

# Miljøtilstanden

i

## Nors Sø

Status 1993  
og  
udvikling 1989-1993

Løbenr.: 24

Eksemplar nr.: 2/3

**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

25.05.1994

# Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	I
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. Erhvervsmæssige interesser	9
3. Vandbalance og stoftilførsel	10
3.1. Nedbør og fordampning	10
3.1.1. 1993	10
3.1.2. 1989-1993	10
3.2. Vandstand og volumenændringer i søen	11
3.2.1. 1993	11
3.2.2. 1981-1993	11
3.3. Vandbalance	12
3.3.1. 1993	12
3.3.2. 1989-1993	14
3.4. Hydraulisk opholdstid	14
3.5. Stofbelastning	14
3.5.1. Kvælstof og fosfor	15
3.5.2. 1989-1993	16
3.6. Baggrundsbelastning	16
4. De frie vandmasser - fysiske og kemiske forhold	17
4.1. Status 1993	17
4.1.1. Sigtdybde	17
4.1.2. Klorofyl-a	18
4.1.3. Suspenderet stof	19
4.1.4. Kvælstof	20
4.1.5. Fosfor	21
4.1.6. pH og alkalinitet	21
4.1.7. Silicium	22
4.2. Profilmålinger af ilt og temperatur	22
4.3. Udvikling 1989-1993	23
5. Bundforhold og sediment	24

næringsstofbelastningen, men det vil alligevel være hensigtsmæssigt at mindske muligheden for næringsstofudvaskning fra oplandets landbrugsarealer, således som det allerede i nogen grad er sket gennem fredningsmæssige reguleringer af arealudnyttelsen og -driften samt gennem udpegning af dele af søens opland som særlig miljøfølsomme områder.

I overensstemmelse med den antagelse, at søen i dag befinder sig nær baggrundstilstanden, er søens vand meget næringsfattigt, og har, trods betydelige år-til-år-variationer, været det gennem hele perioden 1989-1993. De lave næringsstofniveauer er grundlaget for lave tætheder af planteplankton og generelt meget klart vand i søen. Søens planteplankton er artsrigt og rummer mange rentvandsarter, men biomassen er ringe, og søens artsrige dyreplankton er i vid udstrækning i stand til at regulere mængden af planteplankton, i modsætning til situationen i de mange forurenede og næringsrige danske søer.

Det klare, næringsfattige vand er grundlaget for forekomst af en efter danske forhold usædvanlig veludviklet og artsrig bundvegetation, der i hovedparten af søen vokser ud til 6,5-7 meters dybde, men som i søens nordlige del vokser helt ud til ca. 10 meters dybde. De fleste arter er almindeligt forekommende i danske søer, men søen rummer også adskillige mindre almindelige arter, heriblandt flere arter af kransnålalger, og en af arterne, *liden najade*, har i Nors Sø sit eneste kendte danske voksested.

Også søens bundfauna er særdeles veludviklet og artsrig. Selvom faunaundersøgelsen endnu ikke er færdigbearbejdet kan det konstateres, at antallet af arter af smådyr i Nors Sø er blandt de absolut højeste her i landet, og ligesom bundvegetationen er der også i smådyrsfaunaen adskillige sjældne arter.

Sammen med en fiskefauna, der er forholdsvis artsfattig, men som er i ligevægt med det omgivende, rene sømiljø, er både planktonet, bundvegetationen, bundfaunaen og søens fysiske miljø med til at give Nors Sø et markant præg af uforstyrrethed. Ud over den naturmæssige skønhed, som præger søen og dens nærmeste omgivelser, rummer den så mange videnskabeligt interessante elementer, både biologiske, geologiske og hydrologiske, at den i dag fuldt ud lever op til målsætningen som naturvidenskabeligt referenceområde.

Det er vanskeligt at pege på forhold, som kan føre til forbedringer af søens tilstand, men skal man pege på et enkelt forhold, må det være fiskeriet i søen. Der drives i dag et forholdsvis intensivt erhvervs- og fritidsfiskeri, fortrinsvis med faststående redskaber, og selvom det endnu ikke på afgørende vis har ændret fiskefaunaens struktur og sammensætning, er det ved vurderingen af søens tilstand vigtigt at være opmærksom på fiskeriets mulige konsekvenser. Ensidig bortfiskning af visse arter kan således have uheldige konsekvenser, eksempelvis, hvis søens rovfisk, aborre og gedde, udsættes for et så hårdt fisketryk, at antal og størrelse bliver reduceret til et niveau, hvor de ikke er i stand til at regulere mængden af små fisk, som lever af dyreplankton. Og selv uden så dramatiske konsekvenser kan det diskuteres, om det nuværende fisketryk er foreneligt med målsætningens bestemmelser om at minimere den menneskelige 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 1993 blev det eksisterende program udvidet med vegetationsundersøgelser.

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 1993. Disse data er endvidere indføjet i de eksisterende tidsserier, og der er foretaget en vurdering af udviklingen i søen frem til og med 1993. Med baggrund i Miljøstyrelsens "Paradigma for rapportering af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994" er der endvidere foretaget en beskrivelse og vurdering af kilderne til stofbelastningen af søen.

# 1. Baggrundsmateriale

Indholdet af denne rapport er for 1993 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 (Bio/consult as) - afrapporteret i notatet "Planktonundersøgelse i Nors Sø 1993"

Bundvegetation (Bio/consult as) - afrapporteret i notatet "Vegetationsundersøgelser i Nors Sø 1993"

Kilder til stofbelastning (Viborg Amt)

Oplandsafgrænsning (Viborg Amt og Hedeselskabet)

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

Ud over de undersøgelser, der er gennemført i 1993, 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"

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.

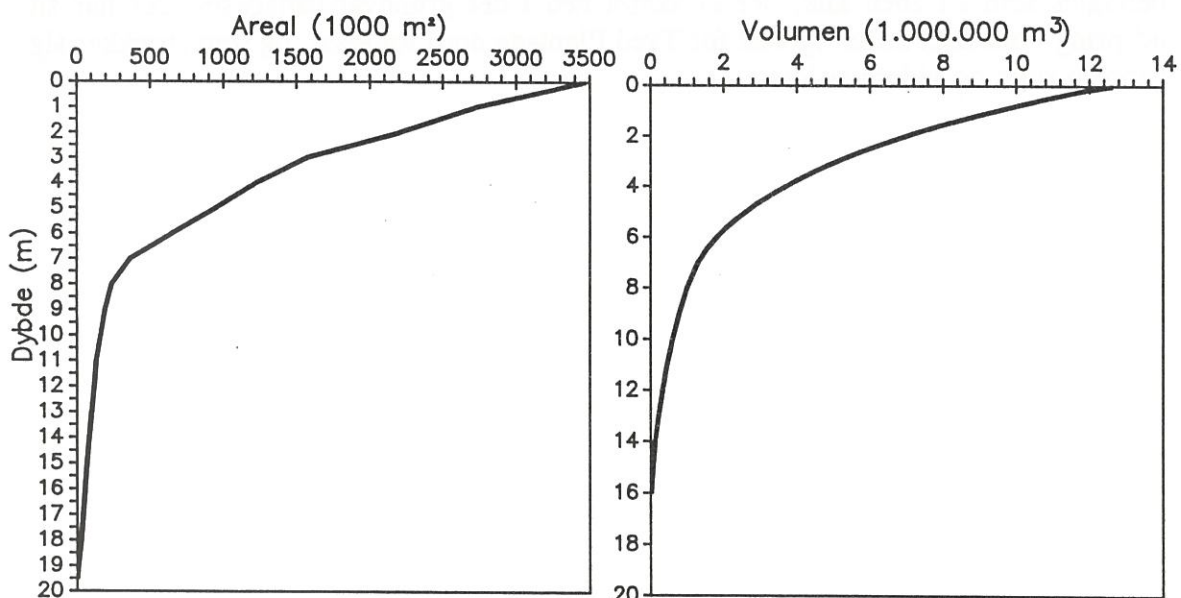
Nors Sø er senest opmålt i 1992, og dybdekortet er udtegnet ved vandspejlskote 13,67 m o. DNN, se dybdekortet side 6.

Nors Sø hører med et vandspejlsareal på 347 ha til 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 typisk dyb sø. De morfometriske data er vist i tabel 1.

Areal	m <sup>2</sup>	3.469.307
Volumen	m <sup>3</sup>	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.

Søens topografiske opland er forholdsvis lille, i alt 1.703 ha (excl. søen), se kortet side 7. Arealudnyttelse og -fordeling i oplandet fremgår af tabel 2.

	Areal	%
Dyrket areal	1.010	49,3
Skov	510	24,9
Hede og eng	150	7,3
Bebygget areal	20	1,0
Søer	360	17,6
Samlet oplandsareal	2.050	100

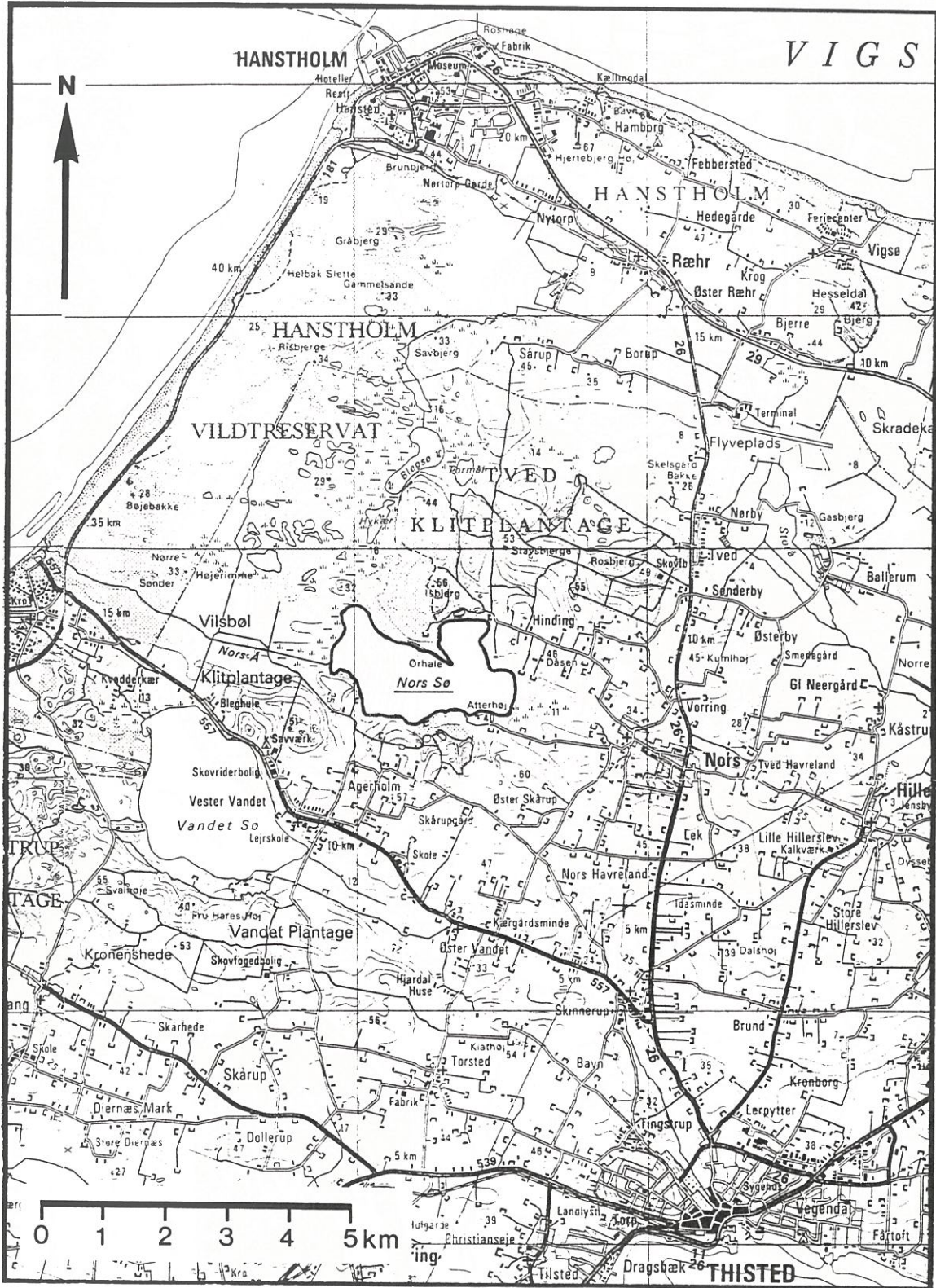
Tabel 2. Oversigt over arealudnyttelse og -fordeling i oplandet til Nors Sø.

Landskabet omkring Nors Sø er unikt og er præget af særdeles stor landskabelig skønhed. Særlig på søens sydside findes høje, stejle skrænter, hvor den kalkrige undergrund flere steder træder frem, men kalken ses dog tydeligst på skrænterne langs søens nordkyst, hvor der findes en typisk kalkelskende urte- og buskvegetation. Søens vestlige del strækker sig ind i et sandet klitlandskab, der udgør den sydøstlige rand af Høstedsreservatet.

De dyrkede arealer ligger fortrinsvis i den østlige del af oplandet.

Grundvandsoplandet til Nors Sø er kortlagt af Viborg Amt. Det adskiller sig meget fra det topografiske opland. Størrelsen er opgjort til 250-400 ha, og hele oplandet er beliggende på søens nordside og strækker sig tilmed uden for det topografiske oplands nordgrænse. På søens sydside strømmer grundvandet bort fra søen, og den kan derfor betragtes som en åben kile, der er skåret ned i det grundvandsmagasin, der har sit udspring i området under og vest for Tved Plantage nord for søen, og som strækker sig gennem søen og videre sydover.







