



VIBORG AMT



V VANDMILJØ
overvågning

Miljø og teknik

Maj 1995

Vandmiljøplanens
overvågningsprogram

Nors sø 1994

1958

1959

1960

1961

1962

1963

Miljøtilstanden
i
Nors Sø
Status 1994
og
udvikling 1989-1994

DANMARKS
MILJØUNDERSØGELSER
BIBLIOTEKET
Vejsøvej 25, Postboks 314
8600 Silkeborg

Udarbejdet for:
Viborg Amt, Skottenborg 26, 8800 Viborg

Udarbejdet af:
Bio/consult, Johs. Ewalds Vej 42-44, 8230 Åbyhøj

Tekst:
Bjarne Moeslund

Rentegning:
Kirsten Nygaard

Redigering:
Berit Brolund

21.04.1995

MILJØUNDERSØGELSE
BIBLIOTEKET
Vejlsøvej 25, Postboks 314
8600 Silkeborg

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	I-II
Forord	1
1. Baggrundsmateriale	2
2. Beskrivelse af Nors Sø og det topografiske opland	3
2.1. Beskrivelse af søen	3
2.2. Målsætning og fredningsmæssige interesser	8
2.3. Rekreative interesser	8
2.4. Erhvervmæssige interesser	9
3. Vandbalance og stoftilførsel	10
3.1. Nedbør og fordampning	10
3.1.1. 1994	10
3.1.2. 1989-1994	10
3.2. Vandstand og volumenændringer i søen	11
3.2.1. 1994	11
3.2.2. 1981-1994	11
3.3. Vandbalance	12
3.3.1. 1994	12
3.3.2. 1989-1994	15
3.4. Hydraulisk opholdstid	16
3.5. Stofbelastning	17
3.5.1. Kvælstof og fosfor	17
3.5.2. 1989-1994	19
3.6. Baggrundsbelastning	19
4. De frie vandmasser - fysiske og kemiske forhold	20
4.1. Status 1994	20
4.1.1. Sigtdybde	20
4.1.2. Klorofyl-a	22
4.1.3. Suspenderet stof	22
4.1.4. Kvælstof	23
4.1.5. Fosfor	24
4.1.6. pH og alkalinitet	25
4.1.7. Silicium	26
4.2. Udvikling 1989-1994	26
5. Bundforhold og sediment	28

6. Plankton	29
6.1. Planteplankton 1994	29
6.1.1. Artssammensætning og biomasse	29
6.1.2. Størrelsesforhold	38
6.2. Planteplankton 1989-1994	39
6.2.1. Biomasse	39
6.2.2. Artssammensætning og struktur	40
6.3. Dyreplankton 1994	42
6.3.1. Artssammensætning og biomasse	42
6.4. Relationer mellem plante- og dyreplankton 1994	47
6.5. Dyreplankton 1989-1994	49
6.5.1. Biomasse	49
6.5.2. Artssammensætning og struktur	51
7. Bundvegetation	53
7.1. Artssammensætning	53
7.2. Hyppighed og dybdeudbredelse	54
7.3. Dækningsgrad og plantefyldt volumen	55
7.3.1. Effekten af ændret dækningsgradsskala	56
7.4. Status 1994 og udvikling 1993-1994	56
8. Bundfauna	59
9. Fisk	60
10. Samlet vurdering	61
11. Referencer	63

En sådan planktonstruktur er efterhånden blevet meget sjælden her i landet, og selvom plankton ikke har samme naturmæssige bevågenhed som vandplanter, fugle og fisk, er det dog en væsentlig og bevaringsværdig del af søens unikke biologiske indhold.

På grund af vandets klarhed findes der i søen en artsrig undervandsvegetation, der i 1994 har dækket mere end 50% af søens bund. I forhold til 1993 er der sket en mindre nedgang i mængden af vegetation, hvilket først og fremmest skyldes, at den gennemsnitlige dybdegrænse for fastsiddende vegetation er reduceret fra 7,25 m i 1993 til 5,50 m i 1994. Årsagerne hertil er, at sommervandstanden i 1994 har været ca. 0,4 meter højere end i 1993, at sommermiddelsigt dybden har været 0,4 meter lavere, og at der midt på sommeren, i forbindelse med voldsom blæst, skete løsrivning af meget store mængder vegetation i den ydre del af vegetationsbæltet.

Der foreligger ingen ældre undersøgelser, som disse forholdsvis dramatiske vegetationsmæssige forandringer kan sættes i relation til, men eftersom de er et resultat af naturlige vejr-mæssige hændelser, må de karakteriseres som en naturlig del af den dynamik, der karakteriserer Nors Sø.

Set under et er der ikke nogen af 1994-undersøgelsernes resultater, der ændrer den generelle opfattelse af Nors Sø som en meget ren og uforstyrret sø med et unikt biologisk indhold. Men det har været noget overraskende, at søens miljø trods alt er så dynamisk.

Eftersom søen er næsten upåvirket af menneskelige aktiviteter, må den observerede år-til-år-variation karakteriseres som naturlig variation. Variationens høje grad af tilfældighed skyldes antagelig især tilfældigheden i vejr- og nedbørsforholdene, der virker ind på søens fysiske, kemiske og biologiske forhold på en lang række områder

Trods den efterhånden bedre erkendelse af sømiljøets år-til-år-variationer er der ikke ændret ved den grundlæggende opfattelse af Nors Sø som en ren og uforstyrret sø. Det betyder, at målsætningen for søen også i 1994 må anses for opfyldt. Men på grund af den store betydning, som den landbrugsmæssige udnyttelse af oplandsarealerne har for andre søer, bør der holdes øje med effekterne af den landbrugsmæssige udnyttelse af arealerne i oplandet til Nors Sø. En fordobling af de nuværende næringsstofførsler har ingen betydning i landbrugsmæssig sammenhæng, men de kan have ødelæggende indflydelse på søens miljø.

Forord

Viborg Amt har i henhold til Miljøbeskyttelsesloven pligt til at føre tilsyn med tilstanden i vandløb, søer og kystnære områder. Derudover har amtet i henhold til Vandmiljøplanens Overvågningsprogram endvidere pligt til hvert år at gennemføre et intensivt tilsyn med de særligt udvalgte søer, Nors Sø og Hinge Sø.

Det intensive tilsyn med Nors Sø og Hinge Sø har fundet sted siden 1989. I 1994 blev det eksisterende program udvidet med vegetationsundersøgelser, og de indgår nu i normalprogrammet, foreløbig for en periode på 3 år, det vil sige til og med 1995.

Undersøgelserne er hvert år blevet afrapporteret efter de retningslinier, der er afstukket af Miljøstyrelsen og Danmarks Undersøgelser, og undersøgelsesresultater er årligt blevet indberettet til Danmarks Miljøundersøgelser, som har forestået den landsdækkende afrapportering.

Denne rapport indeholder en præsentation og vurdering af undersøgelsesresultater og data fra 1994. Disse data er endvidere indføjede i de eksisterende tidsserier, og der er foretaget en vurdering af udviklingen i søen frem til og med 1994. Med baggrund i Miljøstyrelsens "Paradigma for rapportering af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994" er der i rapporten lagt særlig vægt på betydningen af grundvandet for vand- og stofbalancerne.

1. Baggrundsmateriale

Indholdet af denne rapport er for 1994 baseret på følgende data og undersøgelsesresultater:

Fysiske og kemiske forhold i de frie vandmasser (Viborg Amt og Hedeselskabet)

Nedbør og fordampning (Afdeling for jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum)

Plante- og dyreplankton (Miljøbiologisk Laboratorium)

Bundvegetation (Bio/consult as) - afrapporteret i notatet "Vegetationsundersøgelser i Nors Sø 1994" (Viborg Amt, 1995)

Kilder til stofbelastning (Viborg Amt)

Oplandsafgrænsning (Viborg Amt og Hedeselskabet).

Hertil kommer tidligere årsrapporter (Viborg Amt, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994a).

Ud over de undersøgelser, der er gennemført i 1994, er der gennemført undersøgelse og beskrivelse af:

Bundfauna (Viborg Amt (ikke færdigbearbejdet))

Fisk (Mohr og Markmann) - afrapporteret i rapporten "Fiskebestanden i Nors Sø. Standardiseret undersøgelse i august 1991" (Viborg Amt 1993a)

Fisk (Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser) - afrapporteret i et upubliceret notat fra 1968

Sedimentkemi (Viborg Amt og Hedeselskabet)

Dybdeforhold, målforhold og volumenberegninger mv. (Bio/consult as)

Resultaterne af disse undersøgelser (undtaget bundfauna) er indarbejdet i de tidligere årsrapporter og er kun medtaget i denne rapport i det omfang, det er skønnet relevant for præsentationen og vurderingen af de seneste undersøgelsesresultater.

2. Beskrivelse af Nors Sø og det topografiske opland

2.1. Beskrivelse af søen

Nors Sø ligger i Thy, mellem Thisted og Hanstholm, ca. 5 km fra Vesterhavet, se kortet side 5.

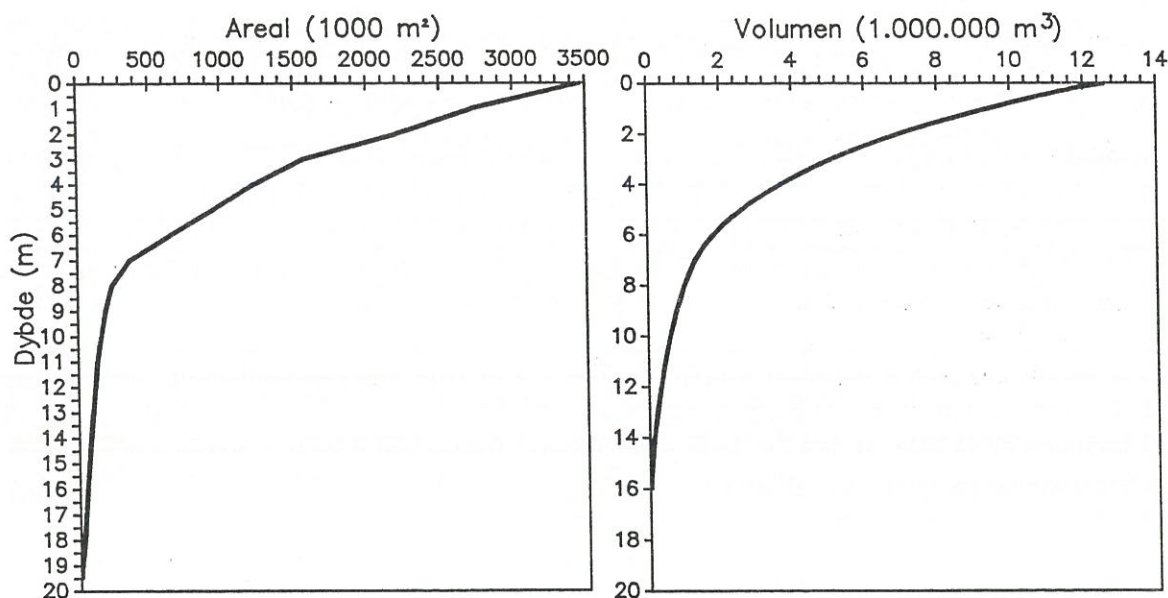
Nors Sø er senest opmålt i 1992, og dybdekortet er udtegnet ved vandspejlskote 13,67 m o. DNN, se dybdekortet side 6.

Nors Sø hører med et vandspejlsareal på 347 ha til blandt de større danske søer, men selvom den har en største dybde på 19,5 meter, kan den med en middeldybde på kun 3,64 meter ikke betegnes som en udpræget dyb sø - dertil er arealet af bundflader med stor dybde for ringe. De morfometriske data er vist i tabel 1.

Areal	m ²	3.469.307
Volumen	m ³	12.613.811
Største dybde	m	19,5
Middeldybde	m	3,64
Omkreds	m	10.400

Tabel 1. Morfometriske data for Nors Sø, baseret på opmålingen i 1992 og gældende ved vandspejlskote 13,67 m o. DNN.

Hypsografen og volumenkurven er vist i figur 1.



Figur 1. Hypsograf og volumenkurve for Nors Sø, gældende ved vandspejlskote 13,67 m o. DNN.



NORS SØ

THISTED KOMMUNE,
VIBORG AMT

0 100 200 300 400 500 m

Dybde: m

Rørsump:

Vandspejl: 13,67 m over DNN

Opmåling: Bio/consult as, april 1992

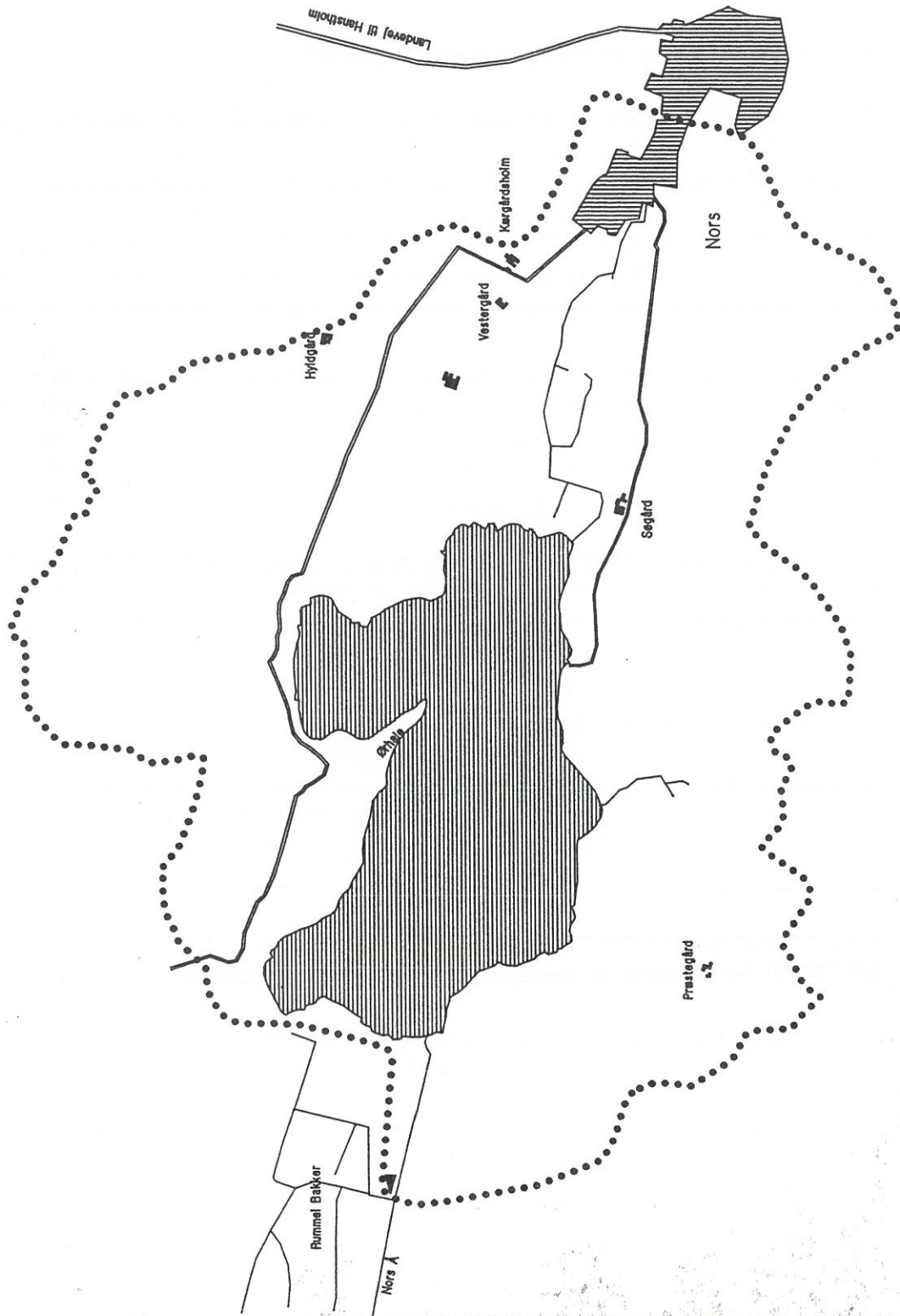
Flyfoto: Geoplan A/S, 19. maj 1992

Kartografi: Eva a/s

© Viborg Amt og Bio/consult as

Nors SØ

NORD



MÅ 1 : 25000

NORSØ 1.4021980

Afløbet fra Nors Sø, Nors Å, findes i den sydvestlige del af søen. Vandløbet er kunstigt og er anlagt på baggrund af en landvæsenskommissionskendelse af 30. juni 1863 (Hedelskabet, 1969) med det formål at afvande de lavtliggende arealer langs søens østside.

Afløbet har ikke været vandførende i perioden 1989-1994, idet vandløbets bund ligger over det vandspejl, som har været i søen i de senere år. I 1994 har der for første gang i perioden været vandføring i afløbet, der som følge af de mange års tørlægning er groet temmelig kraftigt til med vand- og sumpplanter.

2.2. Målsætning og fredningsmæssige interesser

Nors Sø er en næringsfattig, alkalisk og meget ren sø af en type, som er meget sjælden her i landet. På grund af beliggenheden i et af landets tyndest befolkede områder, og på grund af manglen på overjordiske tilløb er tilstanden i søen er kun svagt påvirket af menneskelige aktiviteter. Nors Sø er i Recipientkvalitetsplanen for Viborg Amt (Viborg Amt, 1989) målsat som A - **Naturvidenskabeligt referenceområde** med det formål at yde søen optimal beskyttelse mod menneskelige aktiviteter, der kan forringe tilstanden. Målsætningen indebærer, at søen skal være næsten upåvirket af menneskelige aktiviteter.

Hovedparten af søen er statsejet og administreres af Thy Statsskovdistrikt. Søen er udpeget som EU-fuglebeskyttelsesområde og indgår i Hansted Vildtreservat. På grund af dens reservatstatus er adgangen til store dele af søens bredzone begrænset. Søens nærmeste omgivelser er endvidere fredet i henhold til kendelse af 1. september 1980, der indeholder en række bestemmelser om arealudnyttelsen i en stor del af søens opland.

Dele af oplandet er i de senere år blevet udpeget som særlige Miljøfølsomme Områder, hvilket indebærer begrænsninger i den landbrugsmæssige udnyttelse og drift for at yde søen den bedst mulige beskyttelse mod miljøskadelige næringsstofudvaskninger.

2.3. Rekreative interesser

Offentlighedens adgang til Nors Sø er begrænset, dels på grund af søens reservatstatus og dels på grund af de generelle bestemmelser om adgangen til privatejede arealer. I søens sydvestlige hjørne har offentligheden dog permanent adgang til søen via en anlagt parkerings- og rasteplads, anlagt af Thy Statsskovdistrikt.

Ud for parkeringspladsen er søbunden stærkt præget af en til tider intensiv badning, som har ført til bortslidning af vegetationen på en større bundflade.

Sejlads på søen er underkastet bestemmelserne i fredningskendelsen og foregår primært i forbindelse med udøvelse af fiskeri samt myndighedernes løbende tilsyn med søen.

I de seneste år er der opstået et organiseret lystfiskeri i den sydøstlige del af søen, hvortil der i dag sælges dagkort.

2.4. Erhvervsmæssige interesser

Fiskeriet i den statsejede del af søen er bortforpagtet til en enkelt erhvervsfisker og sker med udgangspunkt i en bådebro i den nordvestlige del af bugten i søens nordøstlige hjørne.

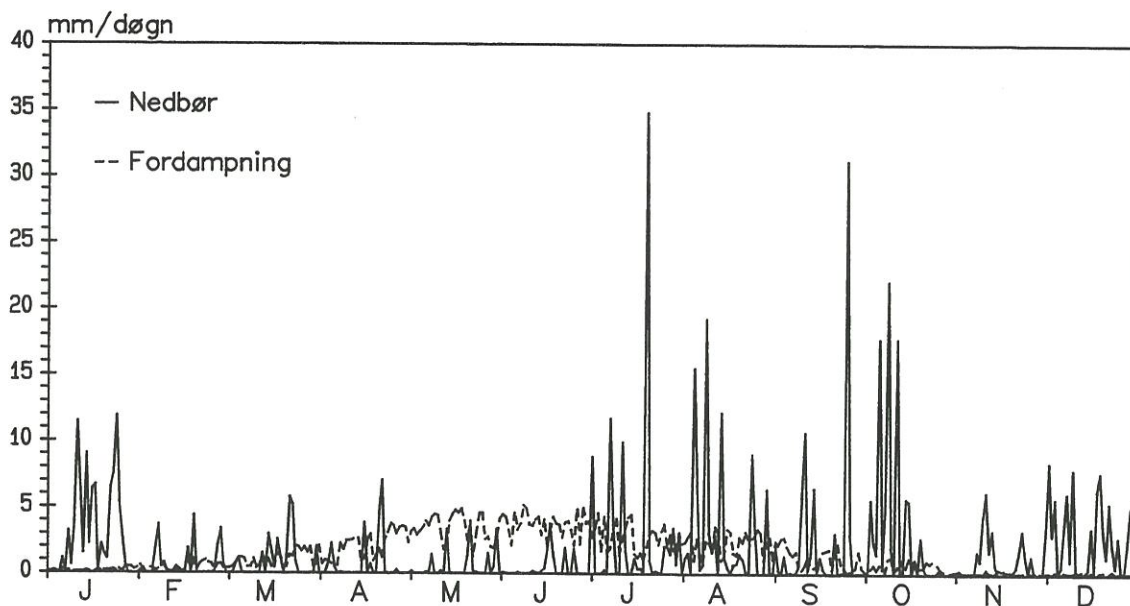
Fiskeriet i de privatejede dele af søen udøves primært af fritidsfiskere med udgangspunkt i den østlige og sydøstlige del af søen.

3. Vandbalance og stoftilførsel

3.1. Nedbør og fordampning

3.1.1. 1994

Der foreligger daglige nedbørs- og fordampningsdata fra 1994, korrigeret til at gælde for Nors Sø. Figur 2 viser variationen af den daglige nedbør og fordampning i 1994, og bilag 1 indeholder en oversigt over de daglige nedbørs- og fordampningsværdier.



Figur 2. Oversigt over variationen af den daglige nedbør og fordampning ved Nors Sø i 1994.

Den samlede nedbør er for 1994 målt til 891,5 mm, mens den samlede fordampning er opgjort til 578,2 mm, svarende til, at der i 1994 har været et nedbørsoverskud på 313,3 mm. Omregnet til vandvolumen svarer det til et samlet nettotilskud på ca. 5,3 mill. m³ for hele oplandet, 0,8-1,3 mill m³ for grundvandsoplandet alene og 1,1 mill. m³ direkte til søen.

