	11,0	119
950628	2,0	17,2	4,9	51
950628	2,5	16,4	0,8	7
950713	0,0	23,3	18,6	195
950713	1,0	21,1	17,2	196
950713	2,8	19,1	11,3	125
950726	0,0	20,3	11,9	134

Dato	Dybde (m)	Temperatur (° C)	Ilt (mg/l)	Iltmætning (%)
950726	0,5	19,9	10,8	121
950726	1,0	19,7	9,0	100
950726	1,5	19,6	8,2	91
950726	2,0	19,5	7,6	86
950726	2,5	19,3	7,5	83
950808	0,0	22,2	12,0	141
950808	0,5	22,2	12,4	145
950808	1,0	22,1	11,5	135
950808	1,5	21,9	8,4	96
950808	2,0	21,8	6,1	72
950808	2,5	21,1	0,1	1
950823	0,0	22,9	14,2	170
950823	0,5	22,8	14,0	163
950823	1,0	22,4	12,8	151
950823	1,5	21,8	5,3	62
950823	2,0	21,4	2,1	22
950823	2,5	20,4	0,7	8
950906	0,0	16,3	11,2	117
950906	0,5	16,3	11,1	115
950906	1,0	16,1	10,7	111
950906	1,5	15,9	10,4	107
950906	2,0	15,9	11,2	116
950906	2,5	15,8	10,7	111
950920	0,0	14,4	9,0	90
950920	0,5	14,4	8,9	90
950920	1,0	14,4	9,0	90
950920	1,5	14,4	8,9	90
950920	2,0	14,3	9,0	91
950920	2,5	14,3	9,0	91
951004	0,0	11,4	10,4	98
951004	0,5	11,4	10,4	98
951004	1,0	11,2	10,3	96
951004	1,5	11,0	9,7	89
951004	2,0	10,9	9,3	87
951004	2,5	10,7	8,7	80
951031	0,0	8,5	9,3	82
951031	1,0	8,5	9,4	83
951031	2,0	8,5	9,4	82
951031	2,5	8,4	9,2	80
951114	0,0	4,0	9,7	75
951114	1,0	4,0	9,7	76
951114	2,0	4,1	9,6	76
951114	2,5	4,4	9,0	71

Bilag 4. Års- og sommermiddelværdier af målte tilstandsvariabler i Fuglesø 1985-1995

Årstal		1989	1990	1992	1993	1994	1995
Sigtdybde i m	Gennemsnit	1,08	1,10	1,03	1,11	1,19	1,16
	Median	1,02	1,04	1,08	1,00	1,00	1,12
Sigtdybde i m (1/5-30/9)	Gennemsnit	0,64	0,62	0,68	0,70	0,75	0,72
	Median	0,61	0,60	0,70	0,67	0,70	0,63
Klorofyl a i $\mu\text{g/l}$	Gennemsnit	72,70	82,37	75,32	85,30	82,94	62,65
	Median	46,00	49,96	54,25	45,86	60,25	44,46
Klorofyl a i $\mu\text{g/l}$ (1/5-30/9)	Gennemsnit	119,3	144,0	121,5	156,8	141,6	112,0
	Median	113,1	153,1	130,6	163,8	109,2	114,6
Silikat i mg/l	Gennemsnit	4,69	5,69	4,10	3,18	3,36	4,85
	Median	5,30	5,97	4,37	3,21	3,60	4,73
Silikat i mg/l (1/5-30/9)	Gennemsnit	3,31	5,12	3,43	2,32	2,38	4,45
	Median	3,70	4,40	3,60	2,60	2,56	4,35
$\text{NH}_4\text{-H}$ i mg/l	Gennemsnit	0,16	0,06	0,08	0,09	0,17	0,12
	Median	0,08	0,03	0,04	0,03	0,17	0,05
$\text{NH}_4\text{-H}$ i mg/l (1/5-30/9)	Gennemsnit	0,16	0,02	0,06	0,02	0,04	0,02
	Median	0,05	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01
$\text{NO}_2\text{-N}$ i mg/l	Gennemsnit	1,53	2,76	3,02	4,02	4,35	3,60
	Median	1,22	2,71	2,89	4,16	4,07	3,48
$\text{NO}_2\text{-N}$ i mg/l (1/5-30/9)	Gennemsnit	0,35	0,69	0,89	0,89	1,51	1,85
	Median	0,16	0,01	0,13	0,26	0,89	1,10
TOT-N i mg/l	Gennemsnit	3,26	4,63	4,66	5,50	6,02	4,97
	Median	2,61	4,15	4,01	5,40	5,21	4,71
TOT-N i mg/l (1/5-30/9)	Gennemsnit	2,57	3,31	2,89	2,58	3,64	3,51
	Median	2,39	3,16	2,64	2,41	3,14	2,97
pH	Gennemsnit	8,50	8,50	8,34	8,43	8,27	8,35
	Median	8,37	8,34	8,30	8,30	8,10	8,40
pH (1/5-30/9)	Gennemsnit	8,79	8,80	8,54	8,77	8,58	8,66
	Median	8,82	9,10	8,52	8,75	8,57	8,60
$\text{PO}_4\text{-P}$ i mg/l	Gennemsnit	0,13	0,17	0,10	0,06	0,07	0,05
	Median	0,12	0,08	0,05	0,03	0,06	0,05
$\text{PO}_4\text{-4}$ i mg/l (1/5-30/9)	Gennemsnit	0,18	0,24	0,16	0,10	0,08	0,05
	Median	0,20	0,21	0,20	0,09	0,01	0,01
TOT-P i mg/l	Gennemsnit	0,25	0,29	0,23	0,18	0,18	0,15
	Median	0,21	0,17	0,11	0,11	0,14	0,11
TOT-P i mg/l (1/5-30/9)	Gennemsnit	0,38	0,45	0,37	0,31	0,26	0,21
	Median	0,41	0,48	0,46	0,30	0,21	0,22
COD par. i mg/l	Gennemsnit	13,35	13,66	12,34	13,09	9,93	10,93
	Median	7,85	8,85	11,96	8,88	5,57	6,72
COD par. i mg/l (1/5-30/9)	Gennemsnit	22,66	23,37	19,42	22,43	18,17	17,93
	Median	23,15	21,98	19,33	21,59	17,74	21,00