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

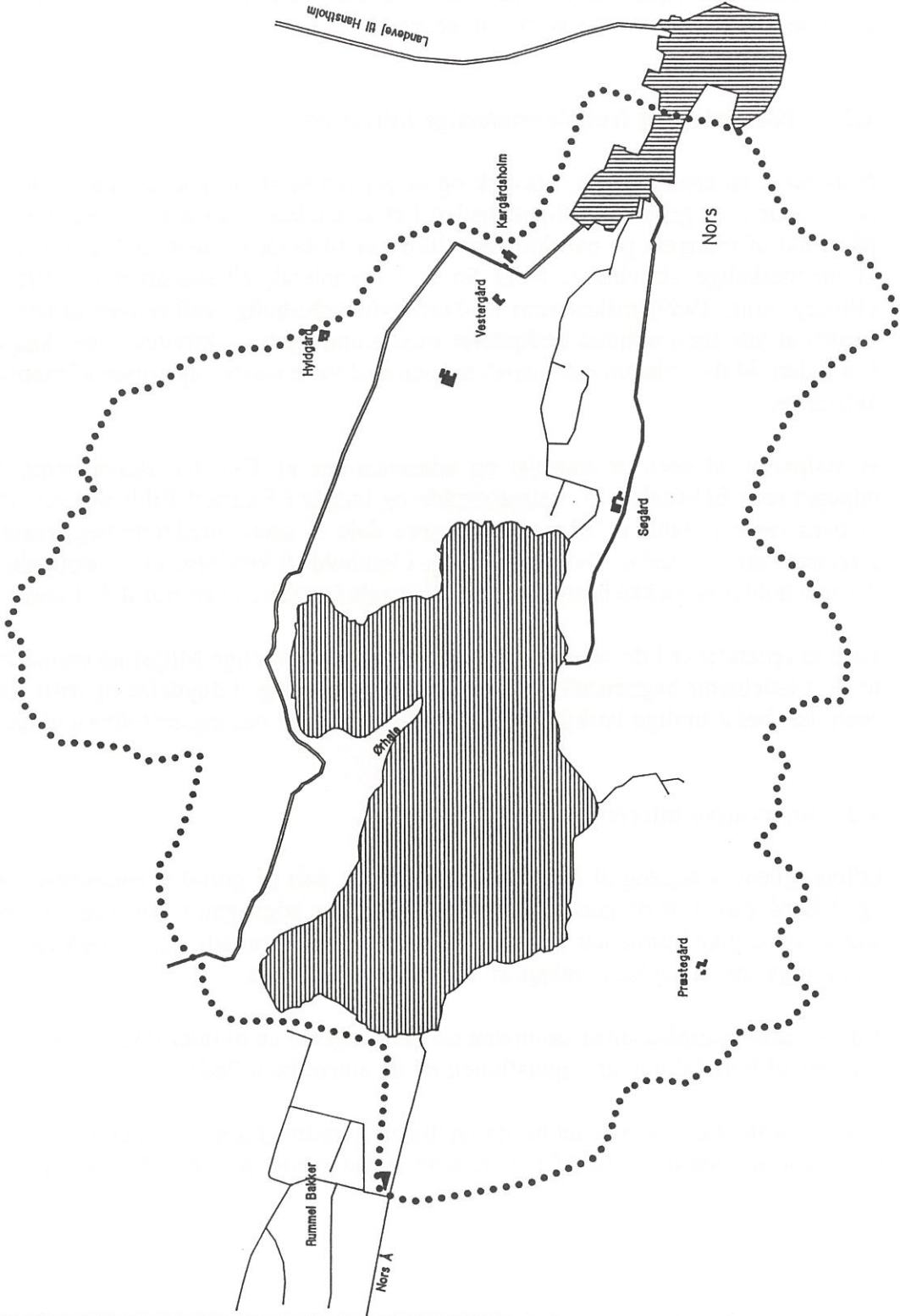
Flyfoto: Geoplan A/S, 19. maj 1992

Kartografi: Eiva a/s

© Viborg Amt og Bio/consult as

# Nors SØ

NORD



Nors Sø har ingen naturlige tilløb, bortset fra et lille væld på sydsiden. I søens sydøstlige hjørne løber et lille, kunstigt vandløb til, men det har ikke været vandførende i adskillige år og spiller ingen rolle for søens vandbalance.

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

Afløbet har ikke været vandførende i de senere år, idet vandløbets bund ligger over det vandspejl, som har været i søen i de senere år.

## 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 rasteplass, 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.

#### 2.4. Erhvervsmæssige interesser

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

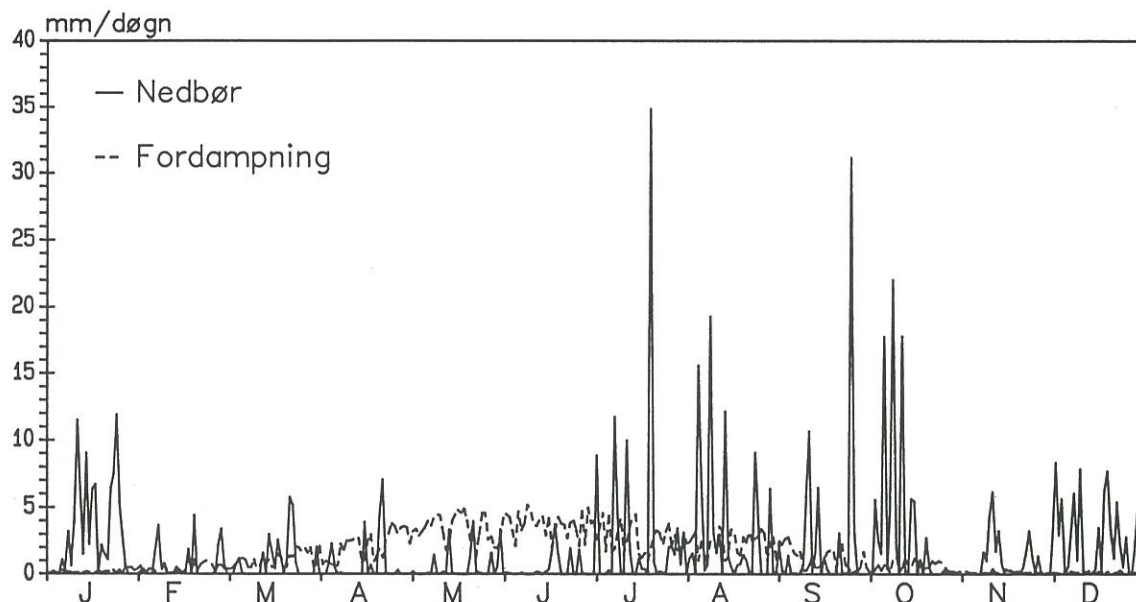
Fiskeriet i de privatejede dele af søen udøves primært af fritidsfiskere med udgangspunkt i den østlige og sydøstlige del af søen.

### 3. Vandbalance og stoftilførsel

#### 3.1. Nedbør og fordampning

##### 3.1.1. 1993

Der foreligger daglige nedbørs- og fordampningsdata fra 1993, korrigeret til at gælde for Nors Sø. Figur 2 viser variationen af den daglige nedbør og fordampning i 1993, 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 1993.

Den samlede nedbør er for 1993 målt til 638,6 mm, mens den samlede fordampning er opgjort til 552,6 mm, svarende til, at der i 1993 har været et nedbørsoverskud på 85,9 mm. Omregnet til vandvolumen svarer det til et samlet nettotilskud på 1.760.950 m<sup>3</sup> for hele oplandet og 298.073 m<sup>3</sup> direkte til søen.

##### 3.1.2. 1989-1993

Tabel 3 viser årsværdier af nedbør og fordampning i årene 1989-1993. Det fremgår af tabellen, at nettonedbøren i 1993 har været den næstlaveste i perioden, hvilket primært skyldes den forholdsvis ringe nedbørsmængde. 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 <sup>3</sup> /år)	737.028	1.687.808	233.878	525.358	298.073

Tabel 3. Oversigt over nedbør og fordampning ved Nors Sø samt den årlige nettonedbør i søen i perioden 1989-1993.

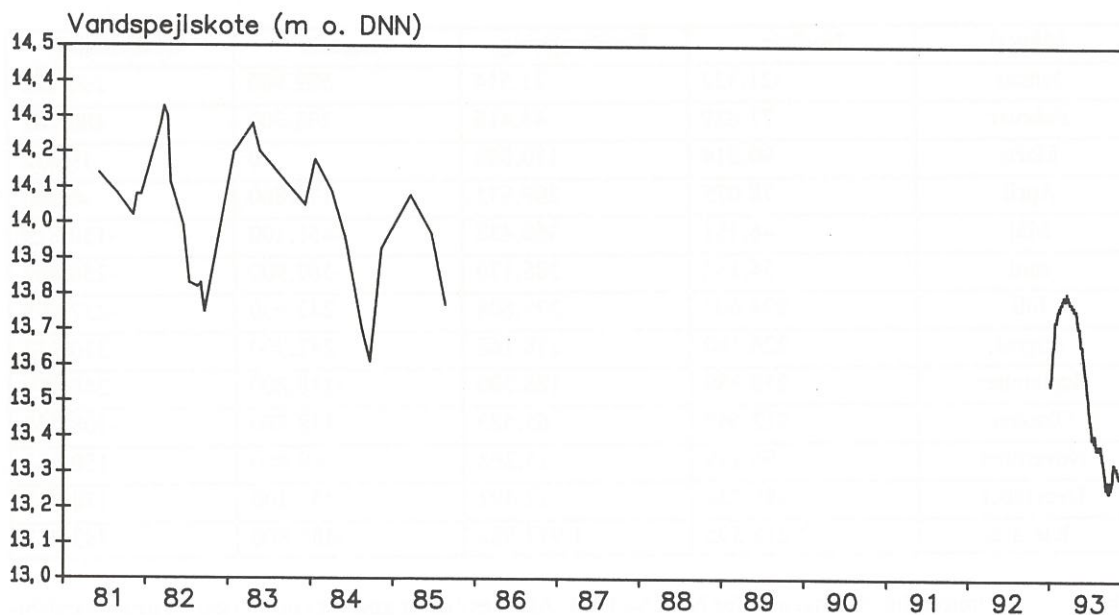
### 3.2. Vandstand og volumenændringer i søen

#### 3.2.1. 1993

Vandstanden i Nors Sø varierer meget. I 1993 blev den højeste vandstand (13,81 m o. DNN) målt den 19. marts, mens den laveste vandstand (13,25 m o. DNN) blev målt i dagene 20.-25. september, figur 3. Denne forskel på 56 cm svarer til en volumenændring i søen på ca. 1.943.200 m<sup>3</sup>, og selve vandstandsændringen har medført tørlægning af en væsentlig del af søens bredzone ved minimumsvandstanden, i alt ca. 10 ha i forhold til normalvandspejlskoten, jf. figur 1.

#### 3.2.2. 1981-1993

Der foreligger kun få, spredte vandstandsdata fra perioden frem til 1985, men de viser, at vandstanden i årene 1981-1985 lå væsentligt højere end i 1993, figur 3.



Figur 3. Oversigt over variationen af vandstanden i Nors Sø 1981-1985 og i 1993.

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. 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.

### 3.3. Vandbalance

#### 3.3.1. 1993

Der har i 1993 ikke været hverken tilløb til eller afløb fra Nors Sø, og det vanskeliggør sammen med manglende kendskab til grundvandsbevægelserne til og fra søen opstilling af vandbalancen.

Tabel 4 indeholder en omtrentlig vandbalance, udarbejdet på grundlag af søens volumenændringer, nedbøren og fordampningen, der alle er målte værdier. Grundvandsbidraget er beregnet som  $G = \Delta\text{Vol} + \text{Evap} - \text{Ned}$ ,

hvor  $\Delta\text{Vol}$  er søens volumenændring ( $\text{m}^3$ ),  
 Evap er fordampningen fra søens overflade ( $\text{m}^3$ ) og  
 Ned er nedbøren på søens overflade ( $\text{m}^3$ ).

Måned	Nedbør	Fordampning	Magasin	Grundvand
Januar	321.322	21.514	589.900	290.092
Februar	71.829	44.416	208.200	180.787
Marts	90.914	110.346	0	19.432
April	78.075	209.935	-138.800	-6.940
Maj	46.151	366.432	-451.100	-130.819
Juni	54.132	385.170	-589.900	-258.862
Juli	294.603	299.808	-242.900	-237.695
August	326.180	258.168	-242.900	-310.912
September	238.389	128.390	-138.800	-248.799
Oktober	312.647	65.583	138.800	-108.264
November	96.119	15.268	-69.400	-150.251
December	285.234	12.492	451.100	178.358
Hele året	2.215.595	1.917.522	-485.800	-783.873

Tabel 4. Omtrentlig vandbalance for Nors Sø 1993. Alle værdier er angivet i  $\text{m}^3$ . 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 1993 har der været positiv nettogrundvandsindsivning til søen i januar-marts og i december, mens der i de øvrige otte måneder har været nettoudsivning fra søen til grundvandsmagasinet syd for søen. Det kan forklares ved, at søens bund, jf. afsnit 5, er meget porøs og fuld af sprækker, som antagelig står i direkte forbindelse med grundvandførende sprækker i den kalkrige undergrund. I forbindelse med vegetationsundersøgelserne kunne det i overensstemmelse hermed konstateres, at vandstrømmen gik ud af søen, idet planterester mv. var trukket ned i sprækkerne i bunden af den udadgående strøm. Den gennemsnitlige udsivning fra søen har i 1993 været på ca. 3,3-4,1 l/s/km<sup>2</sup> (grundvandsopland + søen), eller i alt ca. 25 l/s fra hele søen (årgennemsnit).

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

Den samlede grundvandsudsivning fra søen har i 1993 udgjort 44,5% af den samlede nettonedbør i hele oplandet, incl. søen, men udgør 227-365% 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, teoretisk set, 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, og det er nødvendigt med en nøjere afklaring af grundvandsforholdene i området, førend der kan opstilles velbegrundede vand- og stofbalancer for søen. 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, i lighed med overjordiske tilløb og afløb.

### 3.3.2. 1989-1993

Der er ikke tidligere opstillet vandbalancer for Nors Sø, og det vanskeliggør vurderingen af vandbalancen i 1993 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, idet afløbet i sommeren 1993 var stærkt tilgroet med sumpvegetation, og tillige var brinkerne trampet ned af heste og kreaturer i området. Konsekvensen heraf er, at afløbet kun er vandførende i forbindelse med særlig høje vandspejlskoter, og det betyder, at søens vandbalance i lange perioder alene er bestemt af nedbøren, fordampningen og grundvandsind- og -udsivningen. Det foreliggende kendskab til søens hydrologiske forhold vanskeliggør dog en direkte kobling mellem søens volumenændringer og nedbørs- og fordampningsforholdene.

### 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 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's 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 1993.

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 gennemsnitsværdier fra Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1989-1992 (Svendsen et al., 1993): 2,5 kg kvælstof/ha/år og 0,07 kg fosfor/ha/år.

Bidraget fra dyrkede arealer er ligeledes beregnet på grundlag af gennemsnitsværdier fra Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1989-1992 (Svendsen et al., 1993): 15,6 kg kvælstof/ha/år og 0,3 kg fosfor/ha/år.

Kilde	Kvælstof (kg/år)	Fosfor (kg/år)
Nedbøren	6.940	86,8
Udyrkede arealer	1.635	46,2
Dyrkede arealer	16.485	303,3
<b>Samlet tilførsel</b>	<b>25.060</b>	<b>436,3</b>
<b>Samlet fraførsel (m. grundvand)</b>	<b>663</b>	<b>20,4</b>
Tilbageholdelse		415,9
Tilbageholdelse + denitrifikation	24.397	

Tabel 5. Omtrentlig massebalance for kvælstof og fosfor i Nors Sø 1993. Den samlede fraførsel er beregnet ved hjælp af den samlede mængde udstrømmende vand fra søen og årsmiddelkoncentrationerne af kvælstof og fosfor i søvandet.

Den samlede kvælstofbelastning svarer til en årlig belastning af søen på 7,2 g/m<sup>2</sup>/år og 1,99 mg/l, og den samlede fosforbelastning svarer til 0,126 g/m<sup>2</sup>/år og 0,035 mg/l. Begge koncentrationer er af samme størrelsesorden som koncentrationerne i søvandet, jf. afsnit 4, for kvælstofs vedkommende dog kun under hensyntagen til, at store mængder kvælstof denitrificeres. På grund af de særlige grundvandsforhold er det dog sandsynligt, at de beregnede tilførsler må betragtes som maksimumværdier.

Analyse af vandet fra en række boringer i oplandet til Nors Sø har vist koncentrationer på <2-4 mg nitrat/l (svarende til 0,5-1 mg nitrat-kvælstof/l) og 0,016-0,034 mg totalfosfor/l, det vil sige omtrent samme størrelsesordener, som beregnet på grundlag af belastningsværdierne.