3.1.2. 1989-1994

Tabel 3 viser årsværdier af nedbør og fordampning i årene 1989-1994. Det fremgår af tabellen, at nettonedbøren i 1993 har været den næstlaveste i perioden, hvilket primært skyldes den forholdsvis ringe nedbørsmængde. Nettonedbøren i 1994 har til gengæld været den næsthøjeste i perioden. Det gælder i øvrigt generelt, at det er nedbørens variation i højere grad end fordampningens variation, der er bestemmende for nettonedbørens størrelse og dermed for vandtilførslen til søen

	1989	1990	1991	1992	1993
Nedbør (mm/år)	827,7	964,6	629,3	735,8	638,5
Fordampning (mm/år)	615,3	478,2	561,9	584,4	552,6
Nettonedbør (mm/år)	212,4	486,4	67,4	151,4	85,9
Nettonedbør i sø (m ³ /år)	737.028	1.687.808	233.878	525.358	298.073
	1994	1995	1996	1997	1998
Nedbør (mm/år)	891,5				
Fordampning (mm/år)	578,2				
Nettonedbør (mm/år)	313,3				
Nettonedbør i sø (m ³ /år)	1.087.151				

Tabel 3. Oversigt over nedbør og fordampning ved Nors Sø samt den årlige nettonedbør i søen i perioden 1989-1994.

3.2. Vandstand og volumenændringer i søen

3.2.1. 1994

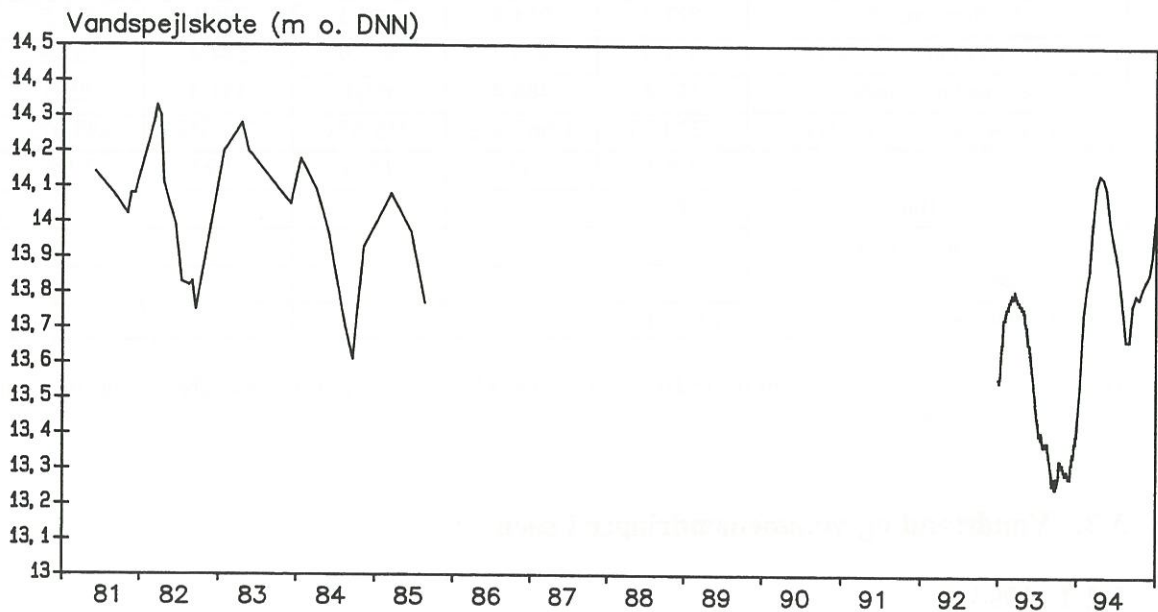
Vandstanden i Nors Sø varierer generelt meget, dels inden for de enkelte år og dels fra år til år. I 1994 blev den laveste vandstand (13,43 m o. DNN) målt i begyndelsen af januar, mens den højeste vandstand (14,15 m o. DNN) blev målt midt i april, se figur 3. Denne forskel på 72 cm svarer til en volumenændring i søen på minimum 2,5 mill. m³. Den omfattende vandstandsstigning medførte overskylning af store bredarealer, der i de forudgående år havde været tørlagt og derfor var bevokset med land- og søbredsvegetation. Selvom vandstanden i løbet af sommeren faldt betydeligt, nåede den dog kun ned på 13,65 m o. DNN, det vil sige 2 cm under søens standardvandspejlskote. Til sammenligning kan det nævnes, at minimumsvandstanden i 1993 var 40 cm lavere end minimumsvandstanden i 1994.

Som følge af de store mængder nedbør i august og september steg vandstanden gradvis i årets sidste måneder og var ved årets udgang 14,03 m o. DNN.

3.2.2. 1981-1994

Der foreligger kun få, spredte vandstandsdata fra perioden frem til 1985, men de viser, at vandstanden i årene 1981-1985 lå væsentligt højere end selv de højeste vandstande i 1994, figur 3.

Målingerne fra perioden 1981-1985 giver ikke mulighed for vurdering af maksimums- og minimumsvandstandene i de enkelte år. I 1991 var der forskel mellem maksimums- (14,20 m o. DNN) og minimumsvandstanden (13,50 m o. DNN) på 70 cm, og i 1992 var forskellen mellem maksimums- (13,72 m o. DNN) og minimumsvandstanden (13,28 m o. DNN) på 44 cm, og søens bredzone bærer da også tydeligt præg af de store vandstandssvingninger.



Figur 3. Oversigt over variationen af vandstanden i Nors Sø 1981-1985 og i 1991-1994.

I 1993 var minimumsvandstanden så lav, at et bælte med undervandsvegetation i august-september blev tørlagt, og det er sandsynligt, at vandstandssvingningerne har stor indflydelse på vegetationsforholdene i søens bredzone, jf afsnit 7. I 1994 var vandstanden i forårsperioden så høj, at selv de højtliggende dele af søbredden blev overskyllet, og det medførte en ganske betydelig bølgeerosion af især den kalkrige bund på søens sydside. Ved en besigtigelse midt i juni var der således som følge af bølgeslaget i den rene kridtbund dannet en bred fane af mælket vand langs sydbredden.

Eftersom der i 1994 var afløb fra søen i perioden marts-juli, har vandstanden ikke nået så højt op, som hvis afløbet ikke fandtes, og et forsigtigt skøn viser, at maksimumvandstanden i april kunne have været 5-10 cm højere end den faktisk målte, dersom der ikke havde været afløb fra søen.

3.3. Vandbalance

3.3.1. 1994

Der har i 1994 været afløb fra Nors Sø i perioden marts-juli. Der foreligger kun ganske få målinger af vandføringen, og beregningerne af vandtransporten er derfor behæftet med betydelig usikkerhed.

Tabel 4 indeholder en omtrentlig vandbalance, udarbejdet på grundlag af søens volumenændringer, nedbøren og fordampningen, der alle er målte værdier. Grundvandsbidraget er i 1993 beregnet som $G = \Delta Vol + Evap - Ned$, idet der ikke var afløb fra søen. I 1994 er grundvandsbidraget beregnet som $G = \Delta Vol + Evap - Ned + Afløb$,

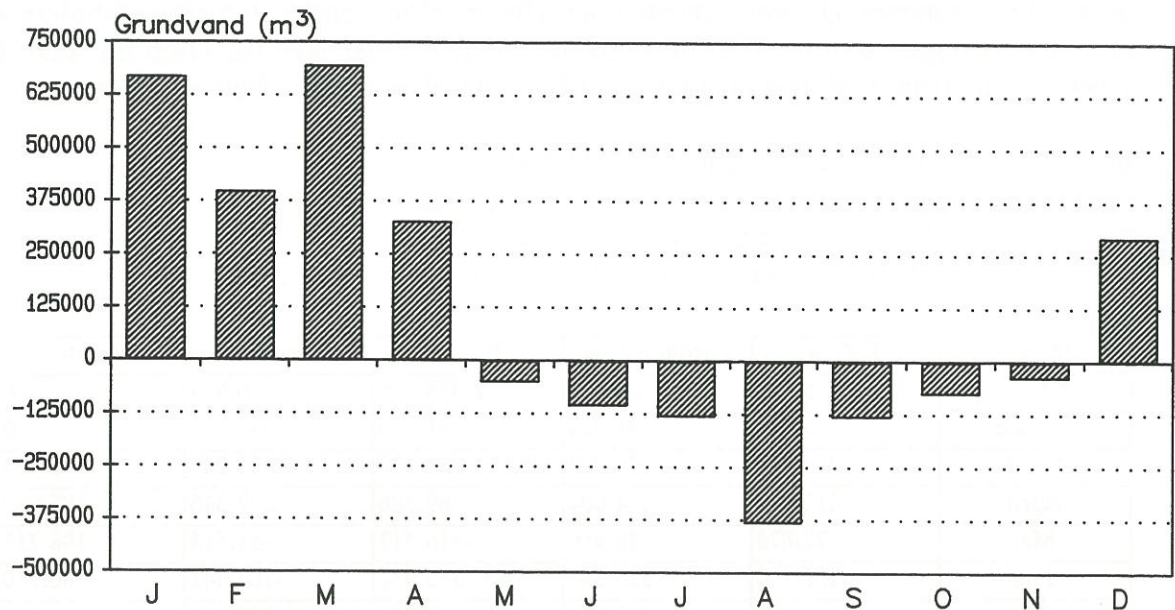
hvor ΔVol er søens volumenændring (m^3),
 Evap er fordampningen fra søens overflade (m^3), og
 Ned er nedbøren på søens overflade (m^3)
 Afløb er den vandmængde, der forlader søen via afløbet.

Måned	Nedbør	Fordampning	Magasin	Grundvand	Afløb
Januar	425.422	20.473	1.075.485	670.536	0
Februar	83.974	31.924	451.010	398.960	0
Marts	309.871	99.242	832.634	695.985	73.980
April	112.081	184.604	69.386	327.846	185.937
Maj	72.870	328.956	-416.317	-51.514	108.717
Juni	183.910	336.590	-346.931	-107.341	86.910
Juli	76.687	449.018	-520.396	-131.649	16.416
August	374.760	304.666	-312.238	-382.332	0
September	707.533	124.920	451.010	-131.603	0
Oktober	230.408	84.321	69.386	-76.701	0
November	205.771	27.760	138.772	-39.239	0
December	310.218	13.880	589.782	293.444	0
Hele året	3.093.505	2.006.354	2.081.584	1.466.393	471.960

Tabel 4. Omtrentlig vandbalance for Nors Sø 1994. Alle værdier er angivet i m^3 . Negative grundvandsbidrag er udtryk for, at der strømmer vand ud af søen til grundvandsmagasinerne, mens positive grundvandsbidrag er udtryk for, at der strømmer grundvand ind i søen fra omgivelserne.

Grundvandsbidraget er en nettoværdi, der ikke redegør for eventuelle grundvandsstrømme gennem søen. Det betyder, at der godt kan være en betydelig grundvandsstrøm ind i søen og videre ud gennem bunden, uden at det fremgår af nettoværdien.

I 1994 har der været grundvandsindsivning til søen i januar-april og i december, mens der i de øvrige syv måneder har været udsivning af vand fra søen til grundvandsmagasinet syd for søen. I løbet af januar og februar er søen blevet fyldt op med vand, og i perioden april-juli har der endog været en så stor vandtilførsel, at søen har haft afløb via Nors Å. Den store udsivning fra søen til grundvandsmagasinerne syd for søen kan forklares ved, at søens bund, jf. afsnit 5, er meget porøs og fuld af sprækker, som antagelig står i direkte forbindelse med grundvandsførende sprækker i den kalkrige undergrund. Figur 4 viser variationen af grundvandsbidraget i 1994



Figur 4. Oversigt over variationen af grundvandsbidraget til Nors Sø 1994. Negative værdier er ensbetydende med, at der strømmer mere vand ud af søen til grundvandsmagasinerne syd for søen, end der strømmer til søen fra grundvandsoplandet nord for søen.

Variationsmønstret for grundvandsbidraget viser endvidere, at nedbøren direkte i søen ikke alene kan opveje vandudsivningen fra søen og tabet gennem fordampning. Det er først, når der sker indsivning af grundvand fra omgivelserne, at tilførslen overstiger tabet.

Den samlede grundvandsindsivning til søen har i 1994 udgjort ca. 23% af den samlede nettonedbør i hele oplandet, incl. søen, men udgør ca. 50-90% af nettonedbøren i grundvandsoplandet, og det er en væsentlig del af forklaringen på, at vandstanden i Nors Sø undergår store svingninger, dels i løbet af året og dels fra år til år.

Mens grundvandsindsivningen i følge Viborg Amts undersøgelser i al væsentlighed sker fra et område nord for søen, sker udsivningen til området syd for søen. Det betyder, at grundvandstilførslen er afhængig af grundvandspotentiallet i området nord for søen, mens udsivningen er afhængig af potentiallet syd for søen, og groft set kan man sige, at Nors Sø ligger som en åben kile i de grundvandslag, som strækker sig fra Tved Plantage og sydover. Enhver oppumpning af vand nord for søen vil således kunne reducere grundvandstilstrømningen til søen, mens oppumpninger syd for søen på tilsvarende vis vil kunne øge vandudsivningen fra søen.

Det kan umiddelbart undre, at grundvandsoplandet er begrænset til et lille område nord for søen, ikke mindst når man tænker på, at der rent faktisk strømmer vand til søen fra et lille væld på søens sydside. Omfanget af denne mere overfladenære grundvandsudsivning er ikke opgjort, men med en faktisk grundvandsudsivning via overjordiske væld kan det ikke udelukkes, at der også sker grundvandsindsivning til søen under dennes overflade.

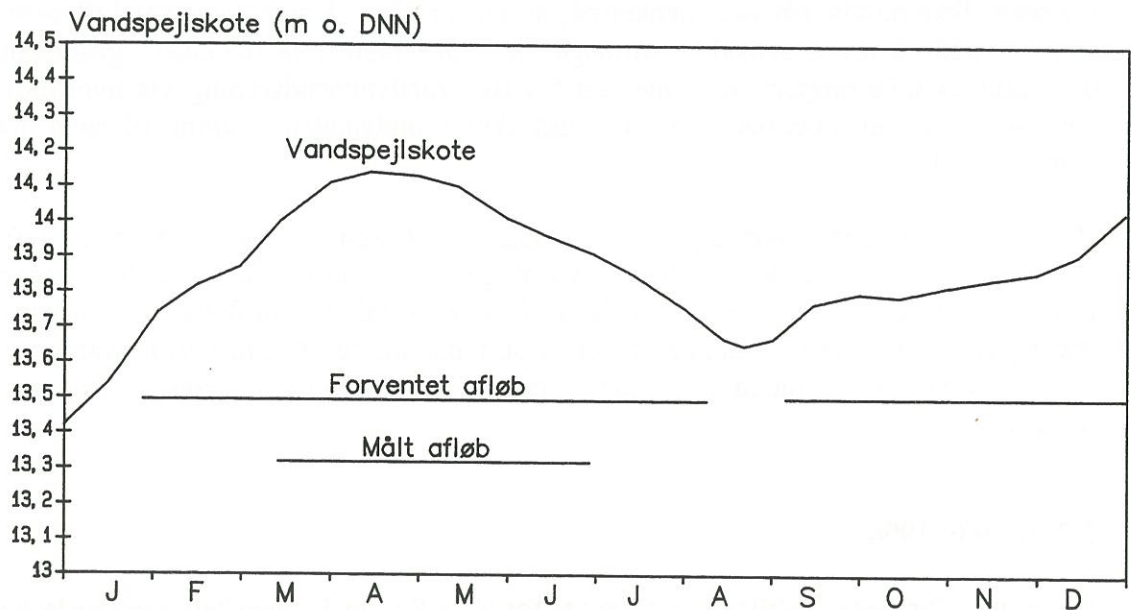
Hele problematikken omkring grundvandsoplandet til søen i relation til det topografiske opland har på grund af søens særlige hydrologiske forhold en meget central placering i forhold til beskrivelsen og forståelsen af søens vand- og stofbalancer. Særlig for næringsstoffernes vedkommende er det af stor betydning at kende grundvandsfluxen gennem søen, idet en sådan vil kunne transportere betydelige mængder næringsstoffer til og fra søen.

3.3.2. 1989-1994

Der er ikke før 1993 opstillet vandbalancer for Nors Sø, og det vanskeliggør vurderingen af vandbalancen i 1994 i forhold til de tidligere år.

Det fremgår af regulativet for Nors Å (afløbet fra søen), at bundkoten i afløbet i 1969 er fastsat til 13,70 m o. DNN, det vil sige 3 cm over det vandspejl, ved hvilket søen er opmålt. I dag ligger afløbets bund efter alt at dømme noget højere end fastsat i regulativet, og det betyder, at der teoretisk set burde være afløb fra søen ved vandstanden højere end 13,70 m o. DNN. Sammenligner man for 1994 den periode, hvori der faktisk er registreret vandføring i afløbet med den periode, der alene er vurderet ud fra vandstanden burde være afløb, ses der en markant forskel, jf. figur 5.

Vurderet ud fra figuren er bundkoten i afløbet skønsmæssigt hævet til kote 14,0 m o. DNN, således at afløb først har kunnet finde sted ved vandspejlskoter større end denne værdi. Årsagen til, at der hen på sommeren har været afløb ved lavere vandspejlskoter, er antagelig, at flere måneders vandføring har spulet afløbet rent for vegetations- og slamaflejringer og derigennem har sænket bundkoten en smule.



Figur 5. Oversigt over den faktiske periode i 1994 med vandføring i afløbet i forhold til den periode, hvori der kunne forventes vandføring ud fra den regulativmæssige bundkote i afløbet og de målte vandstanden i søen. De vandrette linier viser de perioder, hvor der teoretisk set burde have været afløb i forhold til den periode, hvor der faktisk har været afløb fra søen.

3.4. Hydraulisk opholdstid

På grund af manglende oplysninger om grundvandsind- og -udsivning er det ikke muligt at beregne vandets opholdstid i søen. Som allerede nævnt kan der teoretisk set godt ske en betydelig grundvandsflux gennem søen, uden at det registreres, og det kan have stor betydning for opholdstiden.

På trods af muligheden for at beregne opholdstiden er det overvejende sandsynligt, at den er lang, formodentlig i størrelsesordenen adskillige år, og det betyder, at søen teoretisk set er meget følsom over for tilførsel af forurenende stoffer. Følsomheden nedsættes dog formodentlig noget af, at søvand i lange perioder strømmer ud af bunden til grundvandsmagasinet og derigennem dræner søen for næringsstoffer.

3.5. Stofbelastning

Manglende målinger af stofkoncentrationerne i grundvandet vanskeliggør sammen med det begrænsede kendskab til grundvandsbevægelsen til og fra søen beregningerne af stoftransporten til og fra søen. Omtrentlige massebalancer for næringsstoffer er i det følgende opstillet under anvendelse af erfaringsmæssige gennemsnitsværdier for atmosfærisk nedfald og arealafstrømning; det bør dog pointeres, at anvendelse af disse erfaringstal er behæftet med stor usikkerhed, når der som i Nors Sø tilfælde er tale om meget specielle hydrologiske forhold. Eksempelvis giver det ikke nødvendigvis mening at anvende erfaringstallene for arealafstrømning fra de topografiske oplandsarealer, dersom disse overhovedet ikke bidrager med vand til søen. Og omvendt kan de dybe grundvandsmagasiner under Tved Plantage meget vel tænkes at have et andet næringsstofindhold end vand fra andre udyrkede arealtyper.

3.5.1. Kvælstof og fosfor

Tabel 5 indeholder omtrentlige massebalancer for kvælstof og fosfor i 1994, opgjort under antagelse af, at kun grundvandsoplandet bidrager med næringsstoffer.

Bidraget fra nedbøren er beregnet på grundlag af følgende erfaringstal: 20 kg kvælstof/ha/år og 0,25 kg fosfor/ha/år (Grundahl & Hansen, 1990). Bidraget fra udyrkede arealer er beregnet på grundlag af enkeltanalyser af grundvandet fra Hanstholm Vandværks boringer i Tved Plantage: 0,5 mg kvælstof/l og 0,02 mg fosfor/l. Transporten ud af søen via afløbet og med det udsivende vand er beregnet på grundlag af søvandkoncentrationer. Tabel 5 viser næringsstofbalancerne for hele året, mens bilag 1.3. indeholder månedsvise opgørelser af næringsstofbalancen.

Kilde	Kvælstof (kg/år)	Fosfor (kg/år)
Nedbøren	6.940	86,8
Udyrkede arealer via grundvandet	1.193	47,6
Samlet tilførsel	8.133	134,4
Udsivning	690	25,4
Afløb	334	10,0
Samlet fraførsel	1.024	35,4
Tilbageholdelse		99,0 (=73,7%)
Tilbageholdelse + denitrifikation	7.110 (=87,4%)	

Tabel 5. Omtrentlig massebalance for kvælstof og fosfor i Nors Sø 1994, beregnet under anvendelse af næringsstofkoncentrationer i grundvandet ved Hanstholm Vandværks indvindingssted i Tved Plantage.

Anvender man i stedet for ovennævnte næringsstofkoncentrationer i grundvandet de seneste års gennemsnitlige koncentrationer i udstrømmende vand fra udyrkede arealer (1,7 mg kvælstof/l og 0,046 mg fosfor/l (DMU, 1995)) fås samlede tilførsler med det indstrømmende grundvand på 4.058 kg kvælstof og 109,8 kg fosfor, hvilket giver en anden næringsstofbalance, se tabel 6.

Kilde	Kvælstof (kg/år)	Fosfor (kg/år)
Nedbøren	6.940	86,8
Udyrkede arealer via grundvandet	4.058	109,8
Samlet tilførsel	10.998	196,6
Udsivning	690	25,4
Afløb	334	10,0
Samlet fraførsel	1.024	35,4
Tilbageholdelse		161,2 (=82,0%)
Tilbageholdelse + denitrifikation	9.974 (=90,7%)	

Tabel 6. Omtrentlig massebalance for kvælstof og fosfor i Nors Sø 1994, beregnet under anvendelse af erfaringstal for næringsstofindholdet i vand fra udyrkede arealer.

Den samlede kvælstofbelastning svarer til en årlig belastning af søen på 2,3-3,2 g/m²/år, og den samlede fosforbelastning svarer til 0,039-0,057 g/m²/år. Under hensyntagen til den store usikkerhed, der er knyttet til værdierne i tabel 5 og 6, kan det konstateres, at der er en rimelig god overensstemmelse mellem de forventede og de faktisk målte næringsstofkoncentrationer i søen.

Der er ikke grundlag for at udelukke, at der, trods grundvandsoplandets beliggenhed, tilføres næringsstoffer fra de dyrkede arealer i søens nærhed. Men søvandskoncentrationerne tyder på dog på, at et eventuelt dyrkningsbidrag er af beskeden størrelse. For sammenligningens skyld er der i tabel 7 opstillet en næringsstofbalance, hvor værdierne er beregnet under anvendelse af erfaringstal for bidraget fra udyrkede henholdsvis dyrkede arealer uden punktkilder, jf. (DMU, 1995; Græsbøll et al., 1994).

Kilde	Kvælstof (kg/år)	Fosfor (kg/år)
Nedbøren	6.940	86,8
Udyrkede arealer	1.848	50,2
Dyrkede arealer	19.982	335,8
Samlet tilførsel	28.770	472,8
Udsivning	690	25,4
Afløb	334	10,0
Samlet fraførsel	1.024	35,4
Tilbageholdelse		437,4 (=92,5%)
Tilbageholdelse + denitrifikation	26.746 (=96,4%)	

Tabel 7. Omtrentlig massebalance for kvælstof og fosfor i Nors Sø 1994, beregnet under anvendelse af erfaringstal for næringsstofbidraget udyrkede arealer og dyrkede arealer.