Bilag 5. Sedimentanalyse i Fuglesø 1995

Station	Letals, PO ₄ -P		Letals, total-P		Fe-bundet PO ₄ -P		Fe-bundet total-P		Al-bundet PO ₄ -P		Al-bundet total-P		Ca-bundet PO ₄ -P		Ca-bundet total-P		Organisk bundet P		Total-P		Torsulf		Glødetab		Total-N		Jern		Calcium	
	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	g/kg VV	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	mg/g TS	mg/g TS	mg/g TS	mg/g TS	
Station A																														
0-2 cm	2	3	456	602	35	220	424	502	4493	5820	131	151	11	1	26															
2-5 cm	2	3	411	635	33	207	341	466	999	2310	133	157	9,6	2	34															
5-10 cm	2	3	351	650	30	191	403	453	74	1370	158	152	9,6	2	43															
10-20 cm	7	8	291	354	24	121	604	609	208	1300	202	135	7,2	3	51															
20-30 cm	15	16	262	351	16	82	482	508	213	1170	247	122	7,6	4	58															
Station B																														
0-2 cm	8	10	687	1180	4	286	330	374	91	1940	119	169	10	2	30															
2-5 cm	5	6	355	562	6	229	369	432	350	1580	139	153	9,6	2	35															
5-10 cm	3	5	283	382	34	193	374	414	276	1270	169	156	8,1	2	39															
10-20 cm	3	4	228	415	23	112	424	425	104	1060	219	137	7,1	3	45															
20-30 cm	36	39	414	630	31	154	733	777	-60	1540	217	143	8,6	3	44															
Station C																														
0-2 cm	9	11	745	1398	66	318	371	428	-75	2080	110	167	10	2	25															
2-5 cm*																														
5-10 cm	2	3	370	416	33	206	367	414	201	1240	161	153	7,9	2	29															
10-20 cm	5	7	357	475	35	180	485	527	21	1210	180	155	7,9	3	36															
20-30 cm	13	15	460	597	35	190	672	697	171	1670	187	156	9	3	42															
Gennemsnit for St. A - St. C																														
0-2 cm	6	8	629	1060	35	275	375	435	1503	3280	120	162	10	1	27															
2-5 cm	4	5	383	599	20	218	355	449	675	1945	136	155	10	2	35															
5-10 cm	2	4	335	483	32	197	381	427	184	1293	163	154	9	2	37															
10-20 cm	5	6	292	415	27	138	504	520	111	1190	200	142	7	3	44															
20-30 cm	21	23	379	526	27	142	629	661	108	1460	217	140	8	3	48															

* Data mangler

Bilag 6. Liste over tidligere undersøgelser og rapporter

Vandkvalitetsinstituttet, 1974. Undersøgelse af Spangebækken, Fuglesø og Damvad Å. Rapport til Stenløse Kommune.

Jensen, I., 1983. Recipientundersøgelser af Fuglesø 1981-1982. Specialrapport. Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet.

Forundersøgelse af de mindre søer i Amtskommunen, Frederiksborg Amt, 1984.

Fuglesø 1989. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium for Frederiksborg Amt, 1990. Vandmiljøundersøgelse nr. 5.

Fuglesø 1990. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium for Frederiksborg Amt, 1991. Vandmiljøundersøgelse nr. 6.

Mohr-Markmann, Fiskebiologisk Rådgivning, 1990. Fiskebestanden i Fuglesø. Standardiseret undersøgelse, sommeren 1990. Rapport til Frederiksborg Amt.

Fuglesø, Tilstand og udvikling 1990, recipientovervågning nr. 12, Frederiksborg Amt, 1991.

Fuglesø 1990, Frederiksborg Amt, Vandmiljøovervågning nr. 2, Waterconsult og Frederiksborg Amt, 1992.

Overvågnings søer, 1993, Tilstand og udvikling. Vandmiljøovervågning nr. 11. Frederiksborg Amt 1994.

Fuglesø, Oplandsanalyse. Udkast til rapport udarbejdet af COWIconsult for Stenløse Kommune og Frederiksborg Amt, 1993 (ikke publiceret)

Fuglesø 1992. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium for Frederiksborg Amt, 1993.

Fuglesø 1993. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium for Frederiksborg Amt, 1994.

Fuglesø 1994. Plante- og dyreplankton. Notat udført af Miljøbiologisk Laboratorium for Frederiksborg Amt, 1995.

Fuglesø - tilstand og udvikling 1994. Rapport udarbejdet af Frederiksborg Amt 1995. Vandmiljøovervågning nr. 19.