Lægger man nettogrundvandsind- og -udsivningerne samt næringsstofkoncentrationerne i borevandet og søvandet til grund for beregningerne, opnår man urealistisk små be-

lastningsværdier, som ikke kan forklare koncentrationsniveauerne i søen, og det antyder, at grundvandsfluxen, og dermed også næringsstofftilførslen, er væsentligt større end beregnet ud fra nettoværdierne. Men hvorvidt de reelle værdier ligger nær værdierne i tabel 5, er på det foreliggende grundlag uvist.

### 3.5.2. 1989-1993

Der er ikke tidligere 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. De har dog efter alt at dømme været af samme størrelsesorden som i 1993, når der tages forbehold for år-til-år-variationerne i nedbør, fordampning, volumenændringer og grundvandsind- og -udsivning.

## 3.6. Baggrundsbelastning

Eftersom søen i almindelighed ikke har overjordiske tilløb, der afvander områder med bebyggelser, finder stort set 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 (= belastningen fra udyrkede oplande) kan derfor, i lighed med den aktuelle belastning, kun beregnes under anvendelse af erfaringstallene fra Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Svendsen et al., 1993): 2,5 kg kvælstof/ha/år og 0,07 kg fosfor/ha/år samt erfaringstallene vedrørende det atmosfæriske nedfald af næringsstoffer.

Den samlede næringsstoffbelastning i baggrundstilstanden, det vil sige med alle oplandsarealer henliggende i naturtilstand, kan på baggrund af ovenstående værdier opgøres til ca. 11.000 kg kvælstof/år og ca. 200 kg fosfor/år, svarende til ca. 44% af den nuværende maksimale kvælstofbelastning og ca. 46% af den nuværende maksimale fosforbelastning, dersom det topografiske opland lægges til grund for beregningerne.

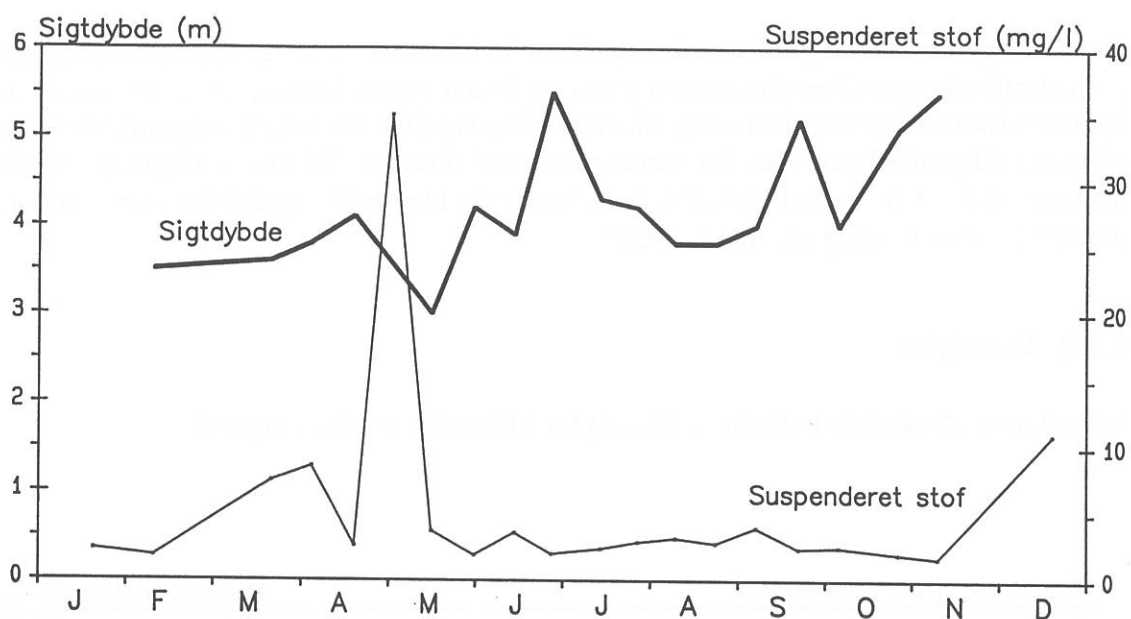
Dersom det omvendt antages, at atmosfærisk nedfald og grundvandsbidraget er de eneste betydende næringsstoffbidrag, kan det nuværende belastningsniveau i hovedtræk sættes lig baggrunds niveauet, når der ses bort fra, at det atmosfæriske bidrag i dag er væsentligt større, end det ville have været uden menneskeskabte bidrag. Det betyder, at der ikke umiddelbart kan gennemføres indgreb, der kan mindske belastningen af søen. Men på grund af søens unikke miljø, bør risikoen for dyrkningsbetingede forringelser alligevel minimeres, således som der allerede er taget skridt til gennem udpegningen af særlige miljøfølsomme arealer i oplandet.

## 4. De frie vandmasser - fysiske og kemiske forhold

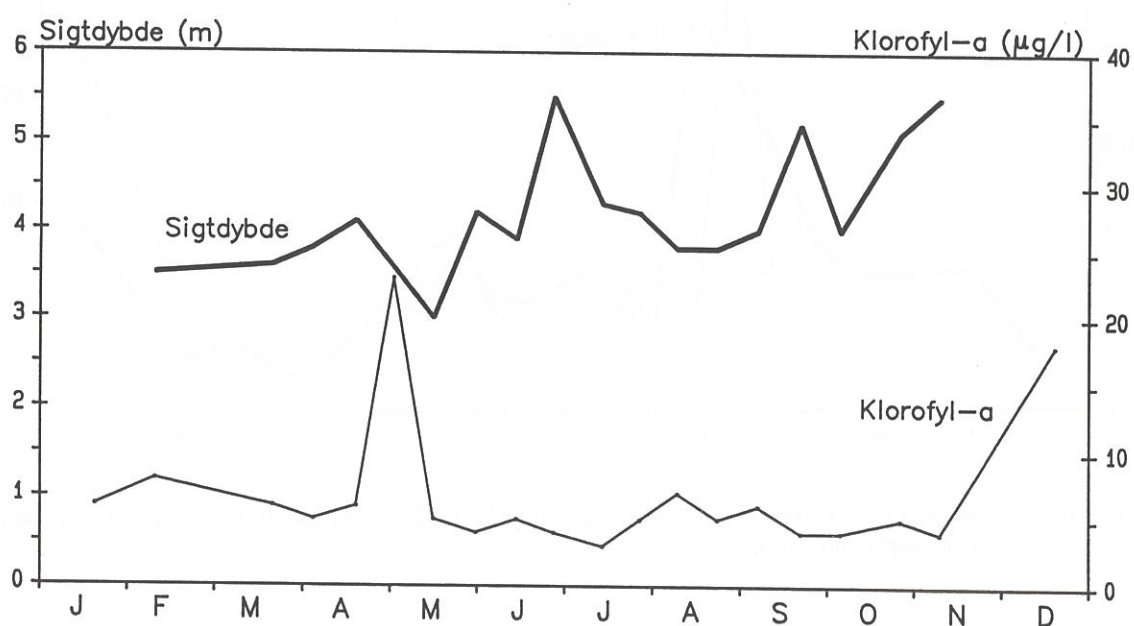
### 4.1. Status 1993

#### 4.1.1. Sigtdybde

Variationen af sigtdybden i 1993 er vist i figur 4 og 5.



Figur 4. Oversigt over variationen af sigtdybden i Nors Sø 1993. Til sammenligning er vist koncentrationen af suspendert stof.



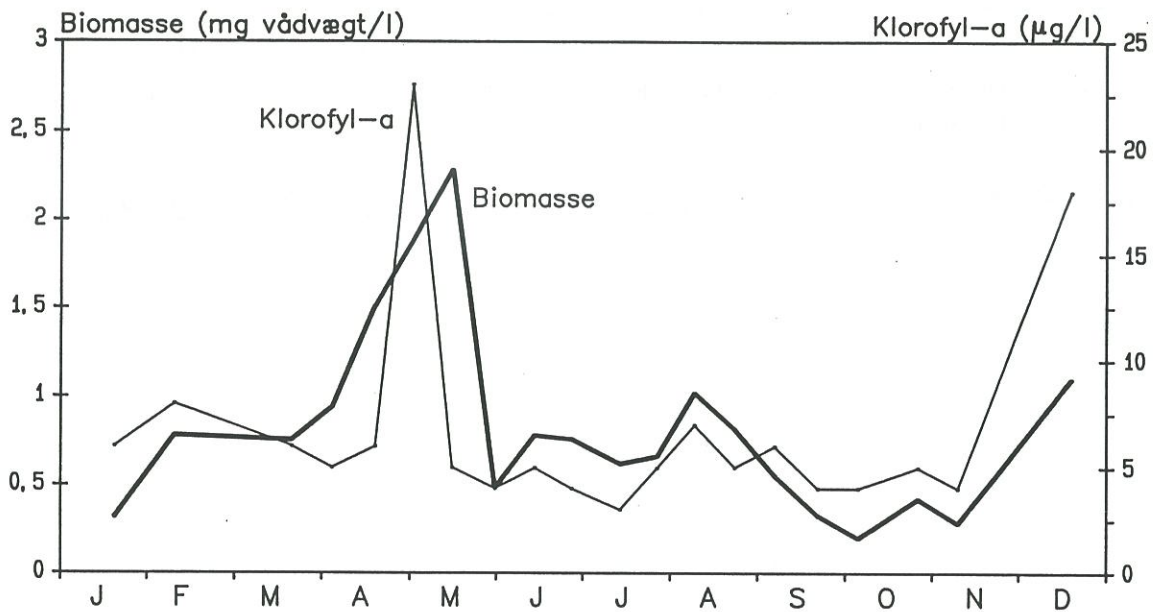
Figur 5. Oversigt over variationen af sigtdybden i Nors Sø 1993. Til sammenligning er vist koncentrationen af klorofyl-a.

Sigt dybden har i 1993 varieret inden for intervallet 3,0-5,5 m, og både års- og sommermiddelsigt dybden har været 4,2 m. Sigt dybden er i vid udstrækning styret af vandets indhold af suspenderet stof, hvoraf en stor del er planteplankton, og den mindste sigt dybde er registreret i forbindelse med planteplanktonets forårsmaksimum. Variationerne af sigt dybden i den resterende del af året er imidlertid ikke alene et resultat af variationerne i vandets indhold af suspenderet stof, og det kan ikke udelukkes, at karakteren af det suspenderede stof har en vis indflydelse på sigt dybdemålingerne, jf. afsnit 4.1.3.

Den store gennemsnitssigt dybde 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 maksimumsigt dybden ikke på noget tidspunkt i perioden har været større end 6 meter. Til sammenligning kan det nævnes, at der i første halvdel af dette århundrede blev målt sigt dybder større end 10 meter i Furesøen (Berg og Røen, 1958).

#### 4.1.2. Klorofyl-a

Variationen af vandets indhold af klorofyl-a i Nors Sø er vist i figur 6.



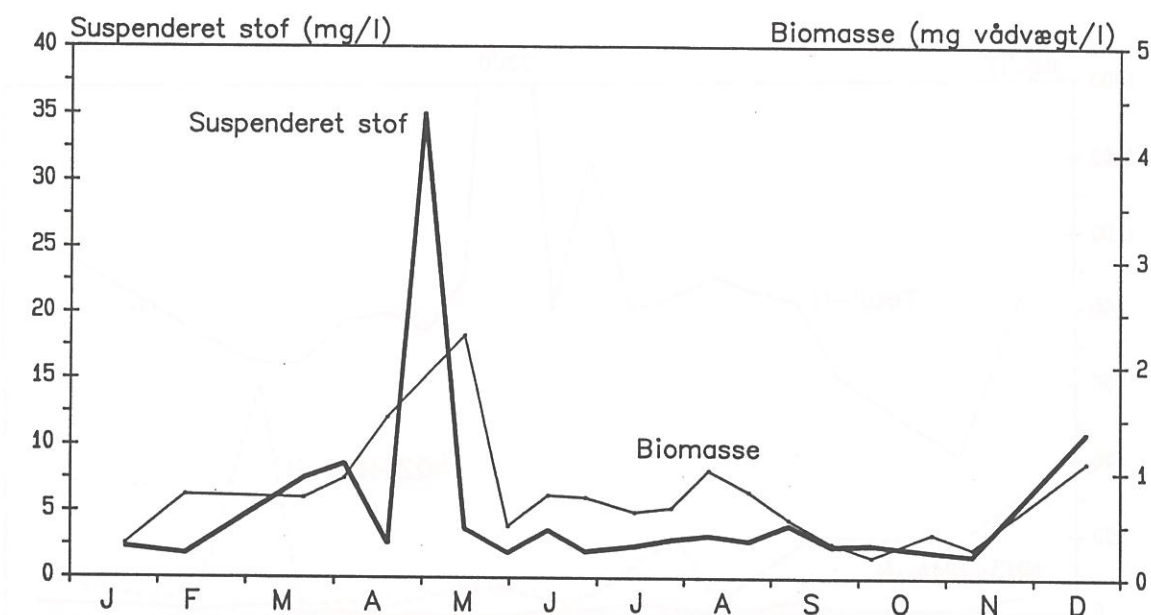
Figur 6. Oversigt over variationen af klorofyl-a i Nors Sø 1993. Til sammenligning er vist variationen af planteplanktonets biomasse.

Der er god sammenhæng mellem planteplanktonbiomassen og vandets indhold af klorofyl-a, selvom der i forbindelse med forårsmaksimet er en vis tidsmæssig forskel.

Sommermiddelmekoncentrationen af klorofyl-a er beregnet til kun  $6 \mu\text{g/l}$ , hvilket sammen med et årsgennemsnit på  $7 \mu\text{g/l}$  placerer Nors Sø blandt de mest planktonfattige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, jf. Windolf et al. (1993).

#### 4.1.3. Suspenderet stof

Variationen af suspenderet stof i Nors Sø er vist i figur 7.



Figur 7. Oversigt over variationen af vandets indhold af suspenderet stof i Nors Sø 1993. Til sammenligning er vist variationen af planteplanktonbiomassen.