De samlede tilførsler i tabel 7 er sandsynligvis overestimeret ganske betydeligt, og udtrykker derfor næppe den reelle belastning af søen.

3.5.2. 1989-1994

Der er ikke før 1993 opstillet massebalancer for kvælstof og fosfor, og der kan derfor ikke foretages en vurdering af det aktuelle belastningsniveau i forhold til niveauerne i de tidligere år.

I forhold til tidligere er det dog sandsynliggjort, at det især er næringsstofindholdet i det indstrømmende grundvand, der sammen med det atmosfæriske bidrag er bestemmen- de for næringsstofniveauerne i søen. Derimod er det mindre sandsynligt, at de dyrkede arealer i det topografiske opland bidrager med næringsstoffer i samme omfang som i andre dyrkede oplande

Eftersom det antagelig især er grundvandets indhold af næringsstoffer, der bestemmer næringsstofniveauerne i søen, er der grundlag for at antage, at næringsstofbalancen udviser særlig stor år-til-år-variation.

3.6. Baggrundsbelastning

Eftersom søen stort set ikke har overjordiske tilløb, der afvander områder med bebyggelser, finder næsten al næringsstofftilførsel fra oplandet sted via grundvandet, og det gør det umuligt at vurdere bidraget fra den spredte bebyggelse, hvoraf der i alt findes 68 enheder inden for det topografiske opland.

Baggrundsbelastningen, der er den belastning, der ville være, dersom hele oplandet henlå i udyrket tilstand, må derfor antages at svare nogenlunde til den aktuelle belastning. Man bør dog være opmærksom på, at dette udsagn hviler på en antagelse om, at de dyrkede arealer og den spredte bebyggelse i oplandet ikke afgiver næringsstoffer til søen.

Hvis denne antagelse er ukorrekt, er konsekvensen, at næringsstofbelastningen er forhøjet som følge af landbrugsdriften i oplandet. Hvorvidt det rent faktisk er tilfældet, kan kun afgøres ved at gennemføre målinger af næringsstofindholdet i grundvandet i søens nærmeste omgivelser og sammenholde resultaterne med resultaterne af tilsvarende analyser fra grundvandsoplandet.

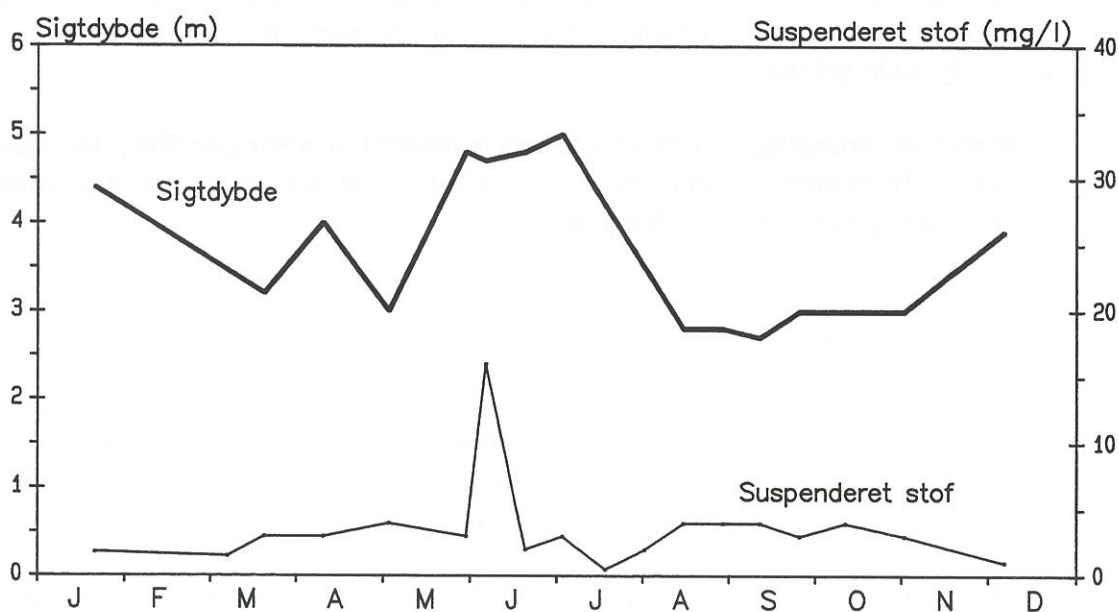
4. De frie vandmasser - fysiske og kemiske forhold

4.1. Status 1994

Resultaterne af årets målinger i søens frie vandmasser er vist i bilag 2.2. I det følgende er de vigtigste tilstandsvariabler præsenteret og vurderet.

4.1.1. Sigtdybde

Variationen af sigtdybden i 1994 er vist i figur 6 og 7.

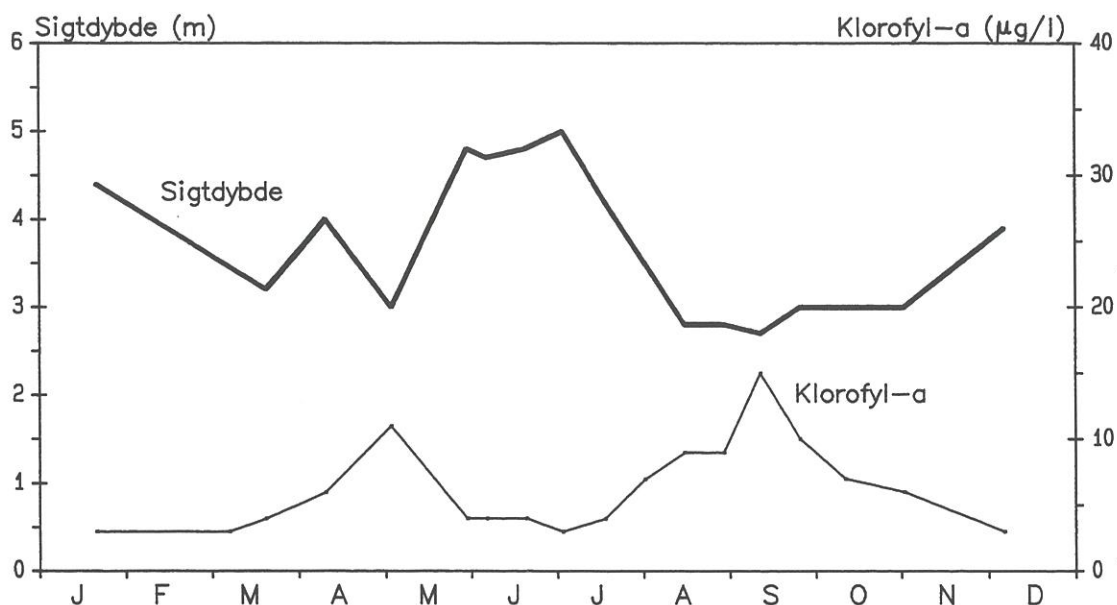


Figur 6. Oversigt over variationen af sigtdybden i Nors Sø 1994. Til sammenligning er vist koncentrationen af suspenderet stof.

Sigtdybden har i 1994 varieret inden for intervallet 2,8-5,0 m. Sommermiddelsigtdybden er beregnet til 3,8 meter, mens årsmiddelsigtdybden er beregnet til 3,7 meter.

Figur 6 viser en høj grad af sammenhæng mellem sigtdybden og koncentrationen af suspenderet stof, omend den høje koncentration af suspenderet stof i begyndelsen af juni ikke er ledsaget af et fald i sigtdybden; der kan derfor være grund til at antage, at den høje koncentration af suspenderet stof er en artefakt.

Figur 7 viser en mere udtalt sammenhæng mellem sigtdybden og vandets indhold af klorofyl-a, idet de laveste sigtdybder er sammenfaldende med de højeste koncentrationer af klorofyl-a og omvendt. Årsagen til, at sommermiddelsigtdybden har været højere end årsmiddelsigtdybden, er primært en længerevarende periode i sommerhalvåret med god sigtdybde.



Figur 7. Oversigt over variationen af sigtdybden i Nors Sø 1994. Til sammenligning er vist koncentrationen af klorofyl-a.

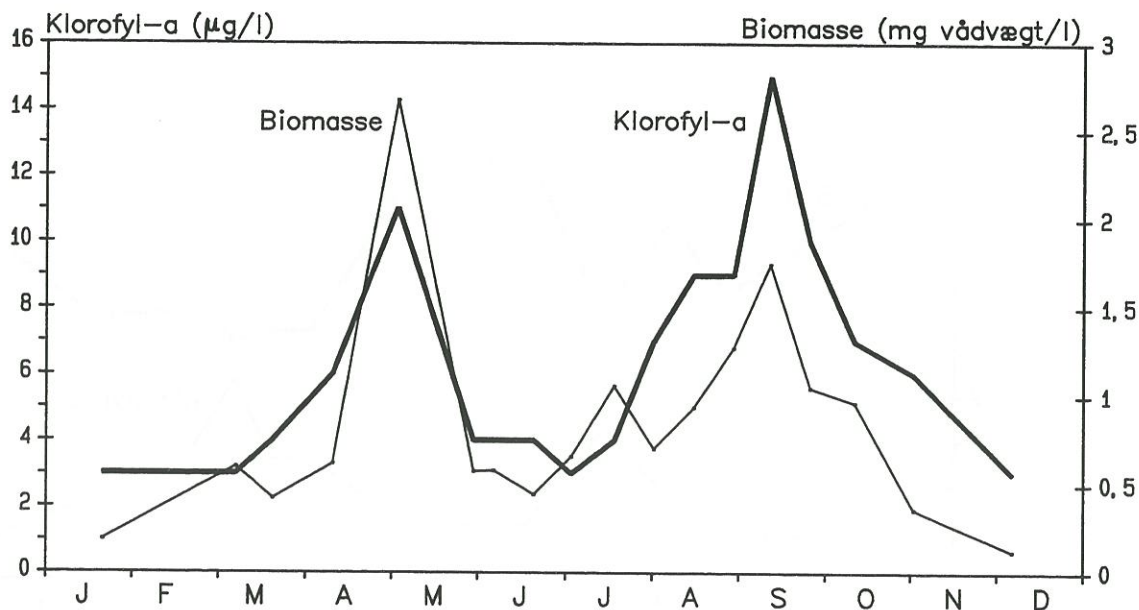
Den dårlige sigtdybde i august-oktober skyldes efter alt at dømme en usædvanlig opblomstring af blågrønaler, jf. senere. I forbindelse med vegetationsundersøgelserne kunne det konstateres, at vandet var usædvanligt grumset som følge af stor tæthed af blågrønalgkolonier, og i den nordøstlige del af søen kunne der i august konstateres sammenskylning af meget store mængder blågrønaler langs bredderne.

Midt i juni kunne det i forbindelse med en besigtigelse af søen konstateres, at der som følge af den forhøjede vandstand var sket overskylning af den højereliggende del af søbredden. Det havde især langs søens sydside ført til omfattende bølgeerosion af den kalkrige søbred, med det resultat at der langs det meste af sydsiden var en bred fane af mælket vand. Hvorvidt denne opslæmning af kalkpartikler har været årsagen til den kortvarige stigning i vandets indhold af suspenderet stof er uklart, men der er ingen tvivl om, at kalkopslæmningen har haft stor betydning for sigtdybden i det brednære bælte.

Den store gennemsnitssigtdybde placerer Nors Sø blandt de mest klarvandede søer, både i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram og i landet som helhed, men variationen er bemærkelsesværdigt stor. Det er også bemærkelsesværdigt, at maksimumsigtdybden ikke på noget tidspunkt i perioden har været større end 5 meter. Til sammenligning kan det nævnes, at der i første halvdel af dette århundrede blev målt sigtdybder større end 10 meter i Furesøen (Berg og Røen, 1958).

4.1.2. Klorofyl-a

Variationen af vandets indhold af klorofyl-a i 1994 er vist i figur 8.



Figur 8. Oversigt over variationen af klorofyl-a i Nors Sø 1994. Til sammenligning er vist variationen af planteplanktonets biomasse.

Der er god sammenhæng mellem vandets indhold af klorofyl-a og planteplanktonbiomassen, og der er tidsmæssigt sammenfald mellem maksimum for klorofyl-a og biomassen.

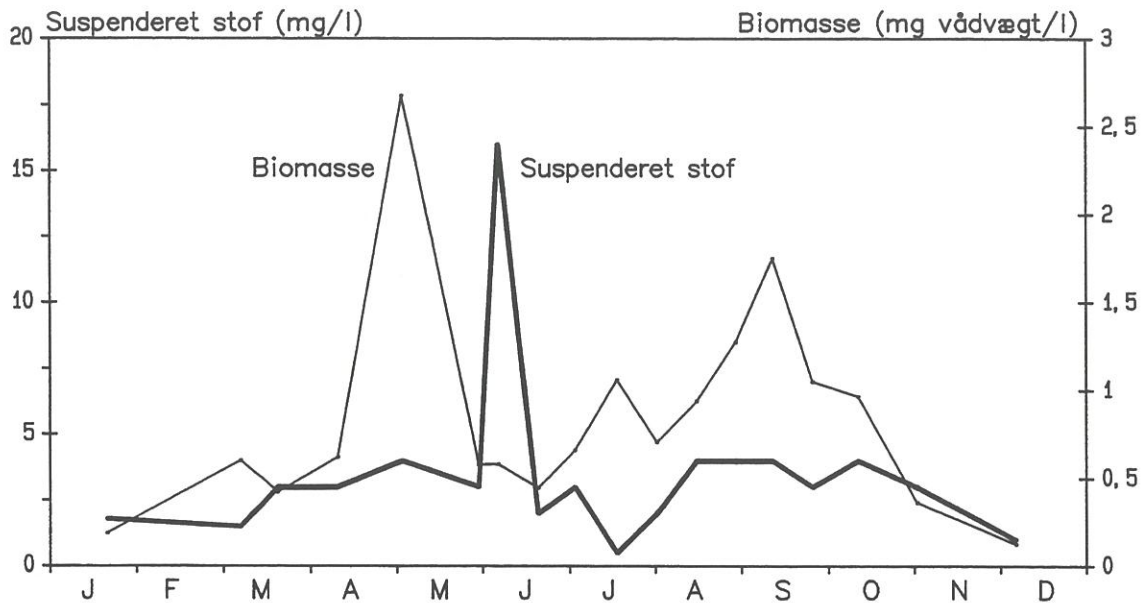
Sommermiddelmekoncentrationen af klorofyl-a er beregnet til kun $7 \mu\text{g/l}$, hvilket sammen med et årsgennemsnit på $6 \mu\text{g/l}$ placerer Nors Sø blandt de mest planktonfattige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, jf. (Jensen et al., 1994).

4.1.3. Suspenderet stof

Variationen af suspenderet stof i 1994 er vist i figur 9.

Der er ingen klar sammenhæng mellem planteplanktonbiomassen og mængden af suspenderet stof i vandet, og mængdemæssigt er der stor forskel på de to variabler.

Koncentrationen af suspenderet stof ligger i hovedparten af året på et lavt niveau, og selv i forbindelse med planteplanktonets forårsmaksimum stiger koncentrationen ikke nævneværdigt. Til gengæld er der i juni registreret en kortvarigt stigning i koncentrationen af suspenderet stof, som ikke kan relateres til planteplanktonbiomassen.



Figur 9. Oversigt over variationen af vandets indhold af suspenderet stof i Nors Sø 1994. Til sammenligning er vist variationen af planteplanktonbiomassen.

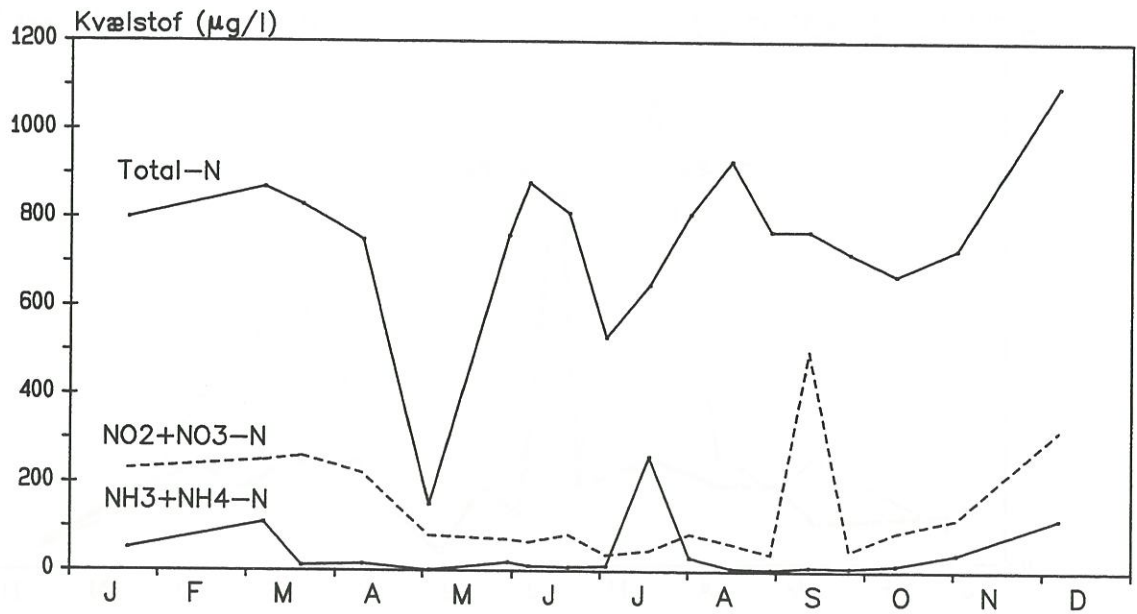
Sommerrmiddelkoncentrationen af suspenderet stof er beregnet til 4 mg/l, og årsmiddelkoncentrationen er beregnet til 3,0 mg/l. Disse værdier er lave, set i forhold til de fleste øvrige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

4.1.4. Kvælstof

Variationen af vandets indhold af kvælstof i 1994 er vist i figur 10.

Koncentrationen af kvælstof ligger med års- og sommerrmiddelkoncentrationer på 0,765 mg/l og 0,695 mg/l (totalkvælstof) på et meget lavt niveau, set i forhold til andre danske søer.

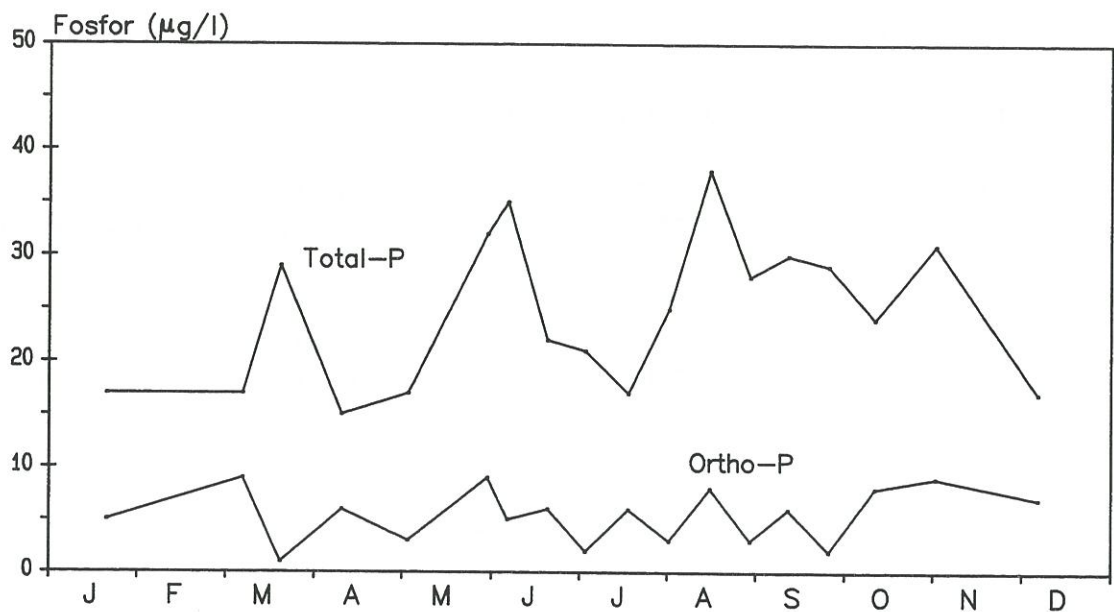
I modsætning til de fleste andre søer når koncentrationen af totalkvælstof et maksimum i sommerperioden, og det er årsag til, at sommerrgennemsnittet er højere end årsagennemsnittet. Forklaringen på, at mængden af totalkvælstof er høj i sommerperioden, er ikke umiddelbart indlysende, men er antagelig et resultat af søens meget specielle hydrologiske forhold i kombination med den biologiske struktur i søen. Den store udstrømning af vand fra søen i sommerhalvåret kan således være ledsaget af en stor grundvandsflux gennem søen. Hvis dette grundvand har et højt kvælstofindhold, kan det være forklaringen på den stigende koncentration i søvandet i sommerperioden, idet opholdstiden i søen er stor nok til, at en del af kvælstofindholdet kan indgå i søens kredsløb.



Figur 10. Oversigt over variationen af vandets indhold af kvælstof i Nors Sø 1994.

4.1.5. Fosfor

Variationen af vandets indhold af fosfor i 1994 er vist i figur 11.



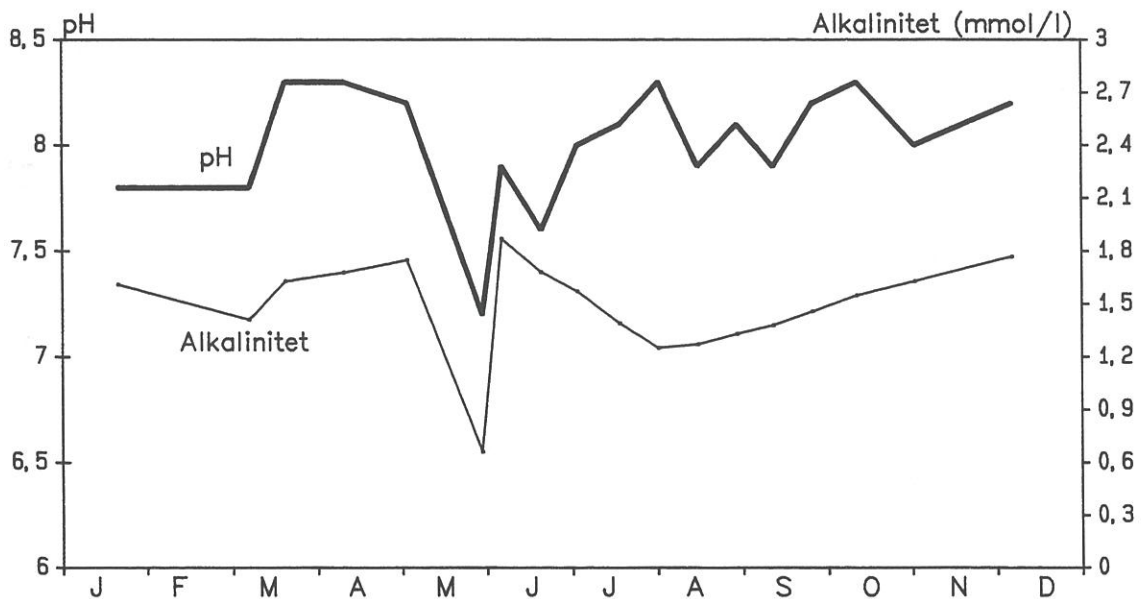
Figur 11. Oversigt over variationen af vandets indhold af fosfor i Nors Sø 1994.

Koncentrationen af totalfosfor og opløst fosfor ligger på et for danske søer meget lavt niveau, og det må formodes, at søen i hovedparten af tiden er fosforbegrænset.

Års- og sommergennemsnittene for opløst fosfor ($\text{PO}_4\text{-P}$) er med $6 \mu\text{g/l}$ og $5 \mu\text{g/l}$ så lave, at de i sig selv kan virke begrænsende for fosforoptagelsen. Års- og sommergennemsnittene af totalfosfor er beregnet til henholdsvis $23 \mu\text{g/l}$ og $26 \mu\text{g/l}$, og det placerer Nors Sø blandt de mest næringsfattige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, jf. (Jensen et al. 1994).

4.1.6. pH og alkalinitet

Variationen af pH og alkalinitet i 1994 er vist i figur 12.



Figur 12. Oversigt over variationen af pH og alkalinitet i Nors Sø 1994.

pH-værdier i intervallet 7,3-8,3 og års- og sommergennemsnit på 7,9 og 8,0 karakteriserer Nors Sø som en moderat alkalisk sø. På grund af det sparsomt udviklede planteplankton er udsvingene i pH kun små, men der er dog et bemærkelsesværdigt fald i forbindelse med henfaldet af planteplanktonets forårsmaksimum.

Også variationen af alkaliniteten er forholdsvis ringe. Den har i 1994 varieret inden for intervallet 0,66-1,77 mmol/l, men niveauet er ikke særlig højt, set i forhold til søens beliggenhed i et kalkrigt område.

Forklaringen på det forholdsvis lave alkalinitetsniveau skal muligvis søges i søens grundvandsforhold, idet grundvandsoplandet strækker sig ind i de sandede områder nord for søen, hvor der er mulighed for nedsivning af surt vand med meget lav alkalinitet fra de øvre jordlag. Dette forhold kan have været særlig udtalt i 1994, der har været meget nedbørsrigt.

4.1.7. Silicium

Vandets indhold af silicium, der har stor betydning for kiselalgerne i søen, er nærmere omtalt i afsnit 6.

4.2. Udvikling 1989-1994

I bilag 2 findes ajourførte tabeller og grafer, der viser det tidsmæssige forløb af samtlige målte vandkemiske og fysiske variabler siden 1988. I tabel 8 er sommergennemsnittet af de vigtigste variabler vist.

	1989	1990	1991	1992	1993
Sigtdybde (m)	3,31	3,81	4,03	3,87	4,20
Total-kvælstof (mg/l)	0,894	0,615	0,679	0,754	0,982
Total-fosfor (mg/l)	0,028	0,027	0,019	0,023	0,026
Klorofyl-a ($\mu\text{g/l}$)	6,4	5,4	5,9	6,4	6,0
	1994	1995	1996	1997	1998
Sigtdybde (m)	3,80				
Total-kvælstof (mg/l)	0,695				
Total-fosfor (mg/l)	0,026				
Klorofyl-a ($\mu\text{g/l}$)	7,0				

Tabel 8. Sommergennemsnit (1. maj - 30. september) af 4 vigtige tilstandsvariabler i Nors Sø i årene 1989-1994, se også bilag 3.

Flere af variablerne udviser variationer af samme relative omfang som i næringsrige og forurenede søer; men det, der adskiller Nors Sø fra sådanne søer, er de niveauer, hvorpå variationerne sker. Dertil kommer, at variationerne sker inden for intervaller, hvori den biologiske struktur er stabil og tilfredsstillende i relation til målsætningen.

Det er vanskeligt at forklare år-til-år-variationerne, idet de antagelig er knyttet til en lang række forskellige forhold såsom nedbør og fordampning, grundvandsind- og -udsivning, lysindstråling, lagdelingens tidsmæssige placering og varighed, vandstandssvingninger osv.

Bortset fra, at nedbørens næringsstofindhold i vid udstrækning er kulturbetinget, bortset fra næringsstofbidraget fra de dyrkede oplandsarealer og bortset fra, at søens bredzone er genstand for kreaturgræsning, er de registrerede år-til-år-variationer formodentlig især udtryk for den naturlige variation, der også sker i et så uforstyrret sømiljø som Nors Søs, og det vil under alle omstændigheder være uhyre vanskeligt på afgørende vis at afdæmpe variationerne og ændre niveauerne gennem indgreb over for de menneskelige aktiviteter, som påvirker søen.

5. Bundforhold og sediment

Sedimentets sammensætning er tidligere beskrevet på grundlag af prøvetagninger i 1991 (Viborg Amt, 1993). Selvom sedimentet indeholder en stor pulje (ca. 42 t) af potentielt udvekslelig fosfor, er søen ikke præget af intern belastning i nævneværdigt omfang.

Denne kendsgerning stemmer generelt godt overens med det indtryk af bundforholdene, som man fik i forbindelse med dykkerundersøgelserne af søens bundvegetation i 1993.

I søens bredzone (ud til 3-4 meters dybde) består bunden i store dele af søen af sand og sten med varierende aflejringer af kalkholdigt slam. I søens østlige del er der i store områder tale om fast bund, hvori stenene ligger halvt nedsænket. Tætheden af stenene, hvoraf mange har karakter af egentlige kalksten, varierer meget, idet der nogle steder er tale om spredte sten, mens der andre steder er tale om næsten brolægningssagtige forekomster. I bredzonen findes der, særlig ud for de mange kalkklinter, en furet og sprækket bund, bestående af rene, hårde kalkflader, hvor vegetationen kun kan få rodfæste i sprækkerne.

Særlig i den vestlige del af søen, men også områdevis i den østlige del, består bunden i bredzonen af sand, som, afhængig af vandstanden, omlejres af bølgeslag og strøm.

Udefter stiger mængden af gråt, kalkholdigt slam, som maksimalt når en tykkelse af få decimeter, og selv på stor dybde er bunden fast, og sedimentet er ikke på noget sted sort og svovlbrinteholdigt, således som det ofte ses i dybe, næringsrige søer.

Uden for vegetationsbæltet (>7-8 meters dybde) er bunden mange steder præget af furer, sprækker og huller, og det er efter alt at dømme gennem sidstnævnte, at grundvand strømmer ind og ud af søen. I forbindelse med undersøgelserne i 1993 var vandstrømmen tydeligvis udadgående, idet planterester og trevler hang ned i hullerne som tråde i et afløb, og det stemmer godt overens med de beregninger, der viser, at der i hele sommeren skete en betydelig udstrømning af vand gennem søens bund.

Eftersom ovenstående beskrivelse af bundforholdene er tilvejebragt som et biprodukt ved vegetationsundersøgelserne, kan den langt fra betragtes som dækkende, og en grundig, fyldestgørende beskrivelse af søens bundforhold kræver en særskilt undersøgelse.

6. Plankton

Planktonundersøgelserne i Nors Sø er overvågningsprogrammets mest datarige undersøgelser. Der er i 1994 foretaget i alt 18 prøvetagninger. Dette afsnit indeholder en kortfattet præsentation og vurdering af årets planktonundersøgelser, mens bilag 3 indeholder undersøgelsens primærdata.

6.1. Planteplankton 1994

6.1.1. Artssammensætning og biomasse

Der er i alt registreret 123 arter/identifikationstyper inden for følgende klasser/grupper:

- NOSTOCOPHYCEAE (blågrønalger) - 26
- CRYPTOPHYCEAE (rekylalger) - 4
- DINOPHYCEAE (furealger) - 7
- CHRYSOPHYCEAE (gulalger) - 6
- DIATOMOPHYCEAE (kiselalger) - 16
- TRIBOPHYCEAE (gulgrønalger) - 1
- PRYMNESIOPHYCEAE (stilkalger) - 1
- EUGLENOPHYCEAE (øjealger) - 1
- CHLOROPHYCEAE (grønalger) - 59
- Ubestemte små former - 2

Den samlede artsliste er vist i bilag 3.1.

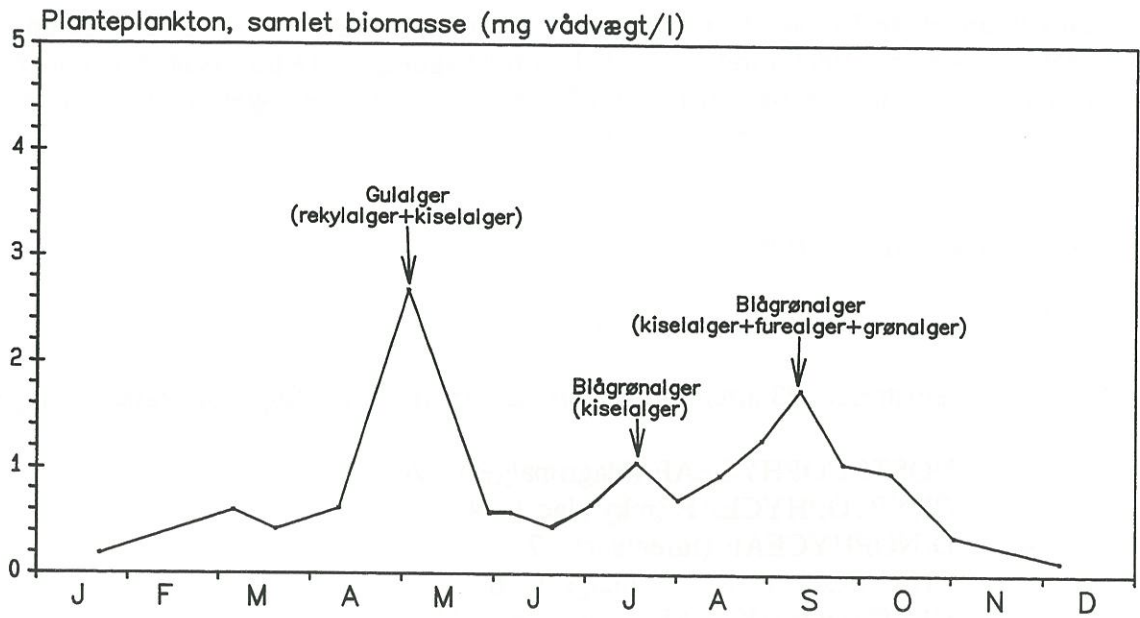
Variationen af planteplanktonets samlede biomasse er vist i figur 13, mens figur 14 viser biomassens fordeling på de vigtigste planktongrupper.

Der er i 1994 registreret 2 store maksima og et mindre maksimum. Det første maksimum, der tillige er årsmaksimum, er registreret i begyndelsen af maj. Det er domineret af gulalger med subdominans af rekylalger og kiselalger, og biomassen når op på 2,677 mg/l.

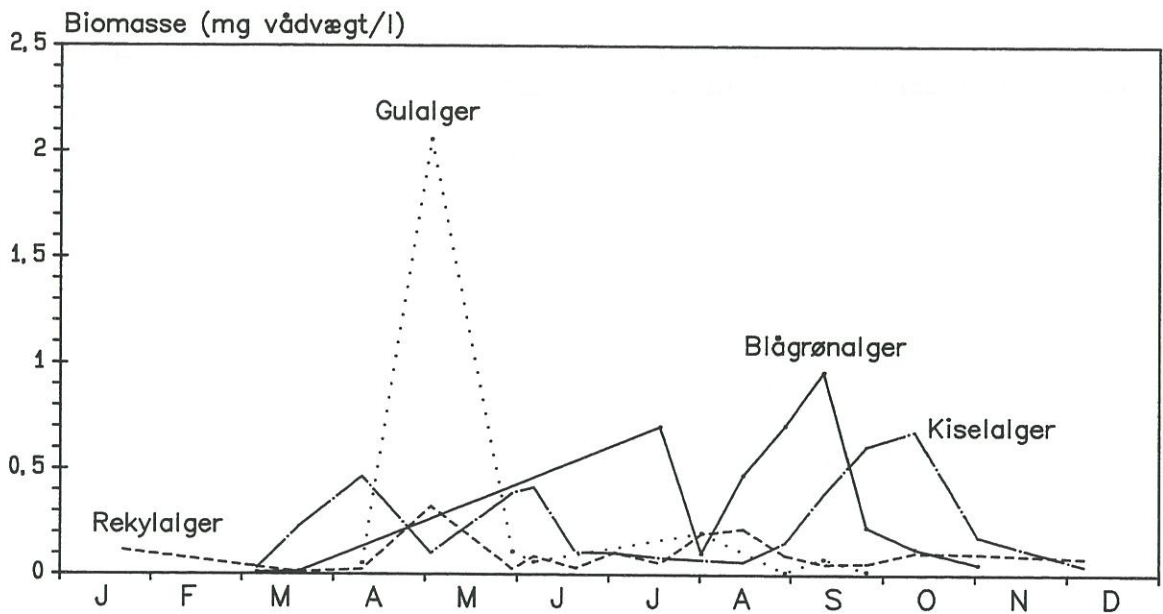
Sommermaksimummet i juli er domineret af blågrønalger med subdominans af kiselalger, og biomassen når op på 1,06 mg/l.

Det tredje maksimum i september er domineret af blågrønalger med subdominans af kiselalger, furealger og grønalger, og biomassen når op på 1,75 mg/l.

Årsgennemsnittet for planteplanktonets samlede biomasse er beregnet til 0,830 mg/l, mens sommergennemsnittet er beregnet til 1,090 mg/l. Begge disse værdier placerer Nors Sø i gruppen af søer med de laveste planteplanktonbiomasser, jf. (Jensen et al., 1994).



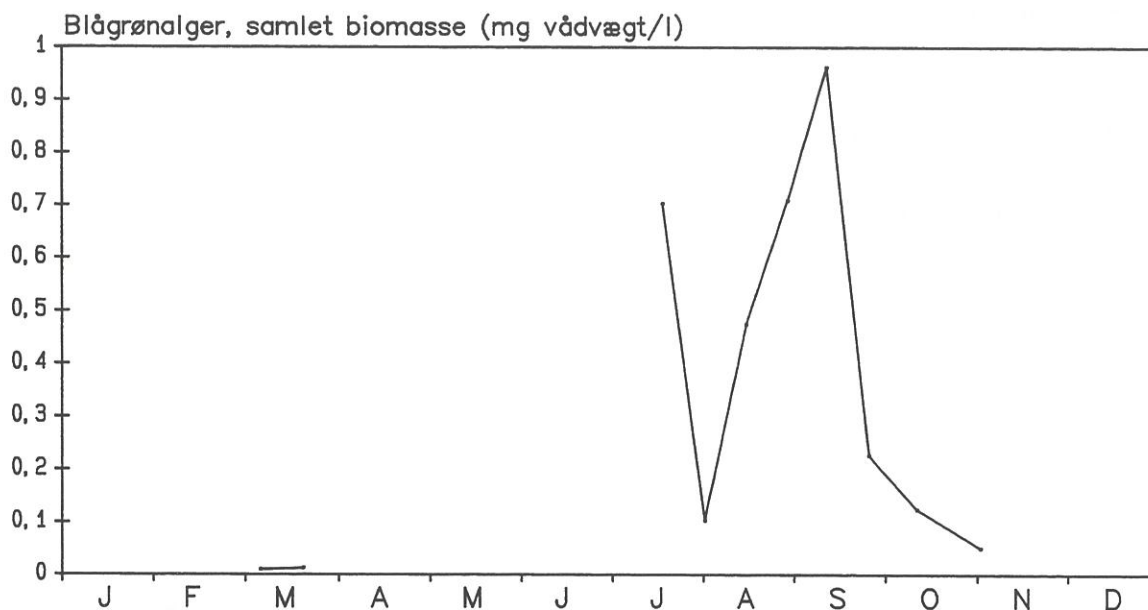
Figur 13. Oversigt over variationen af planteplanktonets samlede biomasse i Nors Sø 1994. Pilene viser de enkelte maksima med angivelse af den dominerende gruppe; i parentes er angivet den/de subdominerende gruppe(-er).



Figur 14. Oversigt over variationen af biomassen af de vigtigste grupper af planteplankton i Nors Sø 1994.

Blågrønalger

Sæsonvariationen af blågrønalgenes biomasse er vist i figur 15.



Figur 15. Oversigt over sæsonvariationen af blågrønalgenes biomasse i Nors Sø 1994.

Variationen af blågrønalgenes biomasse er på flere måder bemærkelsesværdig. For det første optræder blågrønalger kortvarigt i marts måned, ganske vist med lave biomasser på 0,010-0,013 mg/l. For det andet stiger biomassen meget pludseligt i juli måned til 0,703 mg/l. Efter et markant fald i biomassen i sidste halvdel af juli sker der en gradvis opbygning af blågrønalgenes årsmaksimum, og midt i september når biomassen op på 0,962 mg/l.

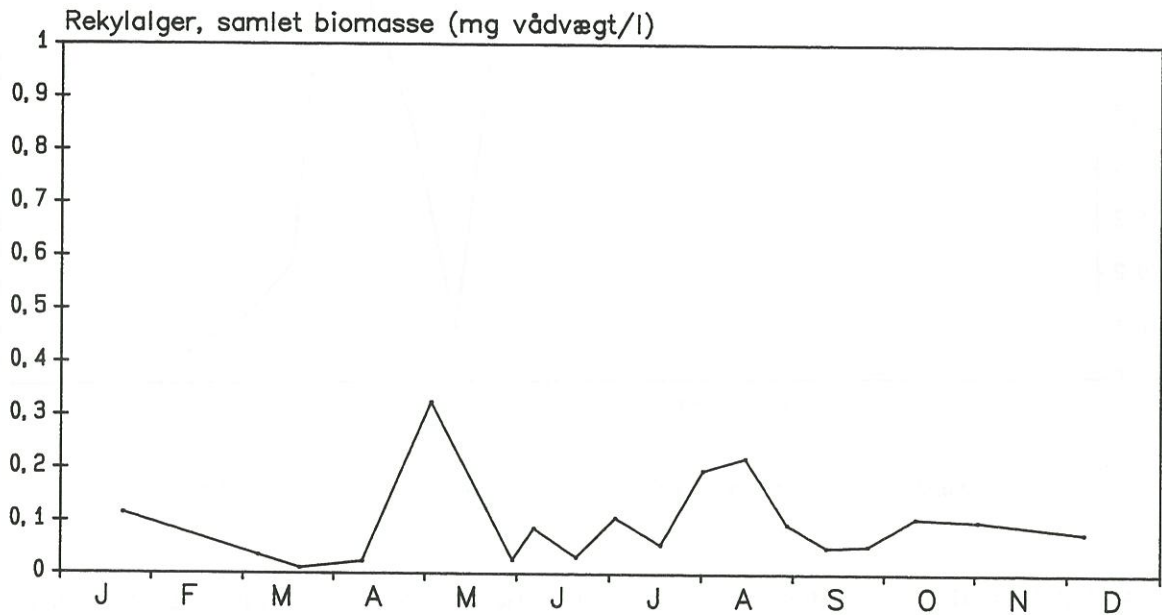
Blågrønalgenes årsmiddelbiomasse er beregnet til 0,151 mg/l, mens sommermiddelbiomassen er beregnet til 0,285 mg/l. Set i forhold til 1993 har sommermiddelbiomassen været en faktor 2,5 højere, og det har kunnet registreres direkte med det blotte øje i forbindelse med vegetationsundersøgelserne, idet vandet var tydeligt grynet. Der var sammenskylning af blågrønalger i søens nordlige del, og den vandrette sigt ved bunden var væsentligt ringere end i 1993.

Den tidlige forekomst af blågrønalger i marts skyldes én slægt, *Synechococcus*, der til gengæld ikke spiller nogen nævneværdig rolle i forbindelse med blågrønalgenes hovedforekomst i sommerperioden.

Den pludselige stigning i blågrønalgbiomassen i juli skyldes især en kortvarig forekomst af *Anabaena lemmermannii* samt begyndende forekomst af de arter, der senere danner sommerens maksimum: *Aphanothece minutissima* og *Snowella litoralis*. Det markante fald i biomassen i slutningen af juli skyldes fortrinsvis, at *Anabaena lemmermannii* kun optræder ved en enkelt prøvetagning.

Rekylalger

Sæsonvariationen af rekylalgernes biomasse er vist i figur 16.



Figur 16. Oversigt over sæsonvariationen af rekylalgernes biomasse i Nors Sø 1994.

Rekylalgerne er som den eneste gruppe registreret ved alle 18 prøvetagninger. De har årsmaksimum (0,324 mg/l) i begyndelsen af maj, samtidig med gulalgerne. Efter sammenbruddet af forårsmaksimummet stiger biomassen langsomt i løbet af sommeren indtil et nyt, men mindre maksimum nås i august (0,220 mg/l).

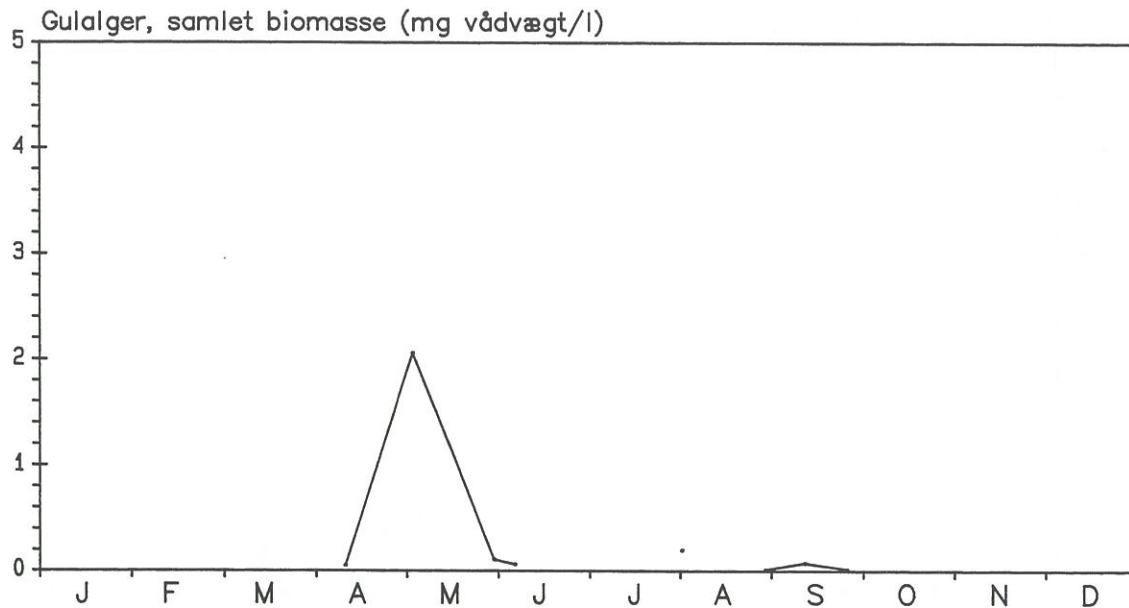
Rekylalgernes årsmiddelbiomasse er beregnet til 0,098 mg/l, mens sommermiddelbiomassen er beregnet til 0,117 mg/l.

Både forårs- og sommermaksimummet er domineret af *Rhodomonas lacustris*, men også den eneste anden betydende slægt, *Cryptomonas*, har udgjort en væsentlig del af den samlede biomasse ved forårsmaksimummet.