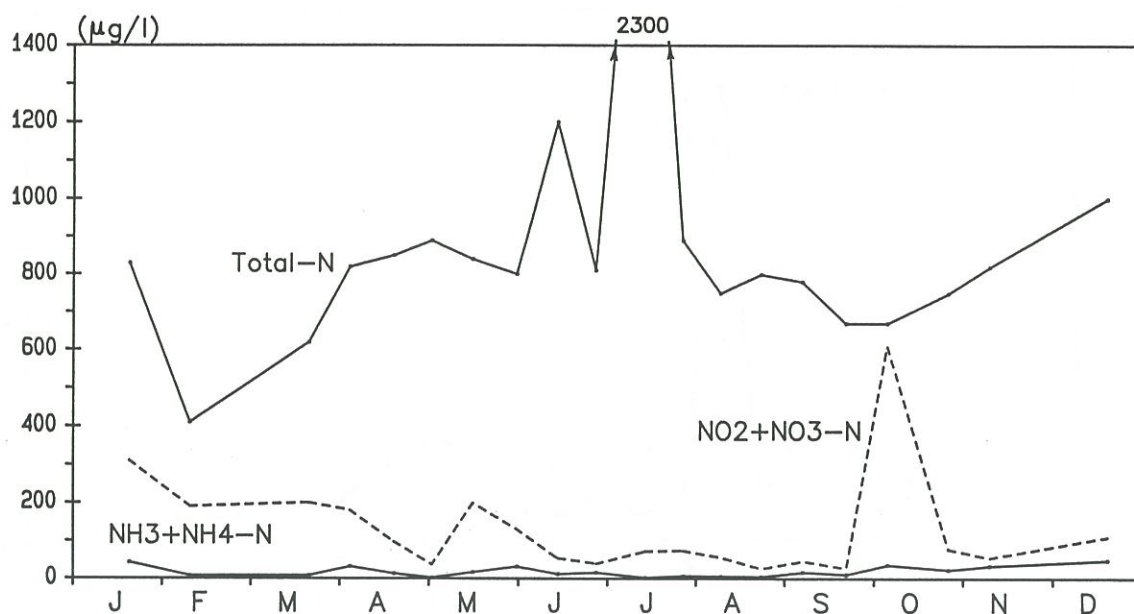
Der er god tidsmæssig sammenhæng mellem planteplanktonbiomassen og mængden af suspenderet stof i vandet, men mængdemæssigt er der stor forskel på de to variabler. Det kommer også til udtryk i glødetabet, der i perioder kun udgør en mindre brøkdel af det suspenderede stof - hvis alt suspenderet stof havde været planteplankton, ville glødetabet have været næsten 100%.

Koncentrationen af suspenderet stof ligger i hovedparten af året på et lavt niveau, men i forbindelse med planteplanktonets forårsmaksimum stiger koncentrationen kortvarigt til et meget højt niveau, 35 mg/l. Sommermiddelmekoncentrationen af suspenderet stof er beregnet til 4,7 mg/l, og årsmiddelmekoncentrationen er beregnet til 5,0 mg/l. Disse værdier er lave, set i forhold til de fleste øvrige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

En del af forklaringen på, at glødetabet i perioder kun udgør en mindre del af den samlede mængde suspenderede stoffer kan være, at der i perioder optræder kalklignende udfældninger i vandet; de ses om sommeren som hvidlige korn, der svæver frit i vandet. Det kan ikke udelukkes, at disse korn påvirker sigtgybdemålingerne, således at sigtgybden underestimeres - i hvert fald kan det konstateres, at der selv på 10-12 meters dybde er lys nok til, at man ved dykning let kan orientere sig.

#### 4.1.4. Kvælstof

Variationen af vandets indhold af kvælstof i Nors Sø er vist i figur 8.



Figur 8. Oversigt over variationen af vandets indhold af kvælstof i Nors Sø 1993.

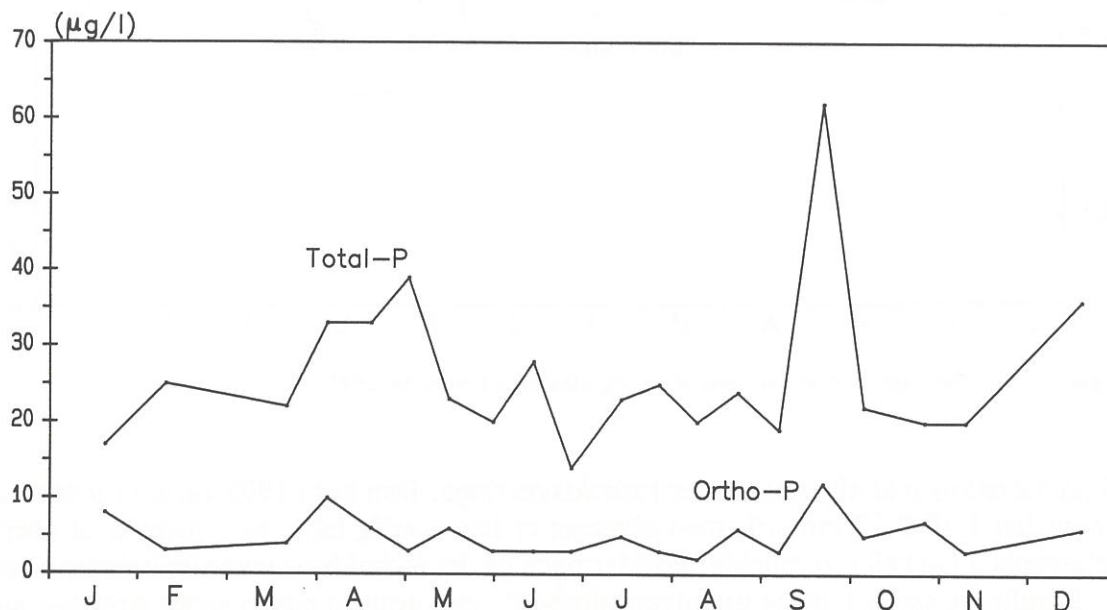
Koncentrationen af kvælstof ligger med års- og sommergennemsnitskoncentrationer på 0,845 mg/l og 0,982 mg/l (total-kvælstof) på et meget lavt niveau, set i forhold til andre danske søer.

I modsætning til de fleste andre søer når koncentrationen af total-kvælstof et maksimum i sommerperioden, og det er årsag til, at sommergennemsnittet er højere end årsagenemsnittet. Forklaringen på, at mængden af total-kvælstof 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 kvælstofindhold på op til 4 mg/l nitrat (som målt ved boringer i oplandet), 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.



#### 4.1.5. Fosfor

Variationen af vandets indhold af fosfor i Nors Sø er vist i figur 9.



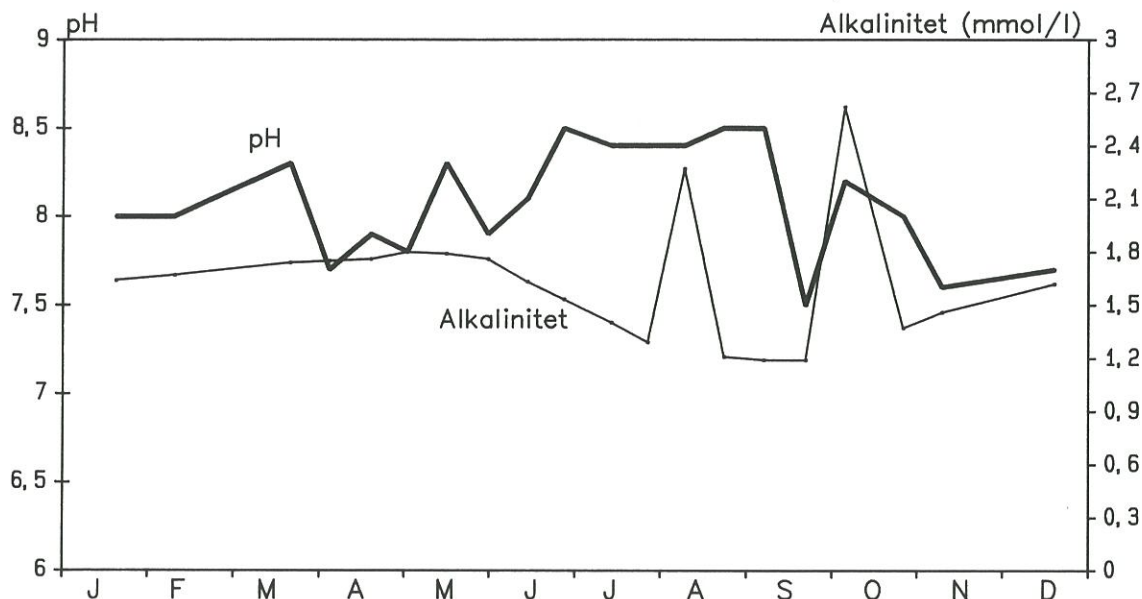
Figur 9. Oversigt over variationen af vandets indhold af fosfor i Nors Sø 1993.

Koncentrationen af total-fosfor og opløst fosfor ligger på, for danske søer, meget lave niveauer, 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  $5 \mu\text{g/l}$  og  $4 \mu\text{g/l}$  så lave, at de i sig selv kan virke begrænsende for fosforoptagelsen. Både års- og sommergennemsnittet af total-fosfor er beregnet til  $26 \mu\text{g/l}$ , og det placerer Nors Sø blandt de mest næringsfattige søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, jf. Windolf et al. (1993).

#### 4.1.6. pH og alkalinitet

Variationen af pH og alkalinitet er vist i figur 10.

pH-værdier i intervallet 7,6-8,5 og års- og sommergennemsnit på 8,1 og 8,2 karakteriserer Nors Sø som en moderat alkalisk sø. På grund af det sparsomt udviklede plantepilankton er udsvingene i pH kun små.



Figur 10. Oversigt over variationen af pH og alkalinitet i Nors Sø 1993.

Også variationen af alkaliniteten er forholdsvis ringe. Den har i 1993 varieret inden for intervallet 1,19-2,27 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.

#### 4.1.7. Silicium

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

#### 4.2. Profilmålinger af ilt og temperatur

Profilmålinger i 1993 har vist, i lighed med de forudgående års målinger, at søen hvert år bliver lagdelt i en kort periode, i 1993 kun få dage sidst i maj. Bundvandet bliver imidlertid aldrig iltfrit, og søen er i det hele taget ikke præget af de iltsvindsfænomener, som præger mange andre dybe søer i forbindelse med lagdelingen.

Lagdellingens tidsmæssige placering og varighed varierer fra år til år og er afhængig af især vejrforholdene, idet vestenvinden skaber kraftig omrøring i søen. Men også grundvandsindsivningen kan tænkes at have betydning for lagdelingen af vandmasserne, særlig hvis grundvandsfluxen er stor.

### 4.3. Udvikling 1989-1993

I bilag 2 findes ajourførte tabeller og grafer, der viser det tidsmæssige forløb af samtlige målte vandkemiske og fysiske variabler siden 1988. I tabel 6 er sommergennemsnittet af de vigtigste variabler vist.

	1989	1990	1991	1992	1993
Sigt dybde (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

Tabel 6. Sommergennemsnit (1. maj - 30. september) af 4 vigtige tilstandsvariabler i Nors Sø i årene 1989-1993, 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 i Nors Søes tilfælde næsten uforstyrret 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 Søes, 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 bro-lægningsagtige 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, og datapræsentationen og -vurderingen har derfor et relativt stort omfang. Dette afsnit indeholder hovedparten af teksten i notatet "Planktonundersøgelse i Nors Sø 1993", mens bilag 3 indeholder de væsentligste bilag herfra. For en gennemgang af metoder og anvendt litteratur henvises der til notatet (Viborg Amt, 1994).

### 6.1. Planteplankton 1993

#### 6.1.1. Artssammensætning og biomasse

Der er i alt registreret 210 arter/identifikationstyper inden for følgende klasser:

- NOSTOCOPHYCEAE (blågrønalger)
- CRYPTOPHYCEAE (rekylalger)
- DINOPHYCEAE (furealger)
- CHRYSOPHYCEAE (gulalger)
- SYNUROPHYCEAE (skælbærende gulalger)
- DIATOMOPHYCEAE (kiselalger)
- TRIBOPHYCEAE (gulgrønalger)
- PRYMNESIOPHYCEAE (stilkalger)
- EUGLENOPHYCEAE (øjealger)
- PRASINOPHYCEAE
- CHLOROPHYCEAE (grønalger)
- CHOANOFLAGELLIDA (kraveflagellater)
- HELIOFLAGELLIDA (helioflagellater)

Antallet af arter/identifikationstyper og de gennemsnitlige og maksimale biomasser af de enkelte hovedgrupper fremgår af tabel 7. Alle gennemsnit er tidsvægtede gennemsnit.

Fytoplanktonet i Nors Sø var i 1993 meget artsrigt og indeholdt en del sjældne "rentvandsarter" af koblingsalger (*Zygnematales*), tetrasporale grønne alger, gulalger og furealger. Desuden forekom der mange arter af blågrønalger, kiselalger og andre grønne alger (chlorococcale, volvocale, tetrasporale og ulotricale).

De kvantitativt vigtigste arter tilhører gulalgerne (*Uroglena* sp., *Dinobryon sociale* og *Dinobryon divergens*), kiselalgerne (centriske arter af slægterne *Stephanodiscus* og *Cyclotella*), blågrønalgerne (*Snowella* spp., *Anabaena lemmermannii*, *Cyanodictyon* sp. og *Aphanothece minutissima*), rekylalgerne (*Rhodomonas lacustris* og *Cryptomonas* spp.) og chlorococcale grønne alger (*Botryococcus* sp.).

Tabel 8 viser de dominerende fytoplanktonarter på de enkelte prøvetagningsdage i procent af den totale fytoplanktonbiomasse. Desuden er angivet de dominerende arters biomasse og den totale planteplanktonbiomasse.

Figur 11 viser henholdsvis den procentvise fordeling af fytoplanktonets volumenbiomasse på hovedgrupper og volumenbiomassens forløb fordelt på hovedgrupper.

Figur 6 viser den totale volumenbiomasse og klorofyl-a-koncentrationen.

	Antal arter/identifikationstyper		Biomasse mm <sup>3</sup> = mg vådvægt/l gennemsnit			Procentvis andel %	
	Hele perioden	01.05-30.09	Hele perioden	01.05-30.09	Maksimum	Hele perioden	01.05-30.09
Blågrønalger	33	31	0,05	0,11	0,33 (august)	7	13
Rekylalger	5	4	0,10	0,07	0,29 (oktober)	13	8
Furealger	13	13	0,04	0,06	0,15 (juni)	4	7
Gulalger	13	12	0,22	0,31	1,89 (maj)	28	35
Synurophyceae	2	2	-	-	-	-	-
Kiselalger	37	26	0,25	0,14	0,75 (december)	31	16
Gulgrønalger	3	3	-	-	-	-	-
Stilkalger	1	1	0,03	0,05	0,23 (juni)	4	6
Øjealger	2	1	-	-	-	-	-
Prasinophyceae	2	1	-	-	0,03 (februar)	<1	-
Grønalger	93	85	0,06	0,09	0,35 (august)	8	11
Kraveflagellater	1	1	-	-	0,02 (juni)	<1	<1
Helioflagellater	1	1	-	-	0,01 (juli)	<1	<1
Ubest./fåtal. celler	4	4	0,04	0,04	0,13 (juli)	5	4
Fytoplankton total	210	185	0,80	0,89	2,28 (maj)		