Rekylalgerne har heterotrof levevis, og deres forekomst er antagelig et kombineret resultat af lys, varme og et højt indhold af organisk kulstof i vandet.

Gulalger

Sæsonvariationen af gulalgerne biomasse er vist i figur 17.



Figur 17. Oversigt over sæsonvariationen af gulalgerne biomasse i Nors Sø 1994.

I forbindelse med forårsmaksimummet i maj når biomassen op på 2,059 mg/l, mens den resten af perioden ligger lavt, og i årets første og sidste måneder samt i en periode midt på sommeren er gulalger slet ikke til stede i prøverne. I forbindelse med efterårsmaksimummet i september når biomassen op på 0,077 mg/l, men forud for dette maksimum er der ved en enkelt prøvetagning primo august registreret en biomasse på 0,201 mg/l.

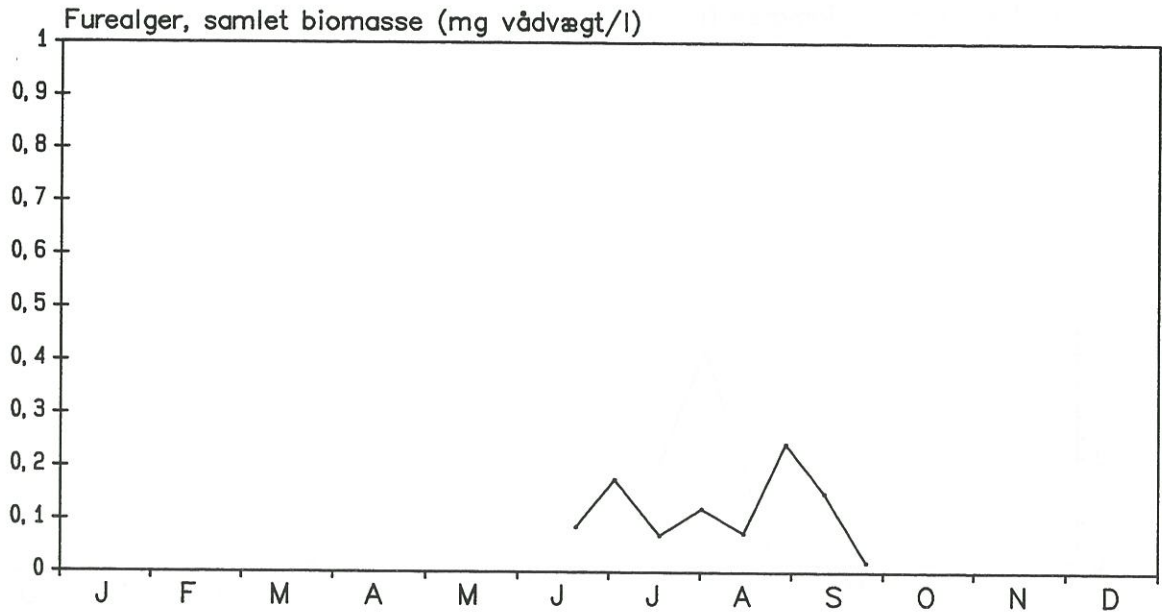
Gulalgerne årsmiddelbiomasse er beregnet til 0,185 mg/l, mens sommermiddelbiomassen er beregnet til 0,265 mg/l.

Forårsmaksimummet er dannet af *Uroglena* spp., *Dinobryon divergens* og *Dinobryon sociale* (cyster + celler). Den kortvarige forekomst i begyndelsen af august er dannet af *Dinobryon sociale* (celler), mens efterårsmaksimummet fortrinsvis er dannet af *Uroglena* spp.

Gulalgerne har heterotrof levevis og kan udnytte organisk kulstof i vandet som energikilde. Deres forekomst kan være et resultat af lys og varme i forening med et højt indhold af organisk kulstof fra de mange undervandsplanter i søen.

Furealger

Sæsonvariationen af furealgernes biomasse er vist i figur 18.



Figur 18. Oversigt over sæsonvariationen af gualgernes biomasse i Nors Sø 1994.

Furealgernes forekomst er begrænset til perioden juni-september, og de opnår generelt kun ringe biomasse. Sommermiddelmiddelmassen er beregnet til 0,085 mg/l, mens årsmiddelmiddelmassen på grund af manglende forekomst i den øvrige del af året er beregnet til kun 0,040 mg/l.

Den helt dominerende art er *Ceratium hirundinella*, og derudover har kun *Peridinium cinctum* haft kortvarig betydning. Førstnævnte har to maksima - et i begyndelsen af juli (0,176 mg/l) og et i slutningen af august (0,243 mg/l).

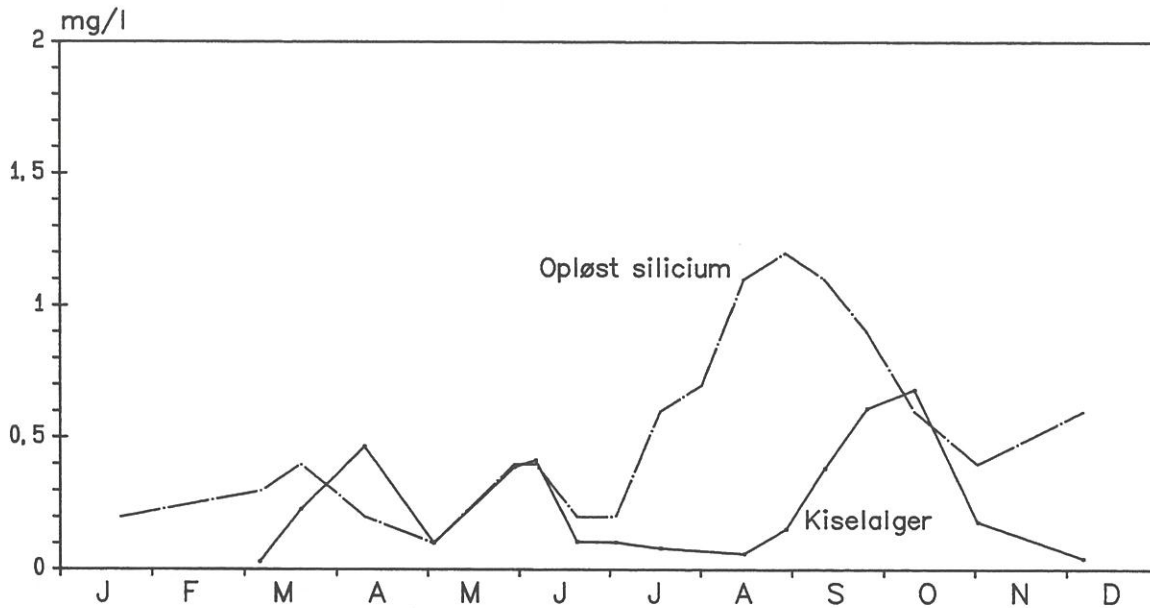
Furealgerne er en algegruppe, der især trives i dybe søer med sommerlagdeling af vandmasserne, og det er en del af forklaringen på deres tidsmæssigt begrænsede forekomst.

Kiselalger

Sæsonvariationen af kiselalgernes biomasse er vist i figur 19.

Kiselalgernes biomassekurve har et udpræget tre-toppet forløb.

Det første maksimum forekommer i marts-april, da biomassen når op på 0,466 mg/l. Dette maksimum er næsten helt dannet af *Diatoma elongatum*.



Figur 19. Oversigt over sæsonvariationen af kiselalgerne biomasse i Nors Sø 1994. Til sammenligning er vist variationen af koncentrationen af silicium.

Det andet maksimum forekommer i maj-juni, efter gulalgeomaksimummet i april-maj, og biomassen når op på 0,415 mg/l. Dette maksimum er helt overvejende dannet af mellemstore (10-30 μm) centriske kiselalger.

Det tredje maksimum, der tillige er kiselalgerne årsmaksimum, forekommer i september-oktober, da biomassen når op på 0,682 mg/l. Dette maksimum er helt overvejende dannet af små (< 10 μm) centriske kiselalger.

I forårsperioden, da koncentrationen er lav, er silicium antagelig begrænsende for kiselalgerne, der i den periode tilmed konkurrerer med gulalgerne om den begrænsede siliciummængde. Kiselalgerne efterårsmaksimum er resultat af forudgående høje koncentrationer af silicium.

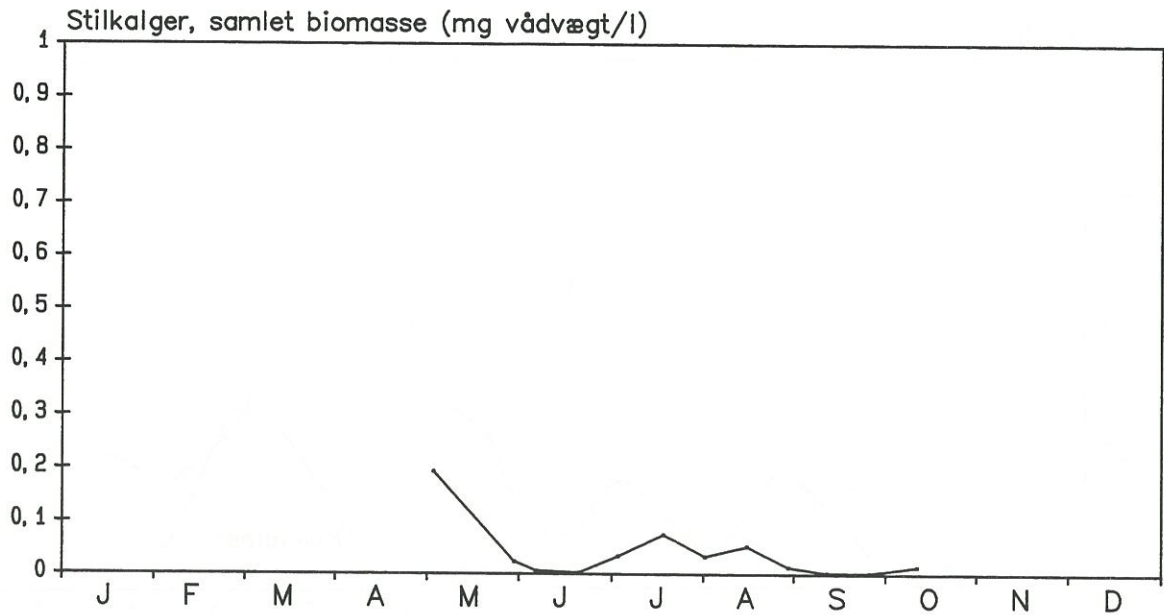
Overordnet set er kiselalgerne biomasse lav, og det hænger antagelig sammen med generelt lave koncentrationer af silicium.

Stilkalger

Sæsonvariationen af stilkalgerne biomasse er vist i figur 20.

Stilkalgerne, der er repræsenteret af kun én art, *Chrysochromulina parva*, er til stede en stor del af året, men deres biomasse er generelt lav. Maksimumbiomassen (0,194

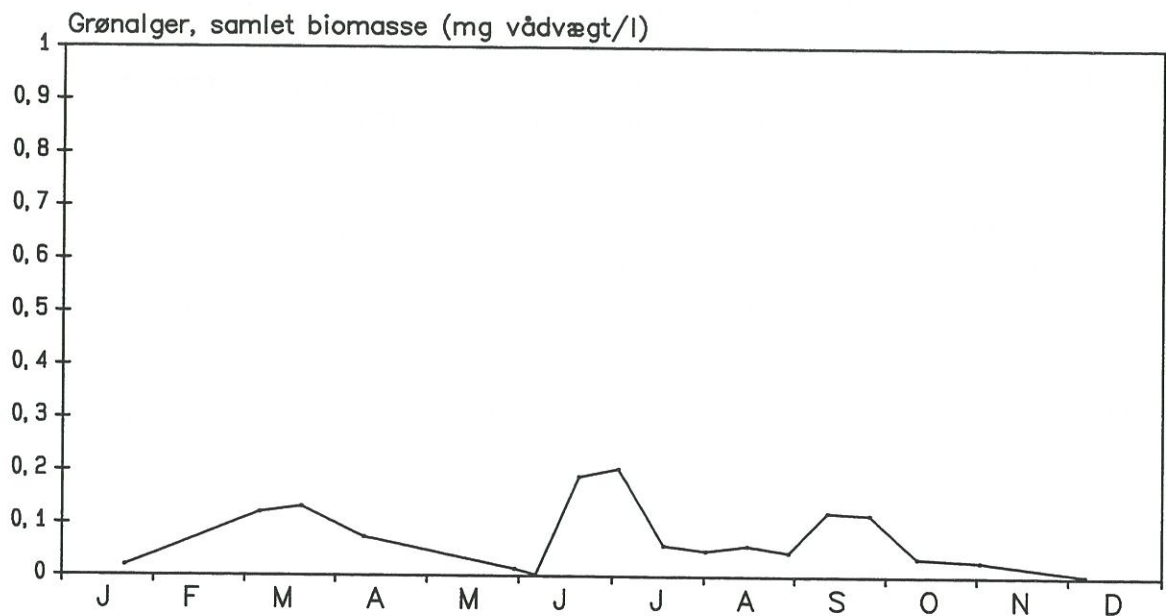
mg/l) er registreret i begyndelsen af maj, da arten for første gang optræder i prøverne, og herefter ligger biomassen på et meget lavt niveau. Årsmiddelbiodmassen er beregnet til 0,027 mg/l, mens sommerbiodmassen er beregnet til 0,044 mg/l.



Figur 20. Oversigt over sæsonvariationen af stilkalgernes biomasse i Nors Sø 1994.

Grønalger

Sæsonvariationen af grønalgernes biomasse er vist i figur 21.



Figur 21. Oversigt over sæsonvariationen af grønalgernes biomasse i Nors Sø 1994.

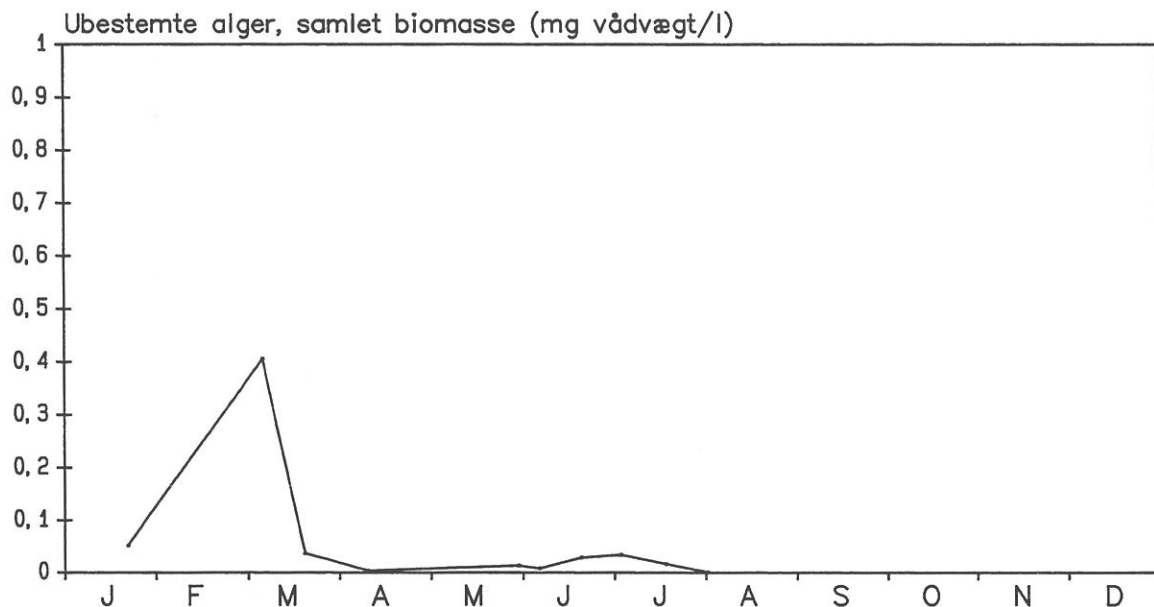
Grønalger er til stede ved næsten alle prøvetagninger. I årets første måneder opbygges der et lille maksimum (0,212 mg/l), overvejende dannet af *Chlorella* sp./*Dictyosiphon subsolitarium*. Grønalgerens årsmaksimum forekommer i juni-juli, da biomassen når op på 0,205 mg/l - dette maksimum er domineret af *Oocystis* spp. Efter dette maksimum følger en periode med lave biomasser, hvorefter der i september opbygges endnu et maksimum, hvor biomassen når op på 0,122 mg/l. Dette maksimum består i begyndelsen af *Botryococcus* spp. og derefter af Chlorococcales spp.

Grønalgerens årsmiddelbiomasse er beregnet til 0,067 mg/l, mens sommermiddelbiomassen er beregnet til 0,076 mg/l.

Grønalgerne udmærker sig, trods deres beskedne andel af den samlede planteplanktonbiomasse, ved at være den artsrigeste af samtlige grupper, og ved at omfatte adskillige sjældne arter og adskillige rentvandsindikatorer.

Ubestemte arter

Sæsonvariationen af de små (<10 μm), ubestemte arters biomasse er vist i figur 22.



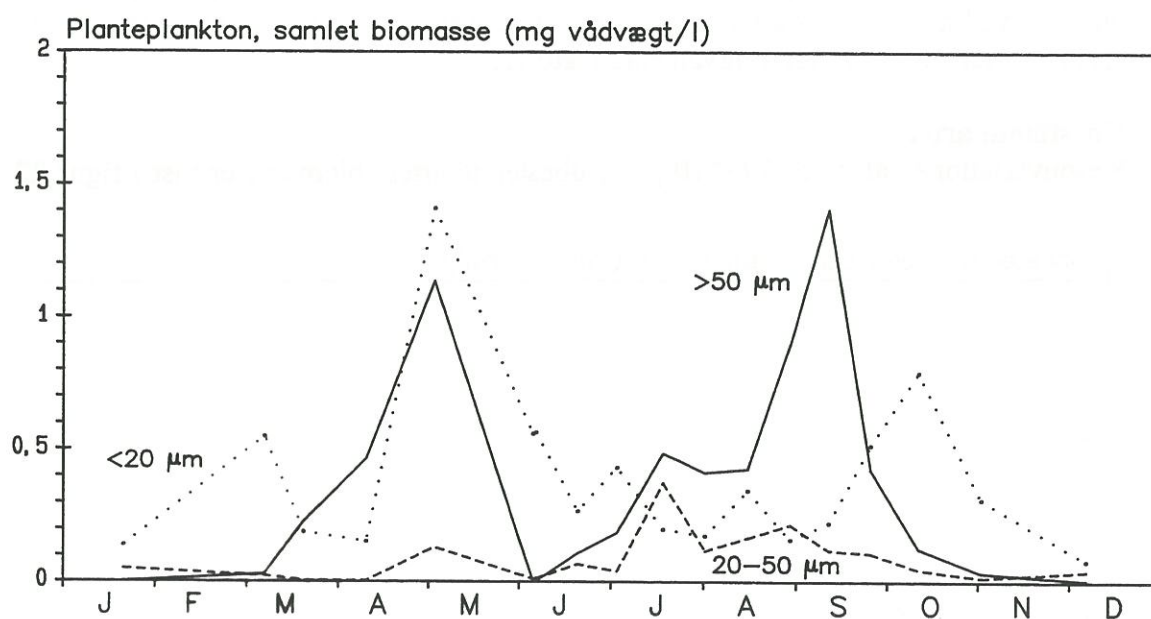
Figur 22. Oversigt over sæsonvariationen af små, ubestemte arters biomasse i Nors Sø 1994.

De små, ubestemte arter, der for en stor dels vedkommende har heterotrof levevis, har årsmaksimum i februar-marts, da biomassen kortvarigt når op en forholdsvis høj værdi, 0,421 mg/l. Herefter falder biomassen til meget lave værdier, og de mangler helt i perioden august-december. Årsmiddelbiomassen er beregnet til 0,049 mg/l, mens sommermiddelbiomassen er beregnet til 0,010 mg/l.

I forbindelse med maksimummet i februar-marts udgør de små, ubestemte arter hovedparten af den samlede planteplanktonbiomasse. Gruppens kortvarige succes i det tidlige forår skyldes antagelig høje koncentrationer af organisk kulstof, der stammer fra nedbrydningen af søens veludviklede undervandsvegetation.

6.1.2. Størrelsesforhold

Planteplanktonet i Nors Sø består af især små former ($< 20 \mu\text{m}$) og store former ($> 50 \mu\text{m}$), mens mellemgruppen ($20-50 \mu\text{m}$) er forholdsvis svagt repræsenteret, se figur 23.



Figur 23. Oversigt over sæsonvariationen af biomassen i de enkelte størrelsesgrupper af planteplankton i Nors Sø 1994.

Forårsmaksimummet i gruppen $> 50 \mu\text{m}$, der almindeligvis ikke kan udnyttes som føde af dyreplanktonet, skyldes først og fremmest gulalgerne, mens sommermaksimummet først og fremmest skyldes blågrønalgerne.

Års- og sommermiddelbiomassen i de tre størrelsesgrupper er beregnet til:

$< 20 \mu\text{m}$: 0,419 mg/l henholdsvis 0,456 mg/l
 $20-50 \mu\text{m}$: 0,077 mg/l henholdsvis 0,125 mg/l
 $> 50 \mu\text{m}$: 0,335 mg/l henholdsvis 0,509 mg/l.

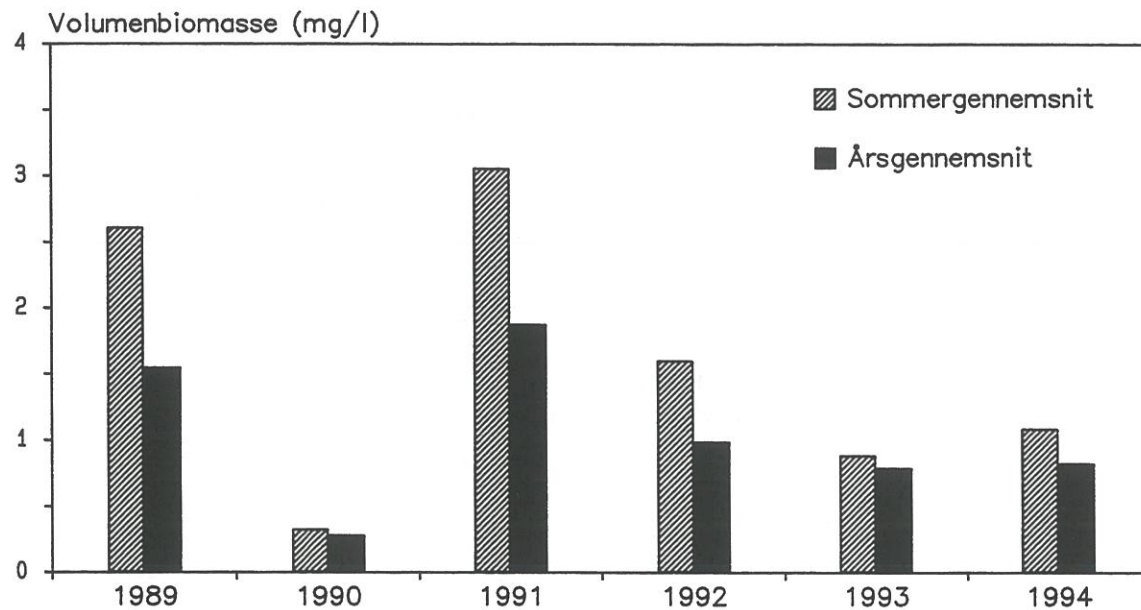
Det svarer til, at ca. 60% på årsbasis og ca. 53% på sommerbasis af den samlede planteplanktonbiomasse er tilgængelig som føde for dyreplanktonet, jf. senere.

6.2. Planteplankton 1989-1994

I bilag 3.0. findes oversigter over planteplanktonets strukturmæssige variation i perioden 1989-1994.

6.2.1. Biomasse

Variationen af planteplanktonets års- og sommermiddelbiomasse er vist i figur 24.



Figur 24. Oversigt over år-til-år-variationen af planteplanktonets års- og sommermiddelbiomasse i Nors Sø i perioden 1989-1994.

Både års- og sommermiddelbiomassen i 1994 er lidt højere end i 1993, men er mindre end de rekordhøje værdier i 1991 og er væsentligt højere end de rekordlave værdier i 1990.

Der er ingen umiddelbar forklaring på den store år-til-år-variation ud over, at de vejrmæssige forhold og vandstanden i søen antagelig spiller en stor rolle.

Det er karakteristisk, at år med høje middelbiomasser er år med stor forekomst af blågrønner. Selvom variationen er relativt stor, finder den sted på et niveau, der er langt lavere end i næringsrige og forurenede søer, og selvom der således kan identificeres "blågrønneår" i Nors Sø, tåler blågrønnebiomasserne ingen sammenligning med eksempelvis Hinge Sø, jf. (Viborg Amt, 1995).

Forekomsten af "blågrønneår" i Nors Sø er formodentlig udtryk for, at søens morfologi og opholdstid grundlæggende kan favorisere blågrønner, men at næringsstofniveauerne

grundlæggende er for lave til masseforekomst, omend der i vejræssigt gunstige situationer sker opblomstringer.

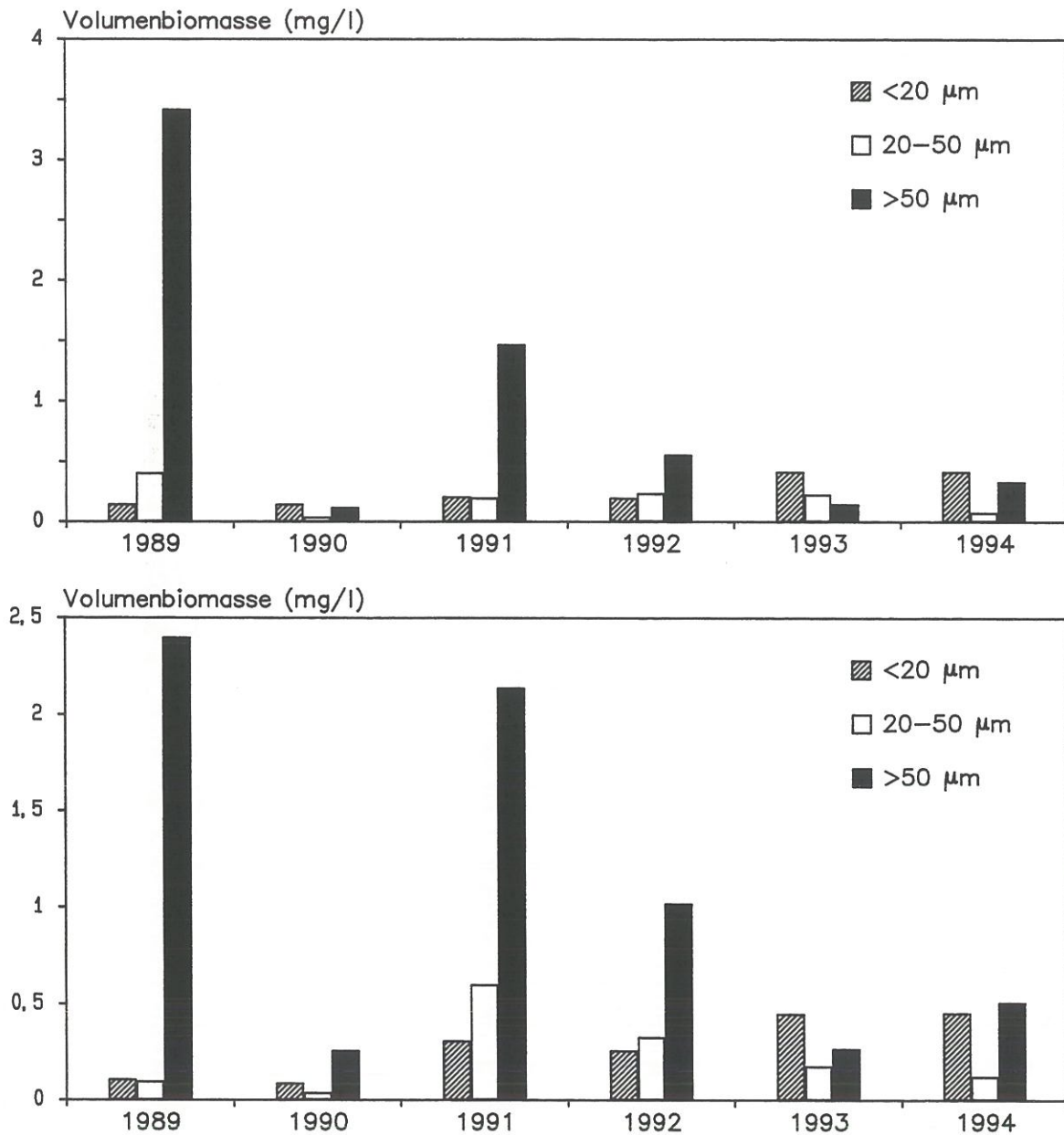
6.2.2. Artssammensætning og struktur

Antallet af arter og identifikationsgrupper har i de senere år ligget på et generelt højt niveau, og når der ses bort fra arter og grupper, der optræder med ringe individtæthed og stor år-til-år-variation, og når der ses bort fra, at oparbejdningssniveauet i 1989 var lavere end i de efterfølgende år, har artssammensætningen i Nors Sø været meget stabil, jf. bilag 3.0.

Trods år-til-år-variationer med hensyn til antal registrerede arter er planteplanktonets artssammensætning i overensstemmelse med søens næringsstofniveauer og øvrige biologiske struktur præget af mange rentvandsarter, heriblandt flere, som er sjældne her i landet, hvor antallet af søer som Nors Sø er meget ringe. Der er således ikke blot tale om et planteplankton, der med hensyn til biomasse og struktur hører til i den miljømæssigt bedste del af spekteret. Alene artssammensætningen er, ligesom de øvrige biologiske komponenter i søen, med til at understrege dennes store naturmæssige værdi.

Planteplanktonets størrelsesmæssige struktur har også været forholdsvis stabil gennem perioden med næsten generel biomasse-mæssig overvægt af gruppen $> 50 \mu\text{m}$, jf. figur 25 og bilag 3.0.

Det betyder, at planteplanktonet i Nors Sø i vid udstrækning er domineret af den størrelsesgruppe af planteplankton, der i næringsrige søer giver anledning til miljømæssige problemer. Når det ikke er tilfældet i Nors Sø skyldes det først og fremmest de lave totalbiomasser, der til trods for dominansen af store arter og former ikke forårsager ødelæggende forringelser af vandets klarhed.



Figur 25. Oversigt over år-til-år-variationen af årsmiddelbiomassen (øverst) og sommermiddelbiomassen (nederst) af de enkelte størrelsesgrupper af planteplankton i Nors Sø 1989-1994.

6.3. Dyreplankton 1994

Dyreplanktonet i Nors Sø er i 1994 beskrevet på grundlag af 18 prøvetagninger. Bilag 3 indeholder samtlige data fra dyreplanktonanalyserne.

6.3.1. Artssammensætning og biomasse

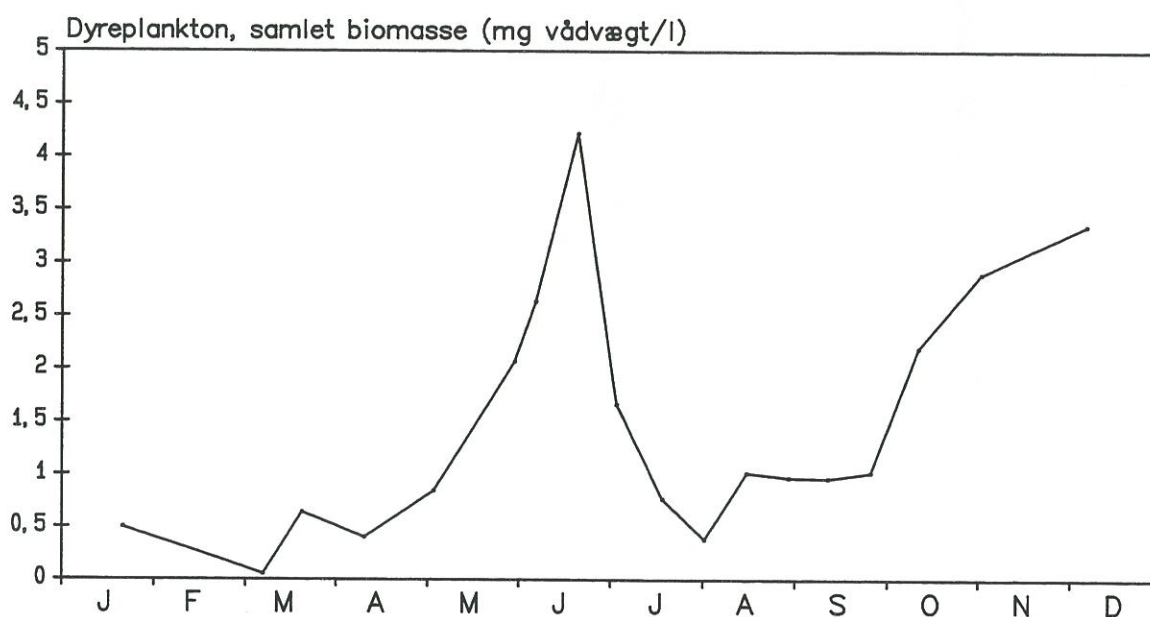
Der er i 1994 registreret 69 arter/identifikationstyper inden for følgende taxonomiske hovedgrupper.

- ROTATORIA (hjuldyr) - 33
- CLADOCERA (dafnier) - 17
- COPEPODIDA (vandlopper) - 19

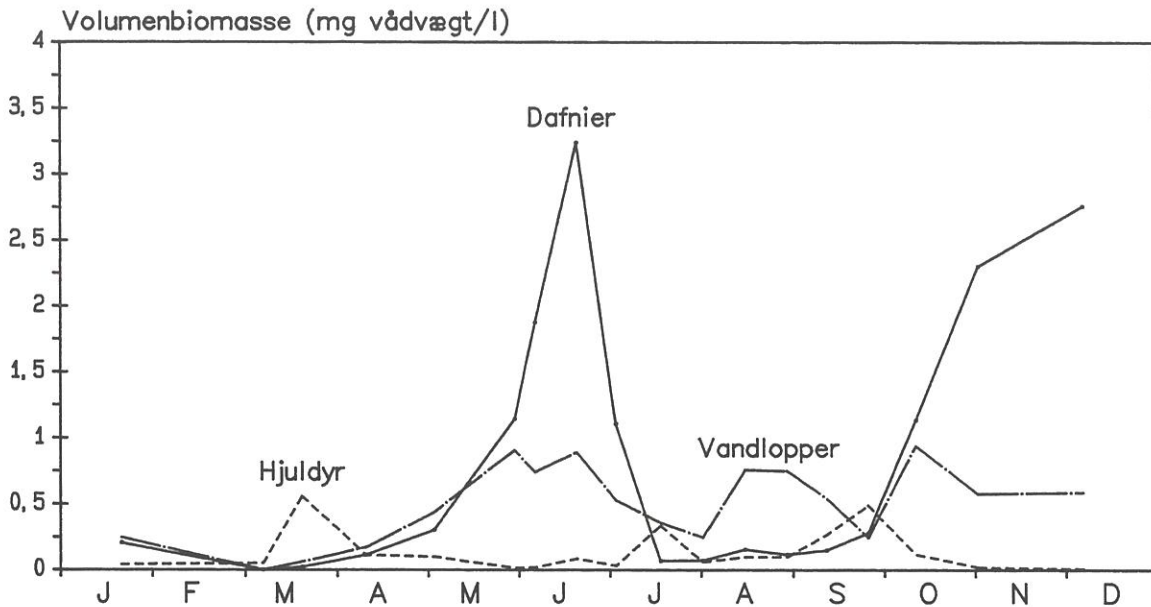
Antallet af arter/identifikationstyper og de gennemsnitlige og maksimale biomasser af de enkelte hovedgrupper samt de enkelte grupperes procentvise andel af biomassen fremgår af bilag 3.9.

Hjuldyrene er den artsrigeste gruppe med næsten dobbelt så mange arter som vandlopper og dafnier.

Variationen af dyreplanktonets samlede biomasse er vist i figur 26, mens figur 27 viser biomassens fordeling på de tre grupper hjuldyr, dafnier og vandlopper.



Figur 26. Oversigt over variationen af dyreplanktonets samlede biomasse i Nors Sø 1994.



Figur 27. - Oversigt over fordelingen af den samlede dyreplanktonbiomasse på de tre grupper - hjuldyr, dafnier og vandlopper - i Nors Sø 1994.

Dyreplanktonets årsmaksimum (4,222 mg/l vådvægt) forekommer i juni, efter forårets gulalgeomaksimum og er helt overvejende dannet af dafnier (77% af den samlede biomasse). Maksimummet bryder hurtigt sammen, og allerede midt i juli er biomassen stærkt reduceret.

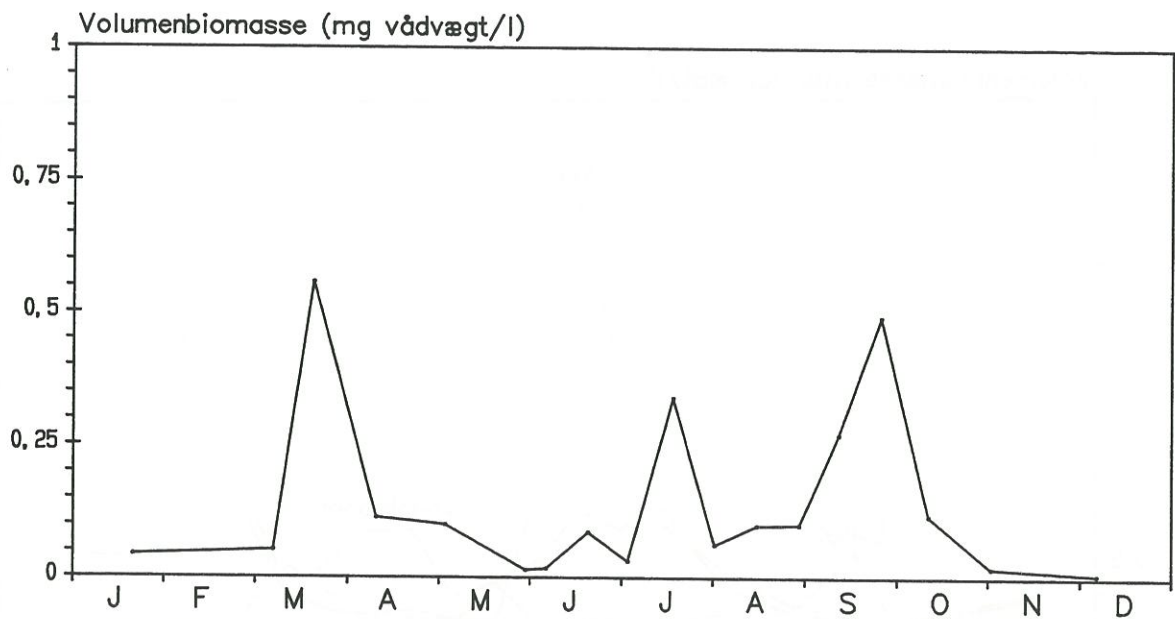
Herefter stiger biomassen langsomt til et lidt højere niveau og forbliver herpå under hele sommerens blågrønalgeomaksimum. Efter sammenbruddet af sidstnævnte stiger biomassen igen hurtigt og når sidst på året op på en forholdsvis høj værdi (3,534 mg/l vådvægt). Også efterårets store biomasser skyldes fortrinsvis dafnierne, hvis biomasse i december udgør 82% af den samlede biomasse.

Dyreplanktonets årsmiddelbiomasse er beregnet til 1,402 mg/l vådvægt, mens sommermiddelbiomassen er beregnet til 1,486 mg/l vådvægt. Begge disse værdier er meget lave.

Hjuldyr

Hjuldyrene er trods den store artsrigdom den af de tre dyreplanktongrupper, der generelt har den laveste biomasse, se figur 28.

Biomassekurven har tre tydelige maksima. Det første, der tillige er årsmaksimum, forekommer i marts, da biomassen når op på 0,558 mg/l vådvægt. Dette maksimum er helt overvejende dannet af arter tilhørende slægten *Synchaeta* med *Polyarthra vulgaris/dolichoptera* og *Asplanchna priodonta* som subdominanter.



Figur 28. Oversigt over variationen af hjuldyrenes biomasse i Nors Sø 1994.

I forbindelse med gulalgenes maksimum falder hjuldyrenes biomasse til meget lave værdier, men i juli opbygges der et nyt maksimum, hvor biomassen når op på 0,340 mg/l vådvægt. Også dette maksimum er domineret af arter tilhørende slægten *Synchaeta* med *Polyarthra vulgaris/dolichoptera* og *Keratella coclearis* som subdominanter.

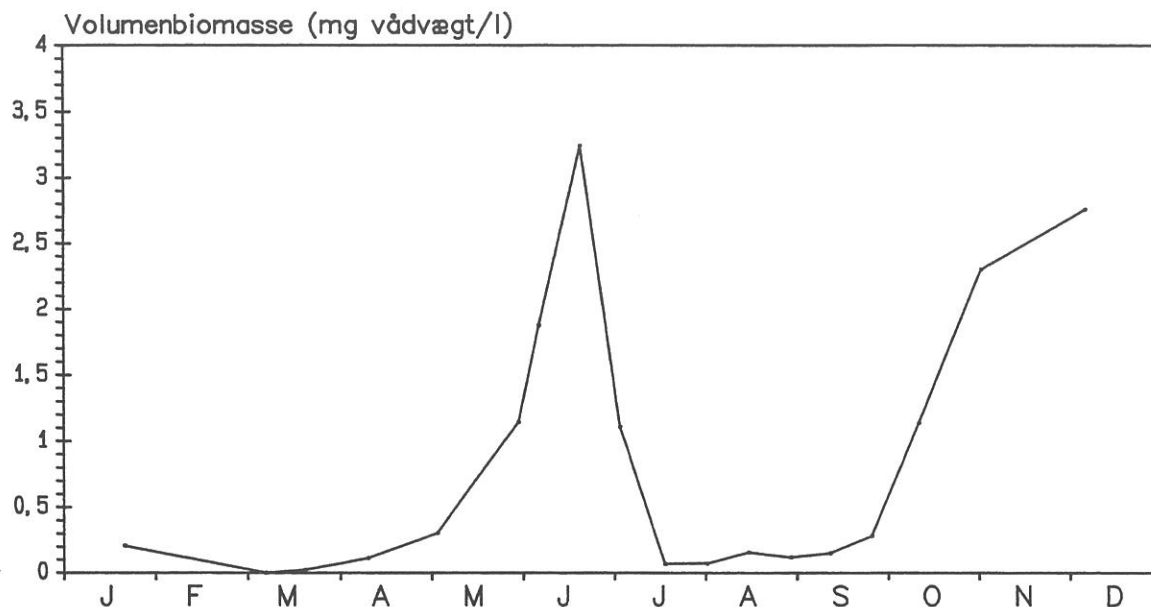
Efter et kortvarigt fald i biomassen opbygges der et forholdsvis stort efterårsmaksimum, der tidsmæssigt er sammenfaldende med blågrønalgenes maksimum, og biomassen når op på næsten samme niveau som i foråret, 0,493 mg/l vådvægt. Efterårsmaksimummet er domineret af *Asplanchna priodonta* med *Synchaeta* spp., *Gastropus stylifer* og *Polyarthra vulgaris/dolichoptera* som subdominanter.

Hjuldyrenes årsmiddelbiomasse er beregnet til 0,130 mg/l vådvægt, mens sommermiddelbiomassen er beregnet til 0,139 mg/l vådvægt, svarende til 9,3% henholdsvis 9,4% af den samlede biomasse (års- og sommermiddel).

Dafnier

Dafnierne er den mængdemæssigt dominerende dyreplanktongruppe. Sæsonvariationen af dafniernes biomasse er vist i figur 29.

Dafnierne opbygger i løbet af forsommeren forholdsvis store biomasser og når et maksimum på 3,243 mg/l vådvægt midt i juni. Dette maksimum, der både er dafniernes og det samlede dyreplanktons årsmaksimum, er domineret af *Daphnia galeata* med *Daphnia hyalina* og *Bosmina coregoni* som subdominanter.



Figur 29. Oversigt over variationen af dafniernes biomasse i Nors Sø 1994.

Efter det kortvarige maksimum falder biomassen hurtigt til meget lave værdier, og først efter sammenbruddet af blågrønalgenes maksimum i september opbygges der igen høje dafniebiomasser. I december er biomassen nået op på næsten samme niveau som i juni, 2,759 mg/l vådvægt. Den høje værdi skyldes først og fremmest *Daphnia hyalina* med *Bosmina coregoni*, *Bosmina longirostris* og *Daphnia galeata* som subdominanter.

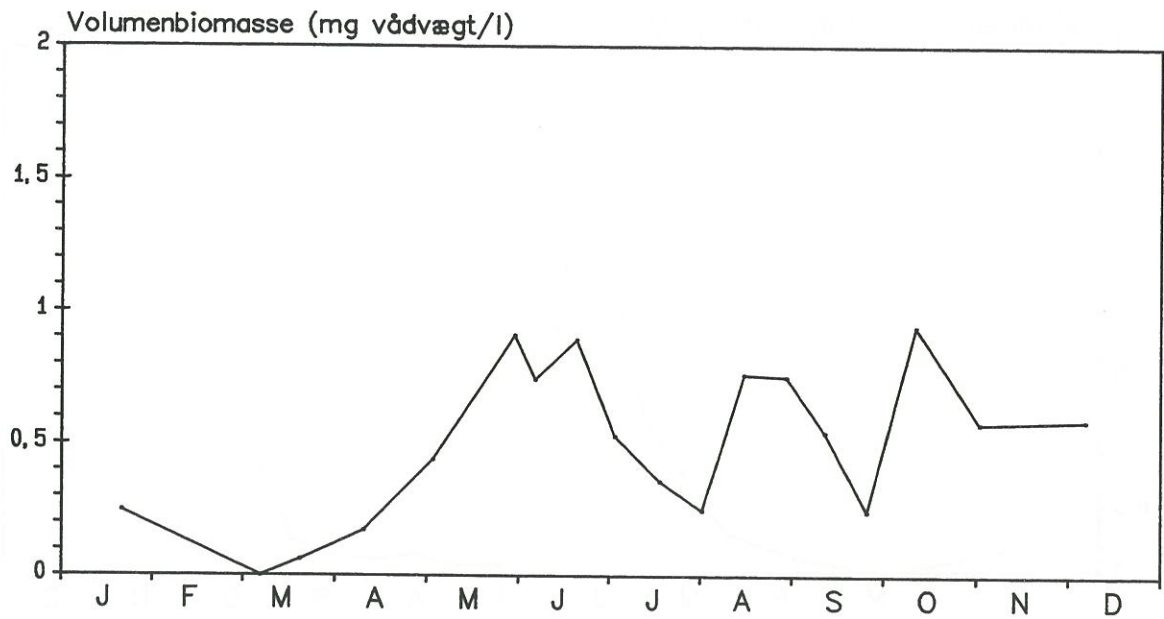
Dafniernes årsmiddelbiomasse er beregnet til 0,810 mg/l vådvægt, mens sommermiddelbiomassen er beregnet til 0,756 mg/l vådvægt, svarende til 58% henholdsvis 51% af den samlede biomasse (års- og sommermiddel).