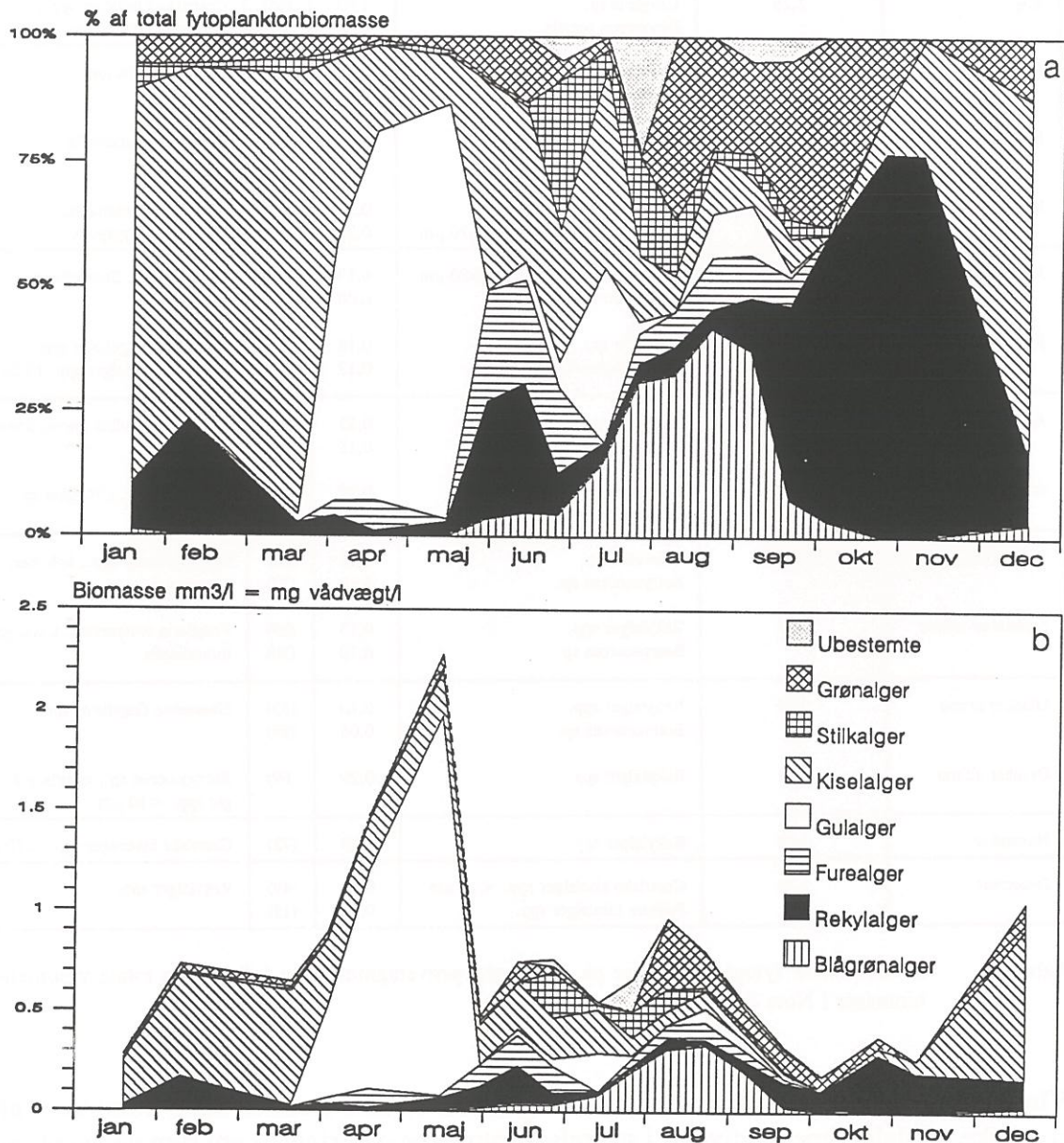
Tabel 7. Artsantallet og de gennemsnitlige og maksimale biomasser af de enkelte hovedgrupper samt de enkelte gruppers procentvise andel af biomassen i Nors Sø, 1993.

Fytoplanktonbiomassen havde tre maksima i 1993. Det første forekom midt i maj (2,28 mm<sup>3</sup>/l) og var domineret af gulalger, *Uroglena* sp. Det andet forekom i begyndelsen af august (1,02 mm<sup>3</sup>/l) og var primært dannet af grønalgene *Botryococcus* sp. og af kolonidannende blågrønalger. Det sidste maksimum forekom i december (1,10 mm<sup>3</sup>/l) og havde dominans af små centriske kiselalger samt pennate bundlevende kiselalger.

Volumenminimum forekom i begyndelsen af oktober (0,20 mm<sup>3</sup>/l).

Den gennemsnitlige volumenbiomasse var lille (0,80 mm<sup>3</sup>/l). I sommerperioden (maj-september) var den gennemsnitlige volumenbiomasse 0,89 mm<sup>3</sup>/l.

De dominerende fytoplanktonklasser var kiselalgerne og gulalgerne, der udgjorde henholdsvis 31 % og 28 % af den totale biomasse. Rekylalgerne, grønalgene og blågrønalgerne var subdominerende med henholdsvis 13 %, 8 % og 7 % af biomassen.



Figur 11. Planteplankton i Nors Sø 1993. Øverst: Oversigt over den procentuelle fordeling af hovedgrupperne på den samlede planteplanktonbiomasse (mg vådvægt/l). Nederst: Oversigt over planteplanktonbiomassens tidsmæssige fordeling på hovedgrupper.

Måned	Totale biomasse mm <sup>3</sup> /l	Dominanter	mm <sup>3</sup> /l	%	Subdominanter
Januar	0,32	Centriske kiselalger spp.	0,16	(52)	Pennate kiselalger spp.
Februar	0,78	Centriske kiselalger spp.	0,51	(65)	Rhodomonas lacustris
Marts	0,76	Centriske kiselalger spp.	0,57	(75)	Ubestemte flagellater spp.
April medio	0,94	Uroglena sp.	0,45	(48)	Centriske kiselalger spp.,
April ultimo	1,51	Uroglena sp.	1,08	(71)	centriske kiselalger spp.
Maj	2,28	Uroglena sp. Dinobryon sociale	1,03 0,65	(45) (28)	Centriske kiselalger spp., Dinobryon divergens
Juni primo	0,49	Centriske kiselalger spp., Rhodomonas lacustris	0,20 0,08	(41) (17)	Peridinium cinctum
Juni medio	0,78	Centriske kiselalger spp. Rhodomonas lacustris	0,23 0,12	(30) (16)	Ceratium hirundinella
Juni ultimo	0,76	Chrysochromulina parva Centriske kiselalger spp. 10-20 µm	0,23 0,20	(30) (27)	Ceratium hirundinella, Dinobryon divergens
Juli medio	0,62	Centriske kiselalger spp. 10-20 µm Ubestemte flagellater spp.	0,19 0,08	(30) (12)	Uroglena sp., Snowella spp.
Juli ultimo	0,66	Snowella spp., Chrysochromulina parva	0,16 0,13	(24) (20)	Ubestemte flagellater spp. centriske kiselalger spp. 10-20 µm
August primo	1,02	Botryococcus sp., Chroococcales spp., kolonier	0,35 0,15	(34) (15)	Chrysochromulina parva, Snowella spp.
August ultimo	0,82	Botryococcus sp. Chroococcales spp., kolonier	0,17 0,16	(21) (20)	Snowella spp., Uroglena sp.
September primo	0,55	Snowella spp. Botryococcus sp.	0,11 0,10	(20) (17)	Chroococcales spp., kolonier, Uroglena sp.
September ultimo	0,33	Rekylalger spp. Botryococcus sp.	0,13 0,10	(39) (30)	Fragilaria crotonensis, Ceratium hirundinella
Oktober primo	0,20	Rekylalger spp. Botryococcus sp.	0,10 0,06	(53) (29)	Ubestemte flagellater spp.
Oktober ultimo	0,42	Rekylalger spp.	0,29	(69)	Botryococcus sp., centriske kiselal- ger spp. < 10 µm
November	0,28	Rekylalger spp.	0,20	(72)	Centriske kiselalger spp. < 10 µm
December	1,10	Centriske kiselalger spp. < 10 µm Pennate kiselalger spp.	0,53 0,21	(49) (19)	Rekylalger spp.

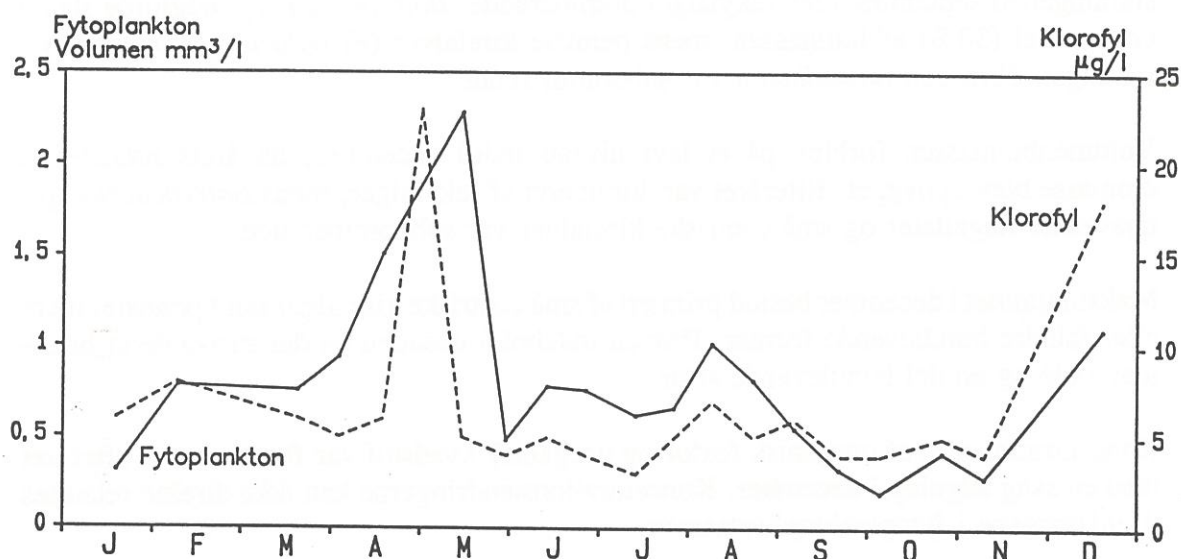
Tabel 8. Dominerende fytoplanktonarter på de enkelte prøvetagningsdage i % af den totale volumenbiomasse i Nors Sø, 1993.

**Vinter-forår:** Fytoplanktonbiomassen var gennem foråret frem til april domineret af centriske kiselalger med individer i størrelsesgrupperne omkring 20 µm som de kvantitativt vigtigste. De pennate kiselalger var subdominerende i januar, mens den lille rekylalge *Rhodomonas lacustris* og ubestemte flagellater var subdominerende i februar og marts. Årets første maksimum i maj blev opbygget gennem april, hovedsagelig af gulalger (*Uroglena* sp., *Dinobryon sociale* og *Dinobryon divergens*), mens de centriske kiselalger var subdominerende.



Klorofyl-a-koncentrationen nåede et absolut maksimum i begyndelsen af maj (ingen fytoplanktonprøve). Prøven er udtaget i bredzonen og er muligvis ikke repræsentativ for de frie vandmasser, men det må formodes, at et større forårsmaksimum end det registrerede forekom allerede i begyndelsen af maj.

Koncentrationen af uorganisk fosfor lå vedvarende på et lavt niveau i forårsperioden med kun små variationer. Koncentrationerne af uorganisk kvælstof var ligeledes lave og faldende indtil primo maj. Koncentrationen af opløst silicium aftog gennem foråret som følge af indbygning i kiselalgebiomassen, figur 12.



Figur 12. Oversigt over variationen af kiselalgebiomassen (mg/l vådvægt) og koncentrationen af opløst silicium i Nors Sø 1993.

**Sommer:** Volumenbiomassen lå på et næsten konstant lavt niveau gennem juni og juli. De dominerende arter indtil slutningen af juli var hovedsageligt centriske kiselalger og den lille rekyalge *Rhodomonas lacustris*. I slutningen af juli forekom et maksimum af stikalgen *Chrysochromulina parva*. De volumenmæssigt næstvigtigste arter var furealgerne, *Peridinium cinctum* og *Ceratium hirundinella*. I slutningen af juni og begyndelsen af juli var små populationer af gulalger (*Uroglena* sp. og *Dinobryon divergens*) igen betydende i biomassen.

I slutningen af juli steg blågrønalgerne andel af volumenbiomassen, især små kolonier af *Snowella* spp. og de kolonidannende *Aphanothece minutissima* og *Cyanodictyon* sp. Stikalgen *Chrysochromulina parva* udgjorde 20% af den totale biomasse.

I begyndelsen af august forekom periodens andet maksimum. Biomassen var domineret af den kolonidannende grønalge *Botryococcus* sp., der ofte optræder under kvælstofbe-

grænsning. De kolonidannende blågrønalger var i tilvækst og dannede maksimum i slutningen af august.

Koncentrationerne af både uorganisk fosfor og uorganisk kvælstof var lave gennem hele sommerperioden. Koncentrationen af opløst silicium steg gennem sommerperioden, hovedsagelig som følge af frigivelse efter nedbrydning af sedimenterede kiselalger. Kiselalgebiomassens udeblevne stigning i sommerperioden skyldes formodentlig især fosforbegrænsning.

**Efterår-vinter:** I begyndelsen af september var biomassen aftaget til et lavt niveau. Kolonidannende blågrønalger og grønalgen *Botryococcus* sp. var dominerende. I slutningen af september blev rekyalger dominerende. *Botryococcus* sp. udgjorde stadig en stor del (30%) af biomassen, mens pennate kiselalger (*Fragilaria crotonensis*) og furealgen *Ceratium hirundinella* var subdominerende.

Volumenbiomassen forblev på et lavt niveau indtil december, da årets næststørste biomasse blev opbygget. Efteråret var domineret af rekyalger, mens *Botryococcus* sp., ubestemte flagellater og små centriske kiselalger var subdominerende.

Maksimummet i december bestod primært af små centriske kiselalger samt pennate, mere eller mindre bundlevende former. Prøven indeholdt desuden en del suspenderet bundmateriale og en del bundlevende arter.

Koncentrationerne af uorganisk fosfor og uorganisk kvælstof var fortsat lave i efteråret med en svag stigning i december. Koncentrationsændringerne kan ikke direkte relateres til udsvingene i fytoplanktonbiomassen.