Vandlopper

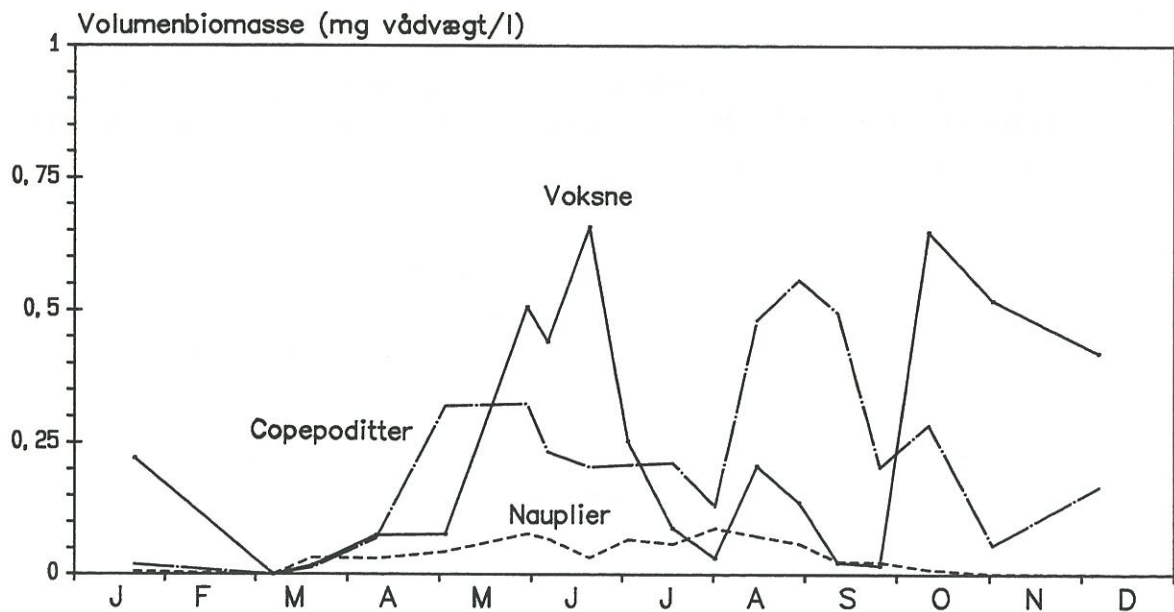
Vandlopperne er den mængdemæssigt næstvigtigste af de tre dyreplanktongrupper. Sæsonvariationen af den samlede vandloppebiomasse er vist i figur 30, mens figur 31 viser variationen af de tre fraktioner - voksne vandlopper, nauplier og copepoditter.

Biomassekurven har et tretoppet forløb. I løbet af maj og juni har vandlopperne et langvarigt biomassemaksimum, hvor biomassen når op på 0,909 mg/l vådvægt. Dette maksimum, der ikke nogen tydelig dominant, er især dannet af *Eudiaptomus graciloides* (hanner + hunner) og *Mesocyclops*-copepoditter samt calanoide nauplier, jf. figur 30.

I forbindelse med årets andet maksimum i august september når biomassen op på 0,762 mg/l vådvægt. Dette forholdsvis langvarige maksimum er domineret af *Mesocyclops*-copepoditter, jf. figur 30, med calanoide copepoditter og *Eudiaptomus graciloides* som subdominanter.



Figur 30. Oversigt over variationen af den samlede vandloppebiomasse i Nors Sø 1994.



Figur 31. Oversigt over fordelingen af den samlede vandloppebiomasse på de tre grupper - voksne, nauplier og copepoditter - i Nors Sø 1994.

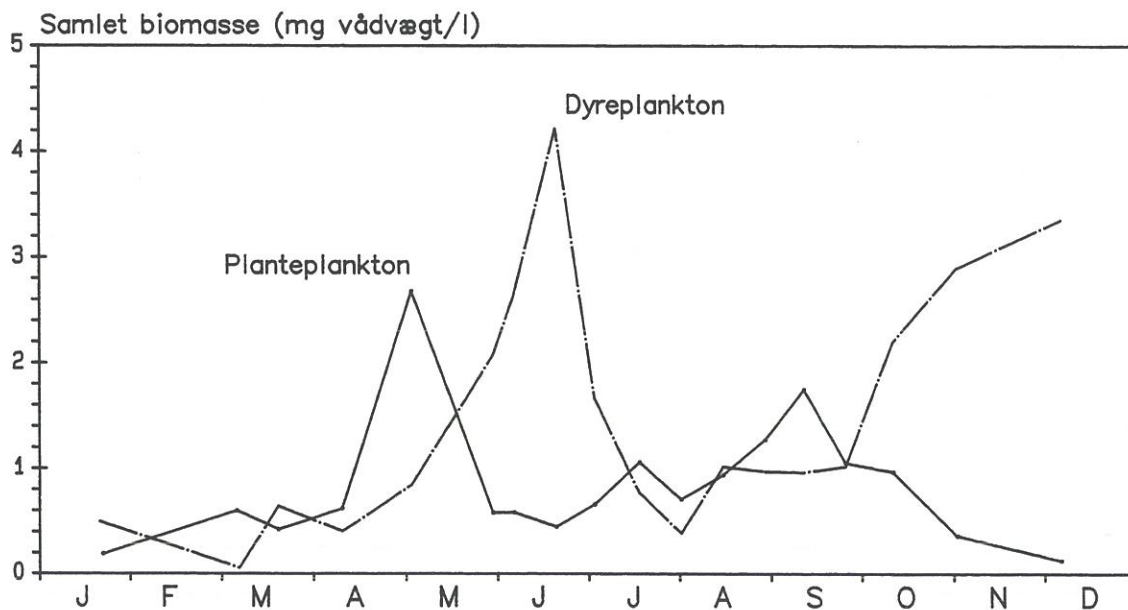
Ved årets sidste maksimum når biomassen op på næsten samme niveau som i forsommeren, 0,925 mg/l vådvægt. Dette maksimum er helt domineret af *Eudiaptomus graciloides* (hanner + hunner) med calanoide copepoditter som subdominanter, jf. figur 30.

Vandloppernes årsmiddelbiomasse er beregnet til 0,463 mg/l vådvægt, mens sommermiddelbiomassen er beregnet til 0,591 mg/l vådvægt, svarende til henholdsvis 33% og 40% af den samlede biomasse (års- og sommermiddel).

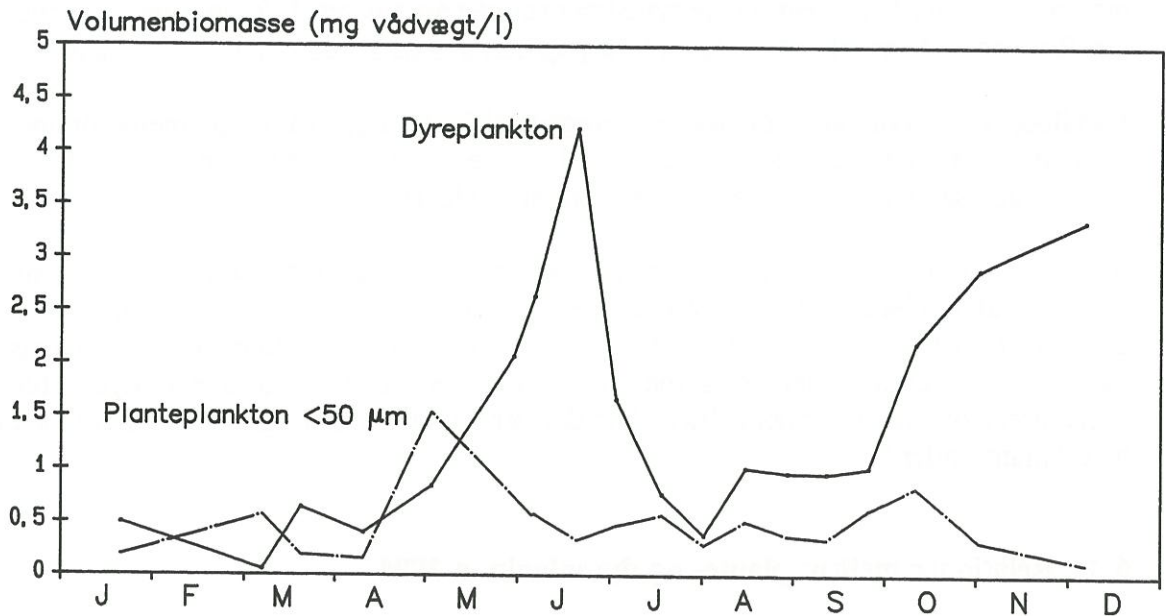
Set under et er der god overensstemmelse mellem dyreplanktonets sammensætning med dominans af dafnier og calanoide vandlopper og søens meget veludviklede undervandsvegetation. Betydningen af sidstnævnte som dagskjul blev tydeligt illustreret i forbindelse med især vegetationsundersøgelserne i 1993, idet der på adskillige meters dybde blev registreret store og meget tætte "skyer" af dafnier i og især omkring de indtil flere meter høje "plantesejler".

6.4. Relationer mellem plante- og dyreplankton 1994

Figur 32 viser variationen af dyreplanktonbiomassen i forhold til planteplanktonbiomassen, mens figur 33 viser variationen af dyreplanktonbiomassen i forhold til den som føde tilgængelige del af planteplanktonbiomassen.



Figur 32. Oversigt over variationen af dyreplanktonets samlede biomasse i forhold til planteplanktonets samlede biomasse i Nors Sø 1994.



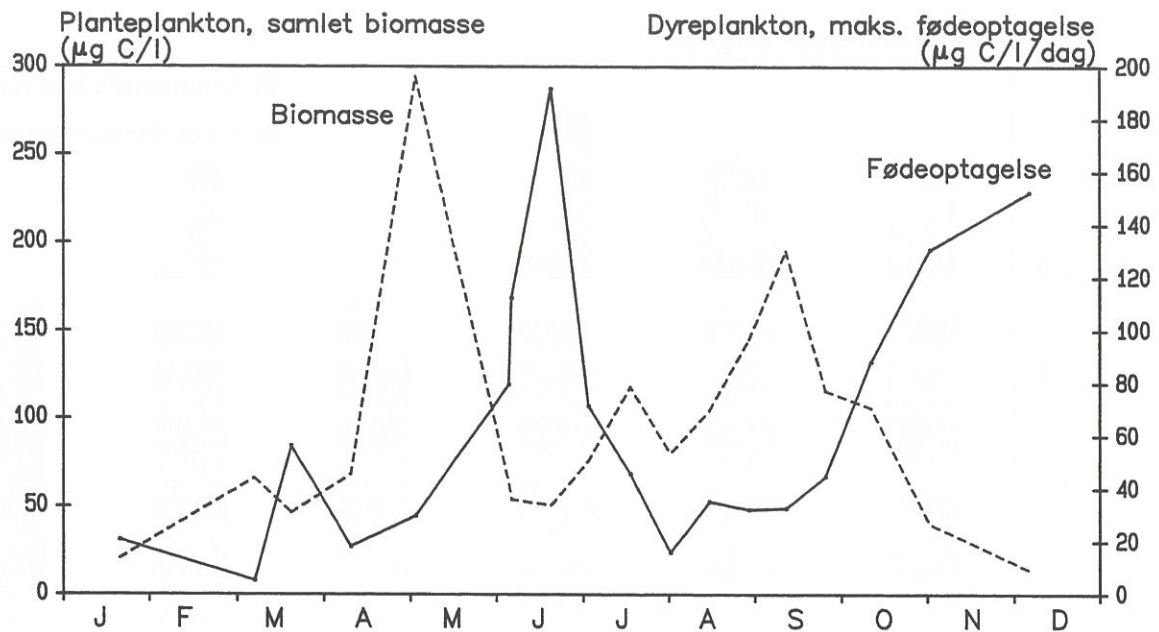
Figur 33. Oversigt over variationen af dyreplanktonets samlede biomasse i forhold til summen af det mindste og det mellemstore planteplankton i Nors Sø 1994.

Særlig figur 33 viser, at opbygningen af de høje biomasser sker på grundlag af høje biomasser af små planteplanktonarter og -grupper. Til gengæld er der ikke grundlag for særlig høje dyreplanktonbiomasser i forbindelse med sensommerens blågrøinalgemaksimum, idet blågrønalgerne i kraft af deres størrelse ikke kan udnyttes som føde af dyreplanktonet.

Figur 34 viser variationen af dyreplanktonets maksimale fødeoptagelse i forhold til den samlede planteplanktonbiomasse.

Det ses, at dyreplanktonets samlede potentielle fødeoptagelse kun i forbindelse med høje dafniebiomasser, jf. figur 28, overstiger planteplanktonbiomassen, men eftersom ikke hele planteplanktonbiomassen er tilgængelig som føde, opstår der hurtigt fødemangel, og dyreplanktonbiomassen falder.

Set under et kan det konstateres, at planteplanktonets biomasse i Nors Sø er begrænset af næringsstofftilgængeligheden og derfor generelt ligger på lave niveauer. De lave planteplanktonbiomasser resulterer i generelt lave dyreplanktonbiomasser. Dyreplanktonet er mængdemæssigt domineret af dafnier og calanoide vandlopper, det vil sige arter med stor kapacitet til at bortgræsse planteplanktonet. I det stabile og meget uforstyrrede sømiljø er planteplanktonet imidlertid i lange perioder domineret af store arter og former, som ikke kan bortgræsses af dyreplanktonet - et forhold, der må ses som en miljømæssig tilpasning.



Figur 34. Oversigt over variationen af dyreplanktonets maksimale fødeoptagelse i forhold til planteplanktonets samlede biomasse i Nors Sø 1994.

Dersom planteplanktonet bestod af små, let tilgængelige arter, ville dyreplanktonet på grund af den begrænsede prædation fra fiskeynglen til stadighed kunne bortgræsse al planteplanktonet. Små let tilgængelige arter, som ofte dominerer i næringsrige søer, har derfor ringe konkurrenceevne i en sø som Nors Sø, og det er i det lys, at hele plankton-sammensætningen og -dynamikken i Nors Sø skal ses.

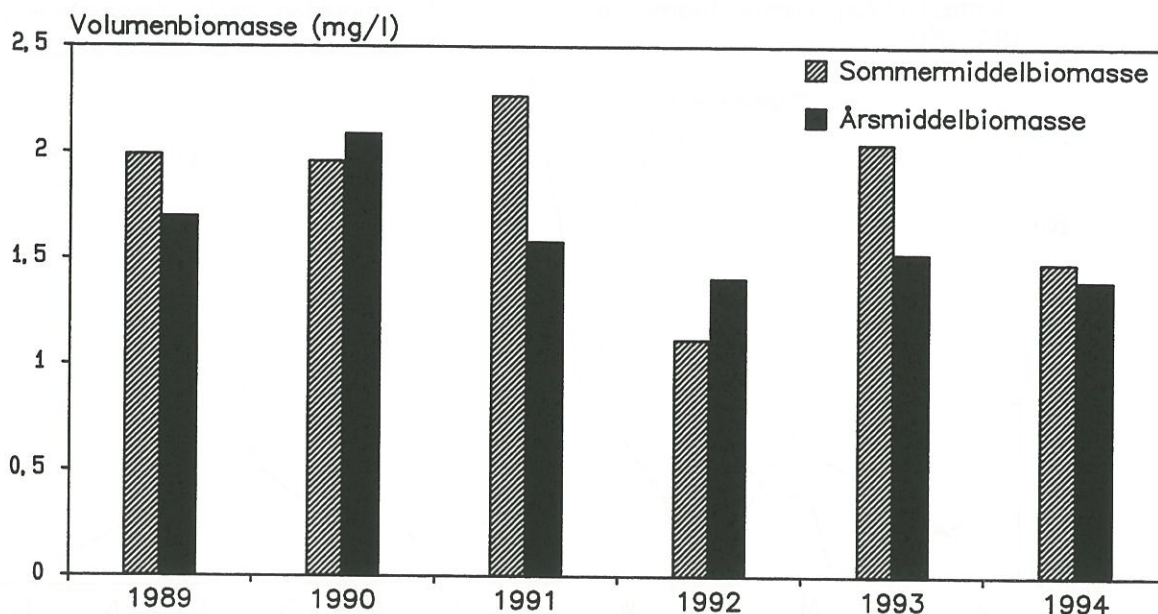
6.5. Dyreplankton 1989-1994

I bilag 3.0. findes oversigter over dyreplanktonets strukturemæssige variation i perioden 1989-1994.

6.5.1. Biomasse

Variationen af dyreplanktonets års- og sommermiddelbiomasse er vist i figur 35.

Både års- og sommermiddelbiomassen i 1994 er lidt lavere end i 1993, men er markant mindre end værdierne i 1989-1991.



Figur 35. Oversigt over år-til-år-variationen af dyreplanktonets års- og sommermiddelbiomasse i Nors Sø i perioden 1989-1994.

Der er ingen umiddelbar forklaring på den store år-til-år-variation, idet dyreplanktonbiomasserne ikke på nogen måde er relateret til hverken de totale planteplanktonbiomasser eller biomasserne af de små og mellemstore fraktioner. Det ser derfor umiddelbart ud til, at variationen af dyreplanktonets års- og sommermiddelbiomasse er helt tilfældig. Det kan ikke udelukkes, at variationen er tilfældigt bestemt af tilfældigheden i eksempelvis vejrforholdene, men det er dog sandsynligt, at bl.a. mængden af fiskeyngel, der varierer fra år til år, har betydning, både med hensyn til mængde og tid. Disse og mange andre forhold er ikke undersøgt tilstrækkeligt grundigt til, at der kan opstilles forklaringer på de observerede variationer i dyreplanktonets års- og sommermiddelbiomasse.

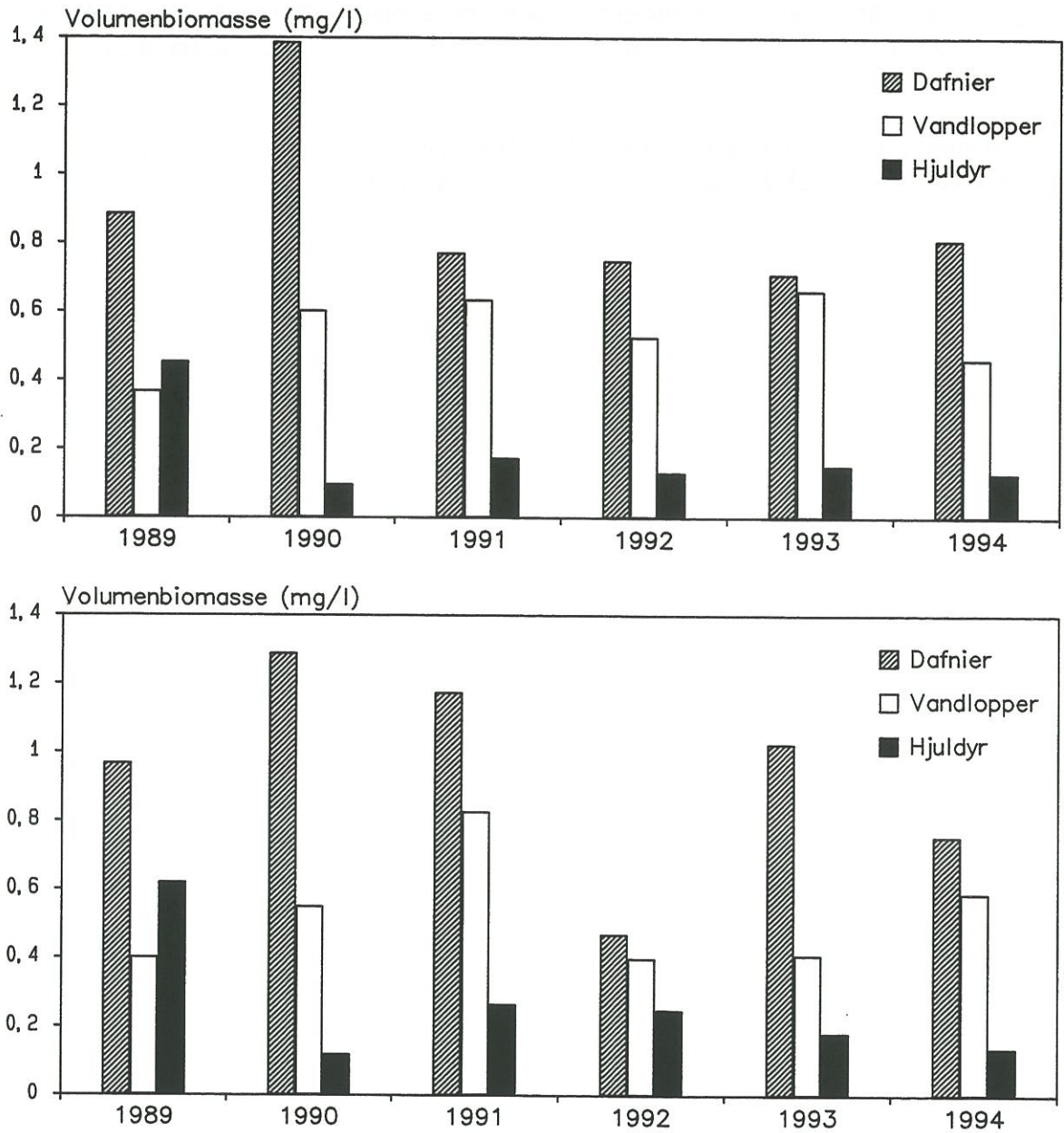
Der er dog ét forhold, der giver anledning til bemærkninger, nemlig dyreplanktonets meget uensartede forekomst både i rum og tid. Som allerede nævnt blev der i 1993 i forbindelse med vegetationsundersøgelserne registreret meget store koncentrationer af dyreplankton, fortrinsvis dafnier, i og umiddelbart omkring vegetationen. På grund af vegetationens funktion som skjulested for dyreplanktonet er fordelingen af sidstnævnte med stor sandsynlighed stærkt påvirket heraf, således at tætheden er størst i vegetationsbæltet og mindst i de åbne vandmasser.

Man kan let forestille sig, at den gældende prøvetagningspraksis for dyreplankton ikke altid er i stand til at opfange og beskrive denne vertikale, horisontale og tidslige variation, og at det alene kan introducere stor, "tilfældig" variation i datamaterialet.

6.5.2. Artssammensætning og struktur

Antallet af arter og identifikationsgrupper har i de senere år ligget på et generelt højt niveau, og når der ses bort fra arter og grupper, der optræder med ringe individtæthed og stor år-til-år-variation, og når der ses bort fra, at oparbejdningniveauet i 1989 var lavere end i de efterfølgende år, har artssammensætningen i Nors Sø været meget stabil, jf. bilag 3.0.

Til gengæld har der i perioden været en betydelig år-til-år-variation i de enkelte gruppers biomasse og andel af den samlede biomasse, jf. figur 36.

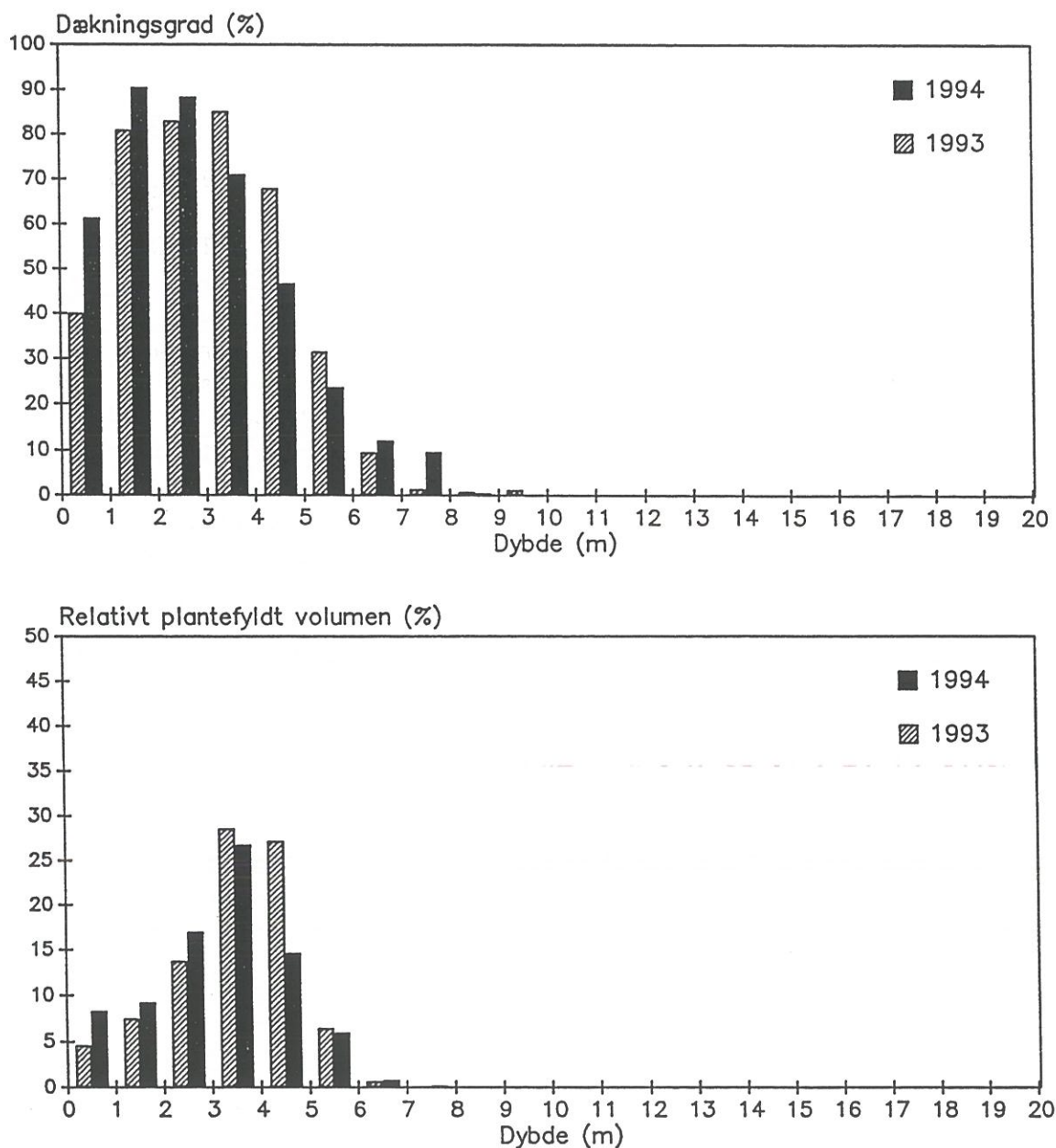


Figur 36. Oversigt over år-til-år-variationen af årsmiddelbiomassen (øverst) og sommermiddelbiomassen (nederst) af de enkelte grupper af dyreplankton i Nors Sø 1989-1994.

Liden najade har i 1994 vokset på væsentligt større dybde end i 1993 på grund af den højere vandstand. Sammen med langt mere veludviklede bevoksninger af *ru kransnål* har det efter alt at dømme været årsag til, at individtætheden i 1994 har været ringere end i 1993. Udbredelsen har haft samme begrænsede udstrækning som i 1994.

7.3. Dækningsgrad og plantefyldt volumen

Dækningsgrader og vegetationens højde i de enkelte dybdeintervaller i hvert af delområderne er vist i bilag 4.2., mens bilag 4.3. indeholder en oversigt over den samlede dækningsgrad og det samlede plantefyldte volumen i hele søen. Figur 37 viser vegetationens dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller for søen som helhed.



Figur 37. Oversigt over variationen af dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller for Nors Sø som helhed i 1994.

Den gennemsnitlige dækningsgrad er i 1994 opgjort til 56,7% mod 54,2% i 1993, mens det samlede plantefyldte volumen for søen som helhed er opgjort til 1.005.375 m³, svarende til 7,97% af søens samlede volumen (= relativt plantefyldt volumen) mod 8,70% i 1993.

Årsagen til, at det relative plantefyldte volumen er lavt, er dels, at der ud til ca. 3 meters dybde næsten kun findes lave kransnålalger, og dels at langskudsvegetationen findes på dybder større end 3 meter og derfor, trods lange skud, ikke er i stand til at opfylde hele vandsøjlen. Dertil kommer, at den gennemsnitlige dybdegrænse for fastsiddende vegetation er forholdsvis ringe.

Selvom værdien af det relative plantefyldte volumen er forholdsvis lav, ligger den inden for det ret snævre interval, der er det naturlige for en dyb sø som Nors Sø, hvor kransnålalger dækker en meget stor del af søbunden, og hvor langskudsplanterne vokser så dybt, at de kun i begrænset omfang kan danne skud, der når helt op til overfladen.

7.3.1. Effekten af ændret dækningsgradsskala

Til vurdering af, hvorledes ændringen af dækningsgradsskalaen har påvirket resultaterne, er der foretaget en beregning, hvor alle registreringer i dækningsgradsklasse 6 (95-100% dækning) er placeret i den oprindelige dækningsgradsklasse 5 (75-100% dækning), se bilag 4.4.

Det samlede plantedækkede areal kan opgøres til 1.814.540 m², svarende til en middeldækningsgrad på 52,3%, beregnet uden fradrag for arealet af rørskovens. Eksklusive rørskovens areal kan middeldækningsgraden beregnes til 53,2%.

Det samlede plantefyldte volumen kan opgøres til 931.305 m³, svarende til et relativt plantefyldt volumen på 7,38% uden fradrag for rørskovens plantefyldte volumen. Eksklusive rørskovens plantefyldte volumen er det relative plantefyldte volumen beregnet til 7,40%.

Den ændrede dækningsgradsskala har således betydelig indflydelse på især middeldækningsgraden, ikke mindst i en sø, hvor store dele af bunden er dækket af tæt vegetation. Beregningerne bekræfter antagelser om en betydelig underestimering af middeldækningsgraden, når der anvendes en 5-delt skala.

7.4. Status 1994 og udvikling 1993-1994

Det kan indledningsvis konstateres, at reduktionen af undersøgelseslinier fra 10 til 5 i hvert delområde, efter alt at dømme, ikke har forringet undersøgelsesresultaterne.

På ét punkt har undersøgelsesintensiteten dog en vis betydning, nemlig i forbindelse med de kvalitative resultater. Ved få undersøgelseslinier øges risikoen for, at arter med meget spredt forekomst bliver overset, og der er da også to arter fra 1993-undersøgelsen, *almindelig kildemos* og *kortstilket vandaks*, som ikke er blevet registreret i 1994. Forklaringen kan være den, at begge arter er forsvundet, men det er mere nærliggende at antage, at de er blevet overset.

Det samme kunne være sket med *liden najade*, men på grund af den særlige interesse, der knytter sig til denne ene art, har undersøgelserne været rettet mod også at få en god beskrivelse af forekomsten i 1994.

Undersøgelsen i 1994 er gennemført ved en væsentligt højere vandstand end i 1993, og det har betydet, at den del af søbunden, som var tørlagt i 1993, i 1994 har været vanddækket. Det har betydet forsvinden af mange af de søbredsarter, der voksede her i 1993, men til gengæld har kransnålalgerne kunnet danne bevoksninger på en stor del af den tidlige tørlagte bundflade.

Det er imidlertid ikke blot på de tidligere tørlagte bundflader, at kransnålalgerne har haft fremgang. I den ydre del af kransnålalgebevoksningerne har planterne generelt været større og mere veludviklede i 1994, og bevoksningerne har derfor i højere grad kunnet nå sammen over de stedvis mange sten. Det er særlig *ru kransnål*, der har haft fremgang.

For langskudsvegetationens vedkommende har der i 1994 været en tendens til, at planterne i den inderste halvdel af bevoksningerne har været højere end i 1993. Til gengæld har der i den ydre del af bevoksningerne været et stort tab af planter, som har mistet fæstet i bunden og er blevet skyllet sammen i store øer eller er blevet skyllet op på bredderne. Det er denne bortskylning af planter, der har bevirket en markant reduktion af dybdegrænsen for fasthæftet vegetation. Årsagerne til, at de dybest voksende planter er blevet skyllet bort, er ikke umiddelbart indlysende. Der er næppe nogen tvivl om, at vandets klarhed har haft væsentlig indflydelse, måske sammen med den forhøjede vandstand. Sidstnævnte betyder, at vegetationen har vokset på ca. 40 cm større vanddybde i 1994, og det alene ville med uændret sigtddybde kunne bevirke forringede vækstbetingelser for de dybest voksende planter. I det konkrete tilfælde er den øgede vandstand tilmed blevet ledsaget af mere uklart vand hen på sommeren, og det har utvivlsomt haft en negativ indflydelse på planternes muligheder for at overleve på dybt vand.

Selve løsrivningen af planterne har formodentlig fundet sted i uge 32, da der for første gang siden begyndelsen af juli forekom kraftig nordvestlig vind. Den kraftige vind har antagelig skabt så stor omrøring af vandmasserne, at de stressede og derfor svagt fasthæftede planter på dybt vand er blevet revet løst og drevet sammen i større og mindre klumper, som enten har samlet sig til store øer ude i søen, eller som er blevet skyllet op på bredderne.

De meget store mængder planter, som er blevet drevet sammen i øer eller er blevet skyllet op på bredderne, betyder, at både det plantedækkede areal og det plantefyldte volumen i den ydre del af vegetationsbæltet er blevet reduceret i dele af søen, særlig de nordvestlige og bugten i den nordøstlige del af søen.

Der er generelt også sket en nedgang i plantemængden i det brednære dybdeinterval, hvilket skyldes både søbredsplanternes forsvinden og de opskyllede planters oprivning af lavvandsvegetationen.

Selvom de stedfundne ændringer fra 1993 til 1994 lokalt har været store, har de dog ikke ændret nævneværdigt ved søens niveauer for dækningsgrad og relativt plantefyldt volumen. Men det bør i den forbindelse nævnes, at der i 1994 er anvendt en mere detaljeret dækningsgradsskala, og det har utvivlsomt bevirket en øgning af middeldækningsgraden og dermed også af det plantefyldte volumen. Hvor stor indflydelse dette skift af dækningsgradsskala har haft, kan ikke afgøres i detaljer, men der er ingen tvivl om, at middeldækningsgraden i 1994 har været lavere end i 1993, til trods for, at beregningerne viser en svag stigning (fra 54,2% i 1993 til 56,7% i 1994).

Ændringerne har vist, at selv en så ren og forholdsvis upåvirket sø som Nors Sø er genstand for betydelig naturlig variation. En stor del af variationen kan tilskrives vandstandens variation og de klimatiske variationer samt variationer i vandets klarhed, men det er uvist, om det indstrømmende grundvand udviser variationer med hensyn til næringsstofindhold, og hvilken betydning det i givet fald har for søens tilstand. Tabel 10 sammenfatter undersøgelsesresultaterne fra 1993 og 1994.

	1994	1993
Middeldybdegrænse, blomsterplanter	5,50 m	7,25 m
Største dybde, blomsterplanter	8,80	10,0 m
Plantedækket areal, undervandsvegetation	1.968.354 (1.814.540) m ²	1.882.139 m ²
Dækningsgrad, undervandsvegetation*	56,7% (52,3%)	54,2%
Plantefyldt volumen, undervandsvegetation	1.005.375 (931.305) m ³	1.101.842 m ³
Relativt plantefyldt volumen, undervandsvegetation**	7,97% (7,38%)	8,74%
Plantedækket areal, rørskov	-	61.000 m ²
Dækningsgrad, rørskov	-	1,8%
Plantefyldt volumen, rørskov	-	23.000 m ³
Relativt plantefyldt volumen, rørskov	-	0,18%

Tabel 10. Samlet oversigt over de vigtigste vegetationsdata fra Nors Sø, 1994. Værdierne i parentes er 1994-værdier beregnet under anvendelse af den oprindelige 5-delte dækningsgradsskala. Til sammenligning er vist de tilsvarende data fra 1993. *) værdierne er beregnet uden fradrag af rørskovens areal. **) værdierne er beregnet uden fradrag af rørskovens volumen. Alle værdier er beregnet og angivet i forhold til vandspejlskote 13,67 m o. DNN. Flydebladsvegetationen og rørskoven er ikke undersøgt i 1994.

8. Bundfauna

Bundfaunaundersøgelserne i Nors Sø i 1992 er endnu ikke færdigbearbejdet, men det kan på nuværende tidspunkt konstateres, at Nors Sø huser en overordentlig artsrig og interessant bundfauna. Særlig artsrig er den del af faunaen, der er knyttet til vegetationen, og her spiller især kransnålalgerne en stor rolle. En enkelt håndfuld kransnålalger fra det brednære vegetationsbælte kan således indeholde flere tusinde individer og et stort antal arter af især dansemyg, men også mange andre grupper er repræsenteret her.

Flere steder i søen er bunden meget rig på muslinger, hvoraf mange er store og meget gamle.

Selvom bundfaunaen endnu ikke er færdigbeskrevet, kan det konstateres, at også i faunistisk henseende er Nors Sø meget interessant og præget af ringe påvirkning fra omgivelserne.

9. Fisk

Fiskefaunaen i Nors Sø er beskrevet i en særskilt rapport og tillige kommenteret i årsrapporten fra 1992 (Viborg Amt, 1993a), og det skal her blot konstateres, at fiskefaunaen i søen er artsfattig og domineret af arter med tilknytning til rene søer.

Fiskefaunaen er genstand for et betydeligt erhvervs- og fritidsfiskeri. Fiskeretten i den statsejede del af søen er bortforpagtet ligesom i de privatejede dele af søen. På nordøstsiden findes tillige en lille del af søen, hvor fiskeriet er givet frit.

Fiskeriet forgår primært med faststående redskaber (ruser og bundgarn) og periodisk tillige med monofile nylongarn.

Fiskeriet i søen er den største direkte påvirkning af søens miljø - ikke som følge af, at fiskeriet er overdrevent intensivt, men mere som følge af, at samtlige andre påvirkninger har begrænset omfang. Eftersom fiskeriet især er rettet mod de økonomisk interessante arter, først og fremmest ål, men også aborre og gedde, er der en vis risiko for en forskydning af biomassens fordeling i søen. Antallet af gedder i søen synes på nuværende tidspunkt at være så lavt, at en yderligere decimering af bestanden kan få uheldige konsekvenser.

Set i forhold til målsætningens bestemmelser om i videst muligt omfang at friholde søen for menneskelige påvirkninger kan fiskeriet synes at være for intensivt, men det kan ikke på det foreliggende grundlag afgøres, om det reelt er tilfældet. Fisketrykket i søen bør dog indgå i den samlede vurdering af, hvilke påvirkninger af søen der kan tillades i relation til de øvrige miljøbeskyttende foranstaltninger og bestemmelser, der gælder for søen.

10. Samlet vurdering

Undersøgelserne i 1994 har i al væsentlighed bekræftet de forudgående års billeder af Nors Sø som en meget ren og uforstyrret sø med et efter danske forhold usædvanligt artsrigt miljø. Det betyder, at søens høje målsætning også i 1994 har været opfyldt.

Den gode miljøtilstand er imidlertid ikke ensbetydende med et uforanderligt miljø - det viser de seneste 6 års undersøgelser tydeligt, idet mange tilstandsvariabler udviser stor år-til-år-variation.

Vandbalancen i Nors Sø er primært bestemt af indsivningen af grundvand og udsivningen af søvand til grundvandsmagasinerne, og det betyder, at vandbalancen i vid udstrækning er afhængig af vejr- og nedbørsforholdene. Den uforudsigelighed, og dermed den tilfældighed, der ligger i vejrforholdene, er efter alt at dømme den væsentligste årsag til den tilfældighed, der præger år-til-år-variationen af søens øvrige tilstandsvariabler. Men sammenhængen er ikke enkel og langt fra altid umiddelbart indlysende, og det betyder, at der ikke i alle tilfælde kan identificeres tydelige sammenhænge mellem vejrforholdene og variationen af tilstandsvariablerne i søen.

I 1994 har vandstanden i søen været væsentligt højere end i 1993 som følge af større mængder nedbør. Den større nedbørsmængde har påvirket vandbalancen, og dermed også næringsstofbalancen. Derudover har den højere sommervandstand betydet, at undervandsvegetationen for en given sigtddybde har fået mindre lys. Sigtdybden var imidlertid også reduceret i forhold til 1993, og til sammen har den forhøjede vandstand og den reducerede sigtddybde været den sandsynligste årsag til, at undervandsvegetationens dybdegrænse i 1994 har været markant mindre end i 1993.

Den forhøjede vandstand har også bevirket overskylning af de højtliggende dele af søbredden, der i de seneste år har været tørlagt. Det har bevirket væsentlige forandringer i søens bredzone, og derudover har det på grund af bølgeslagets erosion bevirket i hvert fald lokalt forhøjede koncentrationer af suspenderet stof i vandfasen.

Når det gælder øvrige væsentlige tilstandsvariabler som søvandets indhold af næringsstoffer, er relationen til vejr- og nedbørsforholdene mindre indlysende. Derimod kan det konstateres, at planteplanktonet, der er afhængig af næringsstofferne, udvikler sig forskelligt fra år til år - sandsynligvis fordi væsentlige forhold som lys og varme er af stor betydning for, hvorledes planteplanktonet udvikler sig på et givet næringsstofgrundlag.

Det er således ikke muligt at afdække alle årsagssammenhænge i søen, men det kan konstateres, at tilstandsvariablerne år-til-år-variation er ganske stor. Set i forhold til gennemsnittene er variationen af nogenlunde samme relative omfang som i forurenede og meget næringsrige søer. Forskellen mellem disse og Nors Sø er, at i Nors Sø sker variationen på lave niveauer af næringsstoffer og et højt niveau af sigtddybde, mens den i næringsrige søer sker på høje niveauer af næringsstoffer og et lavt niveau af sigtddybde.

Miljøet i Nors Sø er således ikke blot rent, men også meget dynamisk. Men i forhold til mange forurenede og meget næringsrige søer er dynamikken efter alt at dømme ikke til hinder for en stabil forekomst af et artsrigt biologisk miljø. Mange arter, ikke mindst blandt plante- og dyreplanktonet, undergår ganske vist betydelige kvantitative år-til-år-variationer, men dynamikken forårsager ikke varig udryddelse af arter og grupper.

Med den landbrugsmæssige udnyttelse af ca. halvdelen af oplandsarealerne eksisterer der en vis risiko for, at søen allerede er, eller vil blive påvirket af næringsstofudvaskninger herfra. Set i lyset af de aktuelt små mængder næringsstoffer, der tilføres søen, vil selv små stigninger i næringsstofbelastningen kunne føre til miljømæssige variationer, der kan gå ud over søens biologiske indhold. Der er derfor god grund til nøje at overvåge udviklingen i søens opland, og det vil være et værdifuldt supplement til de nuværende undersøgelser at få beskrevet næringsstofindholdet i grundvandet, ikke blot fra det formodede grundvandsopland, men også i grundvandet i søens nærmeste omgivelser.

11. Referencer

- Berg, K. og U. Røen 1958. Gennemsigtheden i Furesø. Furesøundersøgelser 1950-54. p 34. Munksgaard. København.
- Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser 1969. Nors Sø - Undersøgelse 1968 og forslag til driftsplan.
- DMU 1995. Arealkoefficienter fra naturoplande. (upubliceret).
- Grundahl, L. og J.G. Hansen 1990. Atmosfærisk nedfald af næringssalte i Danmark. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen nr. A6. Miljøstyrelsen.
- Græsbøll, P., J. Erfurt, H. O. Hansen, B. Kronvang, S. E. Larsen, Aa. Rebsdorf & L. M. Svendsen 1994. Ferske vandområder - Vandløb og Kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1993. Danmarks Miljøundersøgelser. 186 sider. Faglig rapport fra DMU nr. 119.
- Hedeselskabet 1969. Forslag til regulativ for Nors Å samt til hovedoprensning og afmærkning af vandløbet.
- Jensen, J. P., E. Jeppesen, J. Bøgestrand, A. Roer Pedersen, M. Søndergaard, J. Windolf & L. Sortkjær 1994. Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1993. Danmarks Miljøundersøgelser. 94 sider. Faglig rapport fra DMU nr. 121.
- Moeslund, B. og J. Chr. Schou 1993. Noter om danske vandplanter. 1. Liden Najade (*Najas flexilis*) - stadig i Danmark. URT 4. pp 99-102.
- Overfredningsnævnet 1980. Kendelse af 1. september 1980 om fredning af arealer ved Nors Sø samt Vilsbøl og Tved plantager i Thisted og Hanstholm kommuner.
- Viborg Amt 1989. Regionplan 1989-2008.
- Viborg Amt 1990. Miljøtilstanden i Nors Sø 1989. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1991. Miljøtilstanden i Nors Sø 1990. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1992. Miljøtilstanden i Nors Sø 1991. Udarbejdet af Carl Bro A/S.
- Viborg Amt 1993a. Fiskebestanden i Nors Sø. Standardiseret undersøgelse i august 1991. Udarbejdet af Mohr & Markmann.
- Viborg Amt 1993b. Miljøtilstanden i Nors Sø 1992. Udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium Aps.

Viborg Amt 1994a. Miljøtilstanden i Nors Sø. Status 1993 og udvikling 1989-1993. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 1994b. Planktonundersøgelse i Nors Sø 1993. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 1994c. Vegetationsundersøgelser i Nors Sø 1993. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.

Viborg Amt 1995. Vegetationsundersøgelser i Nors Sø 1994. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.