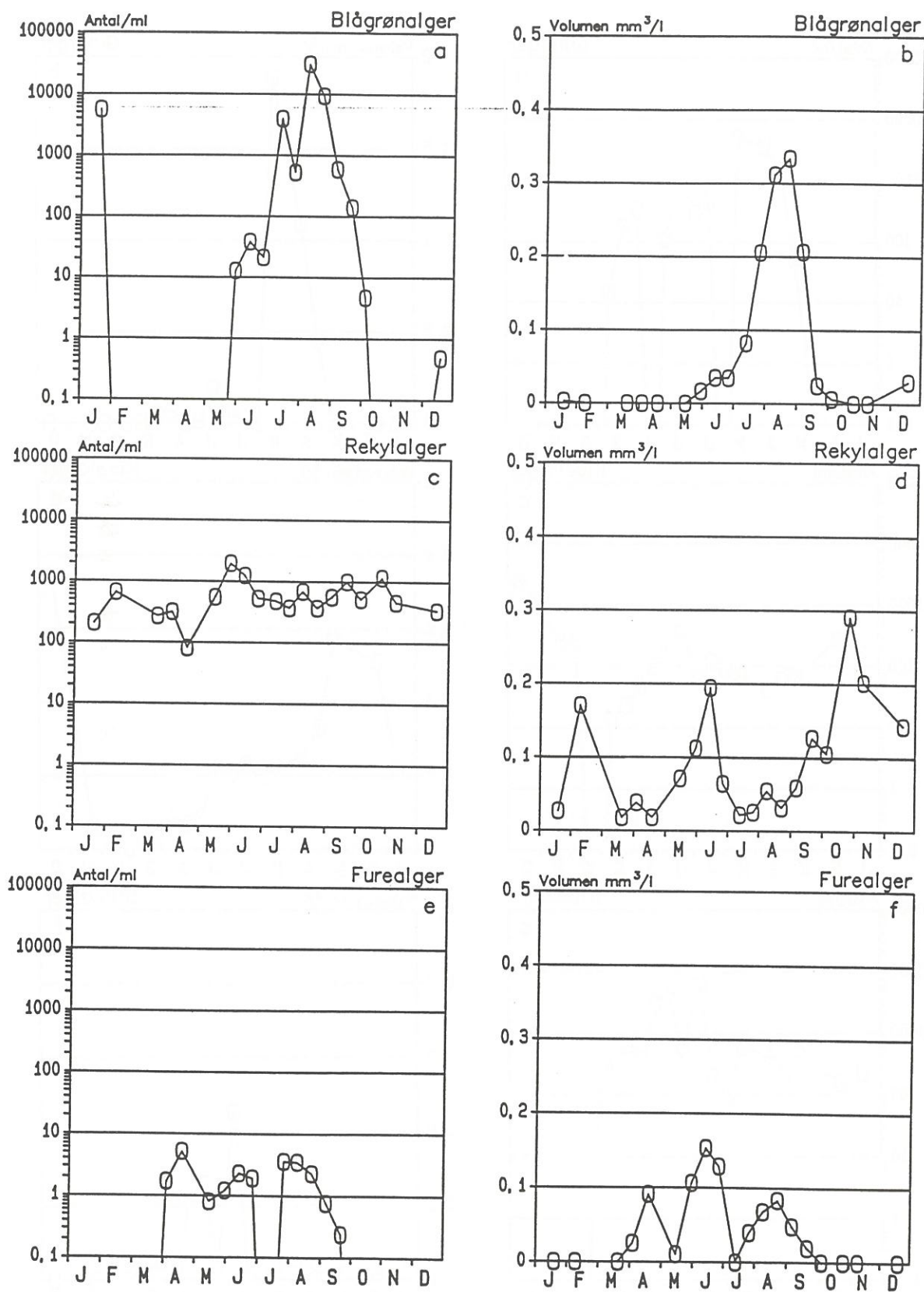
Koncentrationen af opløst silicium aftog i efterårsperioden som følge af indbygning i kiselalgebiomassen, der var stigende.

### 6.1.2. Årstidsvariationen af planteplanktonbiomassen

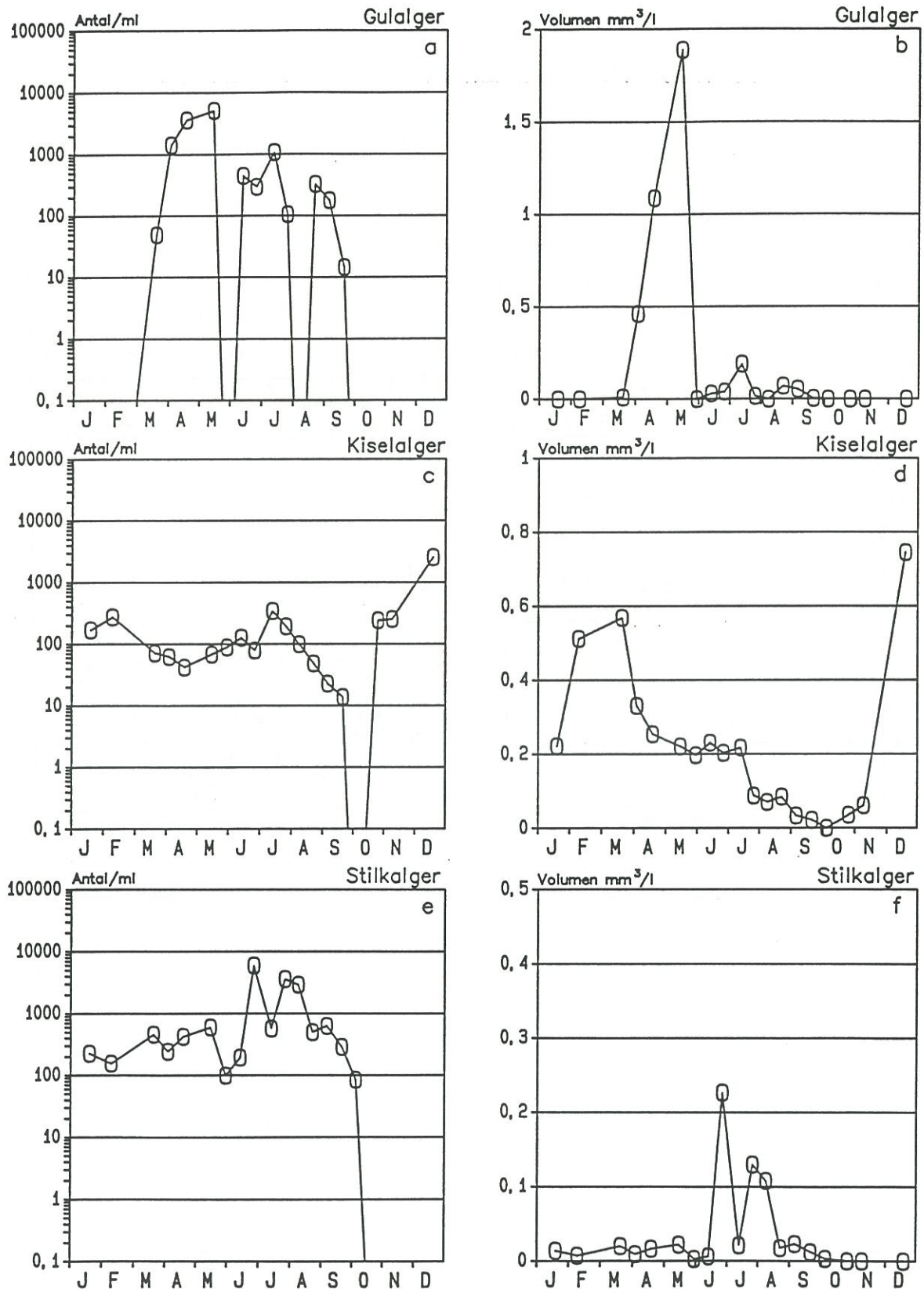
Figur 13, 14 og 15 viser årstidsvariationen af antallet og volumenbiomassen inden for de dominerende planteplanktonklasser.

#### **Blågrønalger**

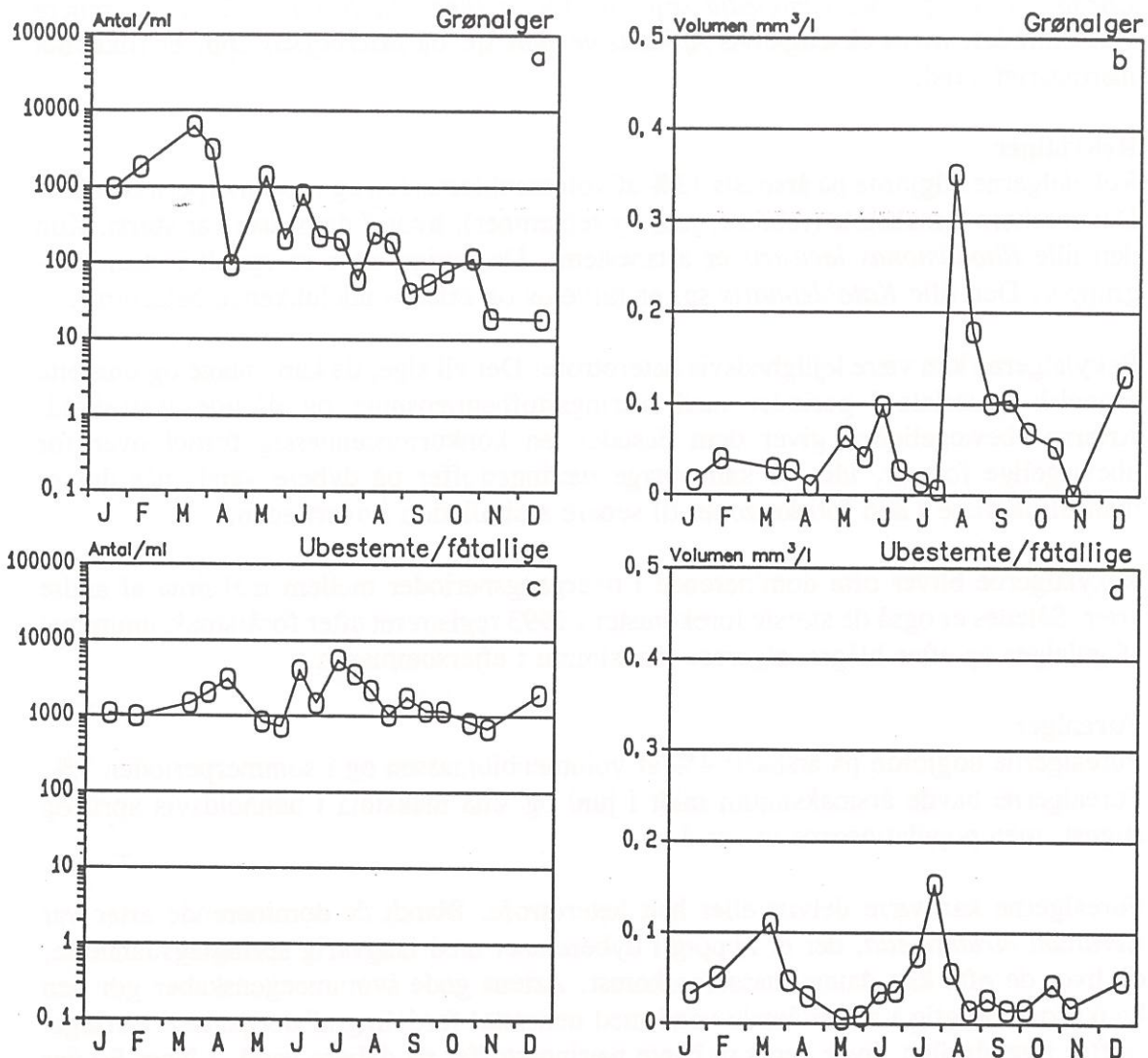
Blågrønalgerne udgjorde på årsbasis 7% af volumenbiomassen og i sommerperioden 13%. De største biomasser forekom i sommerperioden (juli-september), da blågrønalgerne udgjorde 30-40% af biomassen med dominans af kolonidannende arter, *Snowella litoralis*, *Snowella lacustris*, *Coelomoron pusillum*, *Woronichinia compacta* samt *Aphanothece minutissima* og *Cyanodictyon* sp., der er karakteristiske for kystnære vandområder. Maksimum forekom i slutningen af august.



Figur 13. a: Antallet (antal/ml) af blågrønalger, b: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af blågrønalger, c: Antallet (antal/ml) af rekylalger, d: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af rekylalger, e: Antallet (antal/ml) af furealger, f: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mm vådvægt/l}$ ) af furealger i Nors Sø, 1993.



Figur 14. a: Antallet (antal/ml) af gulalger, b: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af gulalger, c: Antallet (antal/ml) af kiselalger, d: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af kiselalger, e: Antallet (antal/ml) af stikalger, f: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af stikalger i Nors Sø, 1993.



Figur 15. a: Antallet (antal/ml) af grønalgler, b: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af grønalgler, c: Antallet (antal/ml) af "ubestemte celler", d: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af "ubestemte celler" i Nors Sø, 1993.

De heterocystbærende (kvælstof-fikserende) trådformede arter var repræsenteret af 2 arter, *Anabaena lemmermannii* og *Anabaena* sp., af hvilke sidstnævnte har morfologisk lighed med *Anabaena circinalis*, men dimensionerne er mindre. *Anabaena lemmermannii* hører til de potentielt giftige blågrønalgarter.

Der forekom kun små populationer af *Anabaena*-arterne. Evnen til kvælstoffiksering formodes ikke at være af betydning i Nors Sø i 1993, da koncentrationerne af uorganisk kvælstof ikke var specielt lave i sommerperioden. De øvrige registrerede blågrønalgarter forekom kun med meget små populationer eller med enkeltforekomster.

*Chroococcus* spp., *Merismopedia* spp. og *Aphanothece clathrata* er tilknyttet renere vandområder, mens eksempelvis *Aphanizomenon* sp. og *Microcystis* spp. er tilknyttet næringsrigt vand.

### Rekylalger

Rekylalgerne udgjorde på årsbasis 13% af volumenbiomassen og i sommerperioden 8%. Der forekom 3 maksima (februar, juni og september), hvoraf det sidste var størst. Kun den lille *Rhodomonas lacustris* er artsbestemt. De øvrige arter er opdelt i størrelsesgrupper. Den lille *Katablepharis* sp. er farveløs og således udelukkende heterotrof.

Rekylalgerne kan være lejlighedsvis heterotrofe. Det vil sige, de kan optage og omsætte organisk materiale i perioder med næringsstoffbegrænsning og dårlige lysforhold. Arternes bevægelighed giver dem desuden en konkurrencemæssig fordel over for ubevægelige former, idet de kan optage næringsstoffer på dybere vand, når der er mangel på disse i den fotiske zone, til senere assimilation i overfladen.

Rekylalgerne bliver ofte dominerende i overgangsperioder mellem maksima af andre arter. Således er også de største forekomster i 1993 registreret efter forårsmaksimummet af gulalger og efter blågrønalgerens maksimum i eftersommeren.

### Furealger

Furealgerne udgjorde på årsbasis 4% af volumenbiomassen og i sommerperioden 7%. Furealgerne havde årsmaksimum midt i juni og små maksima i henholdsvis april og august, men populationerne var små.

Furealgerne kan være delvist eller helt heterotrofe. Blandt de dominerende arter var *Ceratium hirundinella*, der er hyppig i dybere søer med langvarig springlagsdannelse, og hvor de ofte kan danne masseforekomst. Artens gode svømmeegenskaber gør den konkurrencedygtig i stillestående vand med uensartet fordeling af uorganiske næringsstoffer i vandsøjlen, hvor den kan hente næringsstoffer på dybere vand. I Nors Sø var der temperaturlagdeling midt i maj, men i resten af perioden var vandmasserne fuldt opblandede. De opblandede vandmasser og dermed ligelig fordeling af næringsstoffer i vandsøjlen er formodentlig hovedårsagen til artens manglende opblomstring i 1993. *Ceratium hirundinella* havde maksimum i juni.

Den nøgne furealge *Gymnodinium helveticum*, der er helt heterotrof, forekom fra januar til september med maksimum i april. Den heterotrofe adfærd giver arten konkurrencemæssig fordel ved mangel på uorganiske næringsstoffer. Arten er almindelig i oligotrofe søer.

*Peridinium cinctum* forekom med sporadiske og med små populationer i juni. Arten er tilknyttet renere søer. *Peridinium* cf. *umbonatum* forekom i sommerperioden med maksimum i juli. Arten kan danne masseforekomst i renere søer.

Andre arter havde sporadiske forekomster. *Peridiniopsis polonicum*, der forekom i juli-august, kan være toksisk for fisk.

### Gulalger

Gulalgerne var i 1993 den mængdemæssigt næstvigtigste planteplanktonklasse på årsbasis (28%) og den vigtigste i sommerperioden, da de udgjorde 35% af den totale biomasse. De dominerende arter var *Uroglena* sp., der er en rentvandsart, samt *Dinobryon sociale* og *Dinobryon divergens*, der overvejende er knyttet til næringsfattige vandområder; men som også forekommer i mere næringsrige søer.

Arter, der er kolonidannende, er, når kolonierne er tilstrækkeligt store ( $> 50 \mu\text{m}$ ) til dels græsningsresistente. Af de øvrige registrerede gulalger var kun *Apedinella/Pseudopedinella* sp. betydende for volumenbiomassen. Artskomplekset havde maksimum midt i juli og havde små populationer i foråret. Mange af *Apedinella/Pseudopedinella*-arterne er knyttet til saltpåvirkede vandområder. De øvrige registrerede gulalger havde kun sporadiske forekomster. *Bitrichia chodatii*, der forekom i sommerperioden, er knyttet til oligotrofe søer, men kan også forekomme i mere eutrofierede vandområder.

Gulalgerne kan som rekyalgerne og furealgerne være delvist heterotrofe og har således konkurrencemæssig fordel over for autotrofe arter ved lave næringsstofkoncentrationer. Maksimummet af gulalger kan dog ikke direkte relateres til lavere koncentrationer af uorganisk fosfor og kvælstof.

### Synurophyceae

De skælbærende gulalger var kun repræsenteret af to arter - *Mallomonas akrokomos* og *Mallomonas tonsurata*, der begge er almindelige arter i næringsfattigt vand, men som også forekommer i mere næringsrige miljøer.

### Kiselalger

Kiselalgerne udgjorde den største del af planteplanktonbiomassen på årsbasis (31%), mens de i sommerperioden udgjorde 16% af den totale volumenbiomasse. De havde maksimum i marts og december med dominans af små centriske kiselalger inden for slægterne *Stephanodiscus* og *Cyclotella*. Figur 12 viser kiselalgebiomassen og koncentrationerne af opløst silicium.

De største individer forekom i forårsperioden, mens decembermaksimummet var domineret af små arter  $< 10 \mu\text{m}$ . Kiselalgebiomassen aftog i foråret sammen med en aftagende koncentration af opløst silicium. Siliciumkoncentrationen nåede dog ikke på noget tidspunkt ned på et vækstbegrænsende niveau, der antages at ligge omkring 0,03 mg/l. Kiselalgerens aftagen til et lavt niveau i sommerperioden skyldes formodentlig både mangel på uorganisk fosfor og et øget zooplanktongræsningstryk.

Der forekom små populationer af båndformede kiselalger (*Fragilaria crotonensis*) i eftersommeren. De båndformede kiselalger optræder ofte ved vekslende og dårlige lysforhold. Deres synkehastighed øges stærkt ved fosfor- og siliciummangel samt i forbindelse med for meget lys.

Artssammensætningen i kiselalgesamfundet afhænger af forholdet mellem uorganisk fosfor og opløst silicium. De centriske arter kræver en højere fosforkoncentration i forhold til silicium, mens forholdet er omvendt for de pennate former. I efteråret var der tilvækst af især centriske arter. De pennate arter, der var subdominerende decembermaksimummet, er primært bundlevende.

*Diatoma tenuis* og *Diatoma vulgaris* forekom i forårsperioden med små populationer. Arterne forekommer både i de frie vandmasser og som epifytter på vandplanter. Der blev registreret to marine kiselalger (*Chaetoceros* sp. og *Skeletonema costatum*). Deres tilstedeværelse skyldes formodentlig søens kystnære beliggenhed. De øvrige registrerede arter havde alle enkeltforekomster.

### Gulgrønalger

Der blev registreret 3 arter af gulgrønalger, der alle forekom med enkeltforekomster. *Pseudostaurastrum limneticum* og *Goniochloris contorta* forekommer i forskellige søtyper, mens *Tetraëdriella jovetii* er knyttet til næringsfattigt vand.

### Stilkalger

En enkelt art, *Chrysochromulina parva*, udgjorde biomassen. Arten var til stede hele perioden undtagen december og udgjorde på årsbasis 4% af volumenbiomassen og 6% i sommerperioden. *Chrysochromulina parva* havde to maksima, det største i slutningen af juni, hvor den udgjorde 30% af den totale biomasse og et mindre i slutningen af juli, da den udgjorde 20% af biomassen. Arten kan være fagotrof (bakterieædende) og optræder ofte efter kiselalgemaksima i forskellige søtyper, men er hyppigst i næringsrige søer.

Masseforekomst af *Chrysochromulina parva* blev i 1991 observeret i forbindelse med fiskedød (Reersø Hansen et al., in press), hvilket indikerer, at arten kan være giftig - ligesom flere af slægtens andre arter.

### Prasinophyceae

Enkelte arter forekom sporadisk i 1993, og biomassen blev opgjort i januar-februar, men var ubetydelig. Klassen er dårligt kendt i ferskvand. Arterne er små flagellater, der ofte opgøres som "ubestemte celler".

### Øjealger

Øjealgerne er repræsenteret med to arter - *Euglena* sp. og *Trachelomonas* sp., der kun forekom på få prøvetagningsdage. Arterne er mere eller mindre bundlevende.

### Grønalger

Grønalgerne udgjorde 8% af volumenbiomassen på årsbasis og 11% i sommerperioden. De chlorococcale grønalger, der er mest knyttet til næringsrige søer, dominerede både volumenmæssigt og antalmæssigt. Den dominerende art var *Botryococcus* sp., der i august-september udgjorde 20-30% af totalbiomassen. *Botryococcus* sp., der er en specialiseret koloniform, kan observeres både i næringsfattige og næringsrige søer. Arten kan, som følge af evnen til lipidakkumulation i cellerne, danne masseforekomst under



ekstrem kvælstofbegrænsning. I lagdelte søer er *Botryococcus* sp. ofte blandt det dominerende fytoplankton i sommerperioden.

I forårsperioden forekom der små populationer af små chlorococcale grønalger, primært *Chlorella* sp. og *Dictyosphaerium subsolitarium*. De kolonidannende *Oocystis* sp., artskomplekset *Sphaerocystis schroeteri/Eutetramorus fottii* og *Scenedesmus* spp. forekom med de største tætheder i juni-juli; men arterne opnåede ikke nogen betydende andel af den totale planteplanktonbiomasse.

De kolonidannende grønalger optræder ofte i klarvandsfasen ved begyndende stagnation. Der blev registreret fire arter af tetrasporale grønalger - arter, der primært er knyttet til næringsfattigt vand. *Pseudosphaerocystis lacustris* er kvantitativt opgjort, men arten var ikke betydende i den totale biomasse.

De volvocale grønalger blev hovedsagelig registreret med enkeltforekomster i sommerperioden. Koblingsalgerne blev registreret med et stort antal arter (35), hvoraf 4 er trådformer (*Mougeotia* sp., *Zygnema* sp., *Spirogyra* sp. og *Hyalotheca dissilens*).

De trådformede koblingsalger er ikke planktoniske, men optræder ofte i vandmasserne efter omrøring. Arterne bidrager til det samlede klorofyl-a indhold i vandet og er derfor medtaget i planktonet. I december udgjorde trådformerne ca. 10% af den totale biomasse som følge af ophvirvling af bundmateriale.

De øvrige koblingsalger forekom hovedsagelig med enkeltforekomster og var ikke betydende i volumenbiomassen. De fundne koblingsalger er alle rentvandsarter.

### **Kraveflagellater**

Kraveflagellaterne er heterotrofe organismer. Individierne er ikke artsbestemt. Biomasse-mæssigt har kraveflagellaterne ikke betydning. Arterne ses hele perioden med de største forekomster juni og juli. Der var ingen sammenhæng mellem øget tilstedeværelse af kraveflagellater og aftagende næringsstofkoncentrationer.

### **Helioflagellater**

En enkelt art er registreret med en lille population i slutningen af juli. Arten er heterotrof.

### **Ubestemte**

Biomasse-mæssigt udgjorde de ubestemte celler og små flagellater 5% af volumenbiomassen på årsbasis og 4% i sommerperioden. Der forekom maksimum i marts og slutningen af juli. Små flagellater optræder ofte med de største biomasser mellem maksima af større arter. Flere af de kvantificerede individer kan muligvis være heterotrofe.

### 6.1.3. Samlet karakteristik af planteplanktonet 1993

Biomasseudviklingen, artssammensætningen og successionen af fytoplanktonet i Nors Sø 1993, er som forventet i dybe alkaliske søer med kortvarige temperaturlagdelinger, moderate kvælstofkoncentrationer, fosforbegrænsning for størstedelen af arterne og forholdsvis lavt indhold af suspenderet stof.

Fytoplanktonsamfundet var periodevis domineret af flagellater, der kan være lejlighedsvis heterotrofe (*Uroglena* sp., *Dinobryon* spp. og rekylalger), hvoraf gulalgerne er rentvandsarter, ved mangel på uorganiske næringsstoffer. Størstedelen af perioden dominerende arter, der hovedsagelig findes i mere næringsrige søer (centriske kiselalger og i en kort periode kolonidannende blågrønalger).

Nygaards fytoplanktonkvotient (Q) er 2,3, hvilket viser et svagt næringspåvirket (mesotroft) samfund.

### 6.2. Dyreplankton

Der er i alt registreret 88 arter/identifikationstyper inden for følgende taxonomiske hovedgrupper.

- ROTATORIA (hjuldyr)
- CLADOCERA (dafnier)
- CALANOIDA (calanoide vandlopper)
- CYCLOPOIDA (cyclopoide vandlopper)
- HARPACTICOIDA (harpacticoide vandlopper)
- NAUPLIER (nauplier stadie I-VI)
- LAMELLIBRANCHIA (muslinger)
- ARACHNIDAE (spindlere)

Antallet af arter/identifikationstyper og de gennemsnitlige og maksimale biomasser af de enkelte hovedgrupper samt de enkelte grupperes procentvise andel af biomassen fremgår af tabel 9.

	Antal arter/identifikationstyper		Biomasse mm <sup>3</sup> /l = mg vådvægt/l gennemsnit			Procentvis andel %	
	Hele perioden	01.05-30.09	Hele perioden	01.05-30.09	Maksimum	Hele perioden	01.05-30.09
Hjuldyr	43	35	0,153	0,184	0,558 (juli)	10,0	9,0
Dafnier	23	20	0,711	1,026	4,087 (maj)	46,4	50,1
Calanoide vandlopper	4	4	0,261	0,285	1,051 (maj)	17,1	13,9
Cyclopoide vandlopper (adulte)	7	4	0,028	0,026	0,104 (april)	1,8	1,3
Cyclopoide copepoditter	5	3	0,079	0,105	0,224 (september)	5,1	5,1
Harpacticoide vandlopper	2	1	0,002	0	0,033 (december)	0,1	0
Calanoide nauplier	1	1	0,116	0,125	0,35 (marts)	7,5	6,2
Cyclopoide nauplier	1	1	0,184	0,294	0,794 (maj)	12,0	14,4
Muslingelarver	1	0	0	0	0,001 (marts)	0	0
Spindlere	1	1	0	0,001	0,005 (juni)	0	0
Zooplankton total	88	70	1,534	2,046	6,956 (maj)	100	100

Tabel 9. Artsantallet og de gennemsnitlige og maksimale biomasser af de enkelte hovedgrupper samt de enkelte grupperes procentvise andel af biomassen i Nors Sø, 1993.

Artsrigdommen i Nors Sø 1993 var stor, og den dominerende gruppe var hjuldirene.

Tabel 10 viser biomassen af de dominerende zooplanktonarter og den procentvise fordeling af den totale zooplanktonbiomasse på de enkelte prøvetagningsdage.

Måned	Totale biomasse mm <sup>3</sup> /l	Dominanter	mm <sup>3</sup> /l	%	Subdominanter
Januar	0,059	Cyclopoide nauplier Calanoide nauplier	0,016 0,011	(27) (19)	Cyclopoide copepoditter Eudiaptomus graciloides
Februar	0,892	Bosmina coregoni Eudiaptomus graciloides	0,272 0,165	(30) (17)	Eurytemora velox Bosmina longirostris
Marts	1,331	Calanoide nauplier Bosmina coregoni	0,350 0,201	(26) (15)	Cyclopoide nauplier Eudiaptomus graciloides
April primo	1,852	Polyarthra dolichoptera Cyclopoide nauplier	0,364 0,263	(20) (14)	Calanoide nauplier, Bosmina coregoni, Bosmina longirostris
April ultimo	1,918	Polyarthra dolichoptera Cyclopoide nauplier	0,439 0,288	(23) (15)	Eudiaptomus graciloides, Bosmina longirostris, Bosmina coregoni
Maj	6,956	Daphnia cucullata Daphnia hyalina	1,674 0,995	(24) (14)	Bosmina coregoni Eudiaptomus graciloides
Juni primo	3,519	Daphnia cucullata Daphnia hyalina	1,674 0,995	(48) (28)	Bosmina coregoni Eudiaptomus graciloides
Juni medio	3,674	Daphnia hyalina Daphnia galeata	0,981 0,891	(27) (24)	Daphnia cucullata Cyclopoide nauplier
Juni ultimo	0,459	Cyclopoide nauplier Polyarthra dolichoptera	0,175 0,072	(38) (16)	Calanoide nauplier Mesocyclops leuckartii
Juli medio	0,983	Asplanchna priodonta Polyarthra dolichoptera	0,242 0,240	(25) (24)	Cyclopoide nauplier, calanoide nauplier, Mesocyclops leuckartii
Juli ultimo	0,606	Cyclopoide nauplier Eudiaptomus graciloides	0,154 0,111	(25) (18)	Calanoide nauplier Mesocyclops leuckartii
August primo	0,764	Cyclopoide nauplier Eurytemora velox	0,280 0,116	(37) (15)	Calanoide nauplier Mesocyclops leuckartii
August ultimo	0,407	Cyclopoide nauplier Eudiaptomus graciloides	0,163 0,087	(40) (21)	Calanoide nauplier Mesocyclops leuckartii
September primo	0,726	Mesocyclops leuckartii Cyclopoide nauplier	0,156 0,150	(21) (21)	Eudiaptomus graciloides Calanoide nauplier
September ultimo	0,945	Eudiaptomus graciloides Mesocyclops leuckartii	0,250 0,224	(26) (24)	Ceriodaphnia dubia Eurytemora velox
Oktober primo	1,122	Eudiaptomus graciloides Ceriodaphnia quadrangula	0,401 0,271	(36) (24)	Mesocyclops leuckartii, Daphnia cu- cullata, Daphnia hyalina
Oktober ultimo	1,119	Ceriodaphnia quadrangula Eudiaptomus graciloides	0,355 0,355	(32) (32)	Eurytemora velox, Daphnia hyalina, Bosmina coregoni
November	0,761	Eudiaptomus graciloides Ceriodaphnia quadrangula	0,248 0,148	(33) (19)	Daphnia hyalina, Bosmina coregoni, Pleuroxus uncinatus
December	0,296	Eudiaptomus graciloides	0,094	(32)	Eurytemora velox, Daphnia cucullata, Canthocamptus staphylinus

Tabel 10. Oversigt over dominerende zooplanktonarter på de enkelte prøvetagningsdage i % af den totale biomasse i Nors Sø 1993.

I løbet af 1993 havde zooplanktonet et stort biomassemaksimum på 6,956 mm<sup>3</sup>/l i maj, men var præget af lave værdier resten af året.

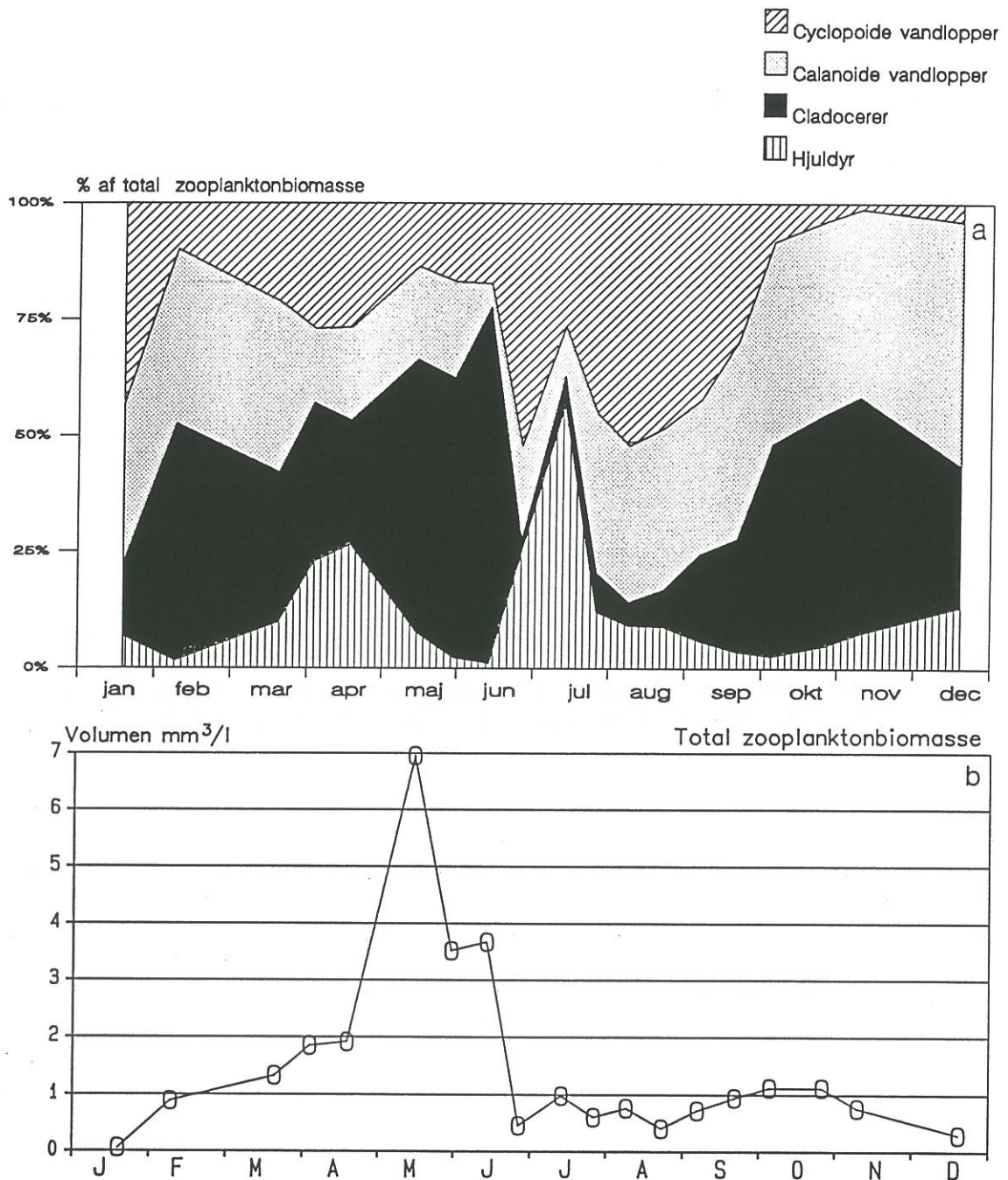
De største biomasser var dannet af dafnierne, som udgjorde 46,5% af den gennemsnitlige biomasse. De calanoide vandlopper udgjorde 24,7%, mens de cyclopoide vandlopper udgjorde 18,7%. Hjuldyrene udgjorde 10%. Den gennemsnitlige volumenbiomasse i Nors Sø i 1993 var på 1,529 mm<sup>3</sup>/l, figur 16.

I perioden januar til medio april var der stigende biomasser i alle grupper. Perioden domineredes af calanoide og cyclopoide nauplier, *Bosmina coregoni*, *Eudiaptomus graciloides* og sidst i perioden også af hjuldyret *Polyarthra dolichoptera*.

Fra medio april til ultimo juni forekom de største biomasser i Nors Sø 1993. Hele perioden var domineret af dafnier med *Daphnia hyalina*, *Daphnia cucullata* og *Daphnia galeata* som de absolut dominerende arter (op til 66,6% af den samlede zooplanktonbiomasse).

I slutningen af juni skete der et drastisk fald i biomassen. Den efterfølgende periode var domineret af hjuldyrene *Asplanchna priodonta* og *Polyarthra dolichoptera*.

Resten af året havde hjuldyrene meget lave biomasser, og de cyclopoide vandlopper havde faldende biomasser. De calanoide vandlopper og dafnierne havde stigende biomasser. Den totale zooplanktonbiomasse var lav den sidste halvdel af 1993.



Figur 16. Nors Sø 1993. Øverst: Den procentvise fordeling af zooplanktonets volumenbiomasse, Nederst: Den totale zooplanktonbiomasse ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ).

### 6.2.1. Årstidsvariation af de enkelte zooplanktongrupper

Figur 17 og 18 viser årstidsvariationen af antallet og volumenbiomassen inden for de dominerende zooplanktongrupper.

#### Hjuldyr

Hjuldyrene var den artsrigeste gruppe (43 arter) og antalsmæssigt dominerende (81,5% af det gennemsnitlige individantal), men biomasse-mæssigt udgjorde de kun en lille andel (10% af zooplanktonbiomassen).

Der var to maksima i hjuldyrenes biomasse i Nors Sø 1993. Den første i april/maj var domineret af *Polyarthra dolichoptera* og senere af den rovlevende art *Asplanchna priodonta*. Det andet maksimum i juli var ligeledes domineret af *Polyarthra dolichoptera* og *Asplanchna priodonta*. Fødegrundlaget for *Asplanchna priodonta* er blandt andet andre hjuldyr, ciliater samt større fyttoplanktonarter.

*Asplanchna priodonta* dominerer ofte biomassen hos hjuldyrene til trods for, at arten sjældent dominerer antalsmæssigt. Dette skyldes artens store størrelse.

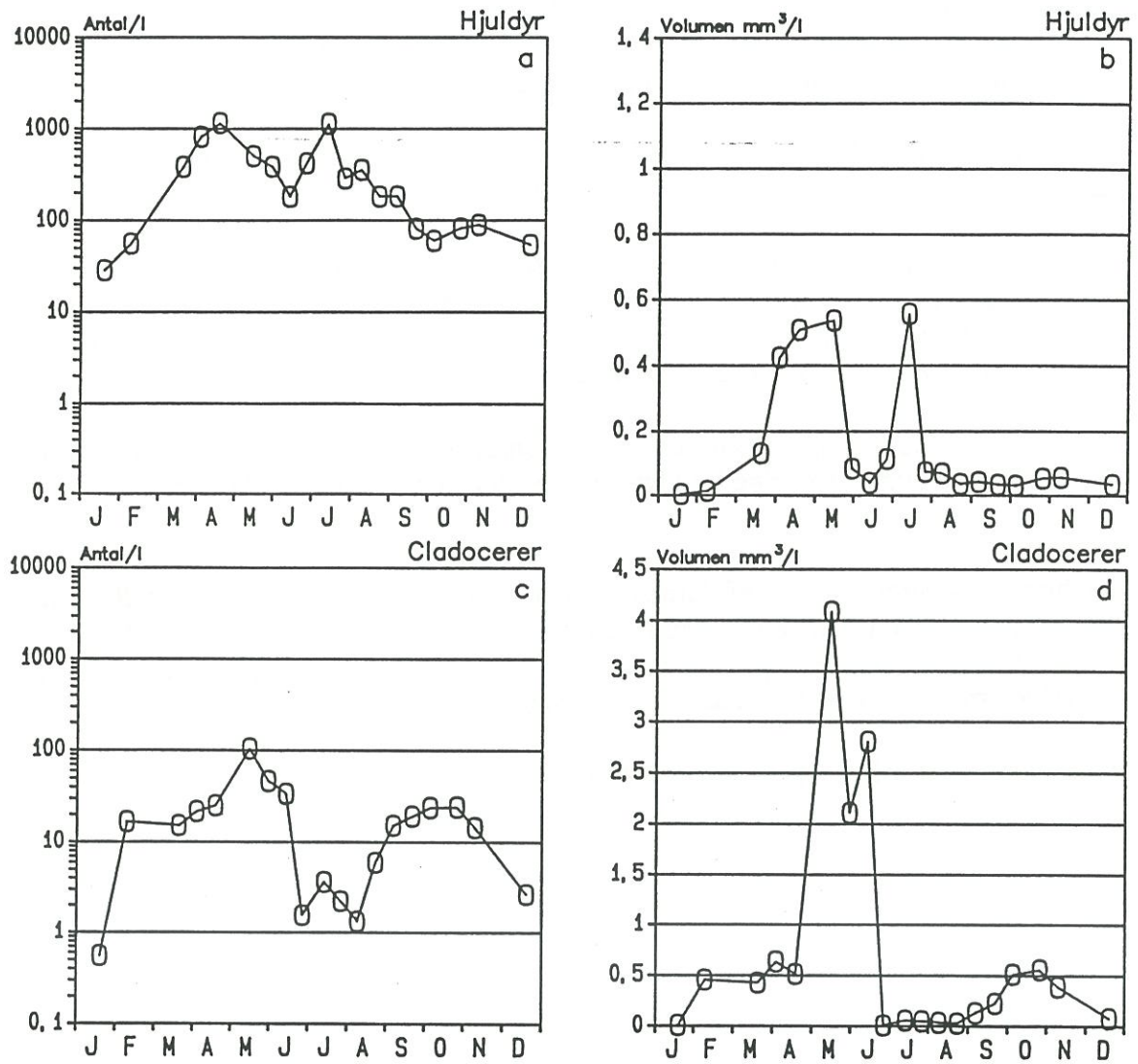
Antalsmæssigt var der de samme to maksima som biomassemæssigt. Det første maksimum var domineret af *Keratella cochlearis*, *Polyarthra dolichoptera* og *Conochilus unicornis*. Det andet maksimum var domineret af *Keratella cochlearis*, *Trichocerca pusilla*, *Polyarthra dolichoptera* og *Synchaeta* spp.

I resten af året bestod hjuldyrsamfundet af ovennævnte arter samt *Keratella quadrata* og *Filinia longiseta*. Af øvrige hjuldyrarter var der kun spredte forekomster.

### Dafnier

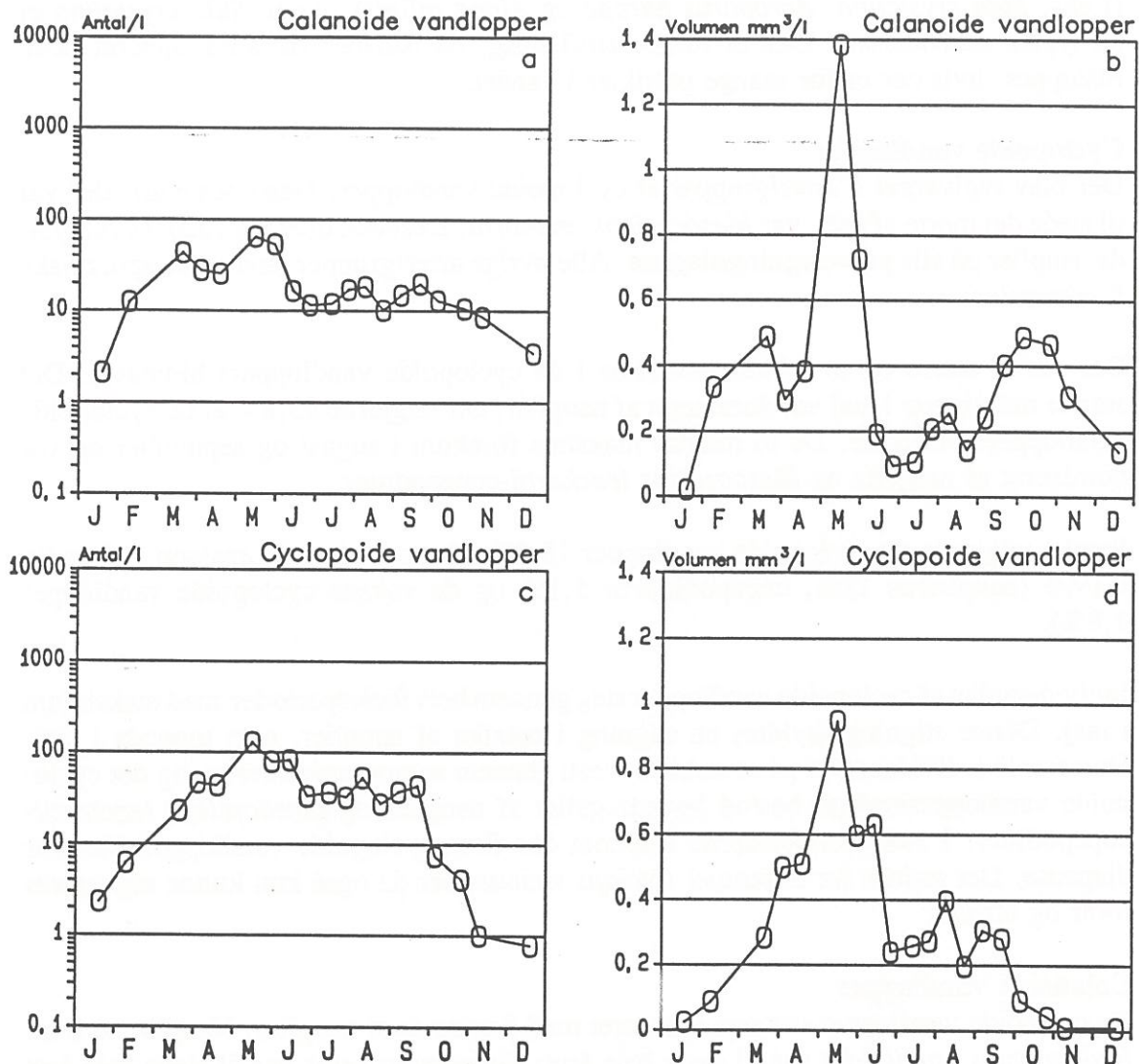
Der blev registreret 23 arter af dafnier i Nors Sø i 1993, hvoraf kun én art *Bosmina coregoni*, var til stede hele året. Arterne *Daphnia cucullata*, *Daphnia hyalina*, *Daphnia galeata* samt *Ceriodaphnia quadrangula* var jævnt repræsenteret gennem hele året. Af de øvrige arter var der kun spredte forekomster.

Dafniesamfundet må betegnes som relativt artsrigt.



Figur 17. a: Antallet (antal/l) af hjuldyr, b: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af hjuldyr, c: Antallet (antal/l) af dafnier, d: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af dafnier.





Figur 18. a: Antallet af calanoide vandlopper, b: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) af calanoide vandlopper, c: Antallet (antal/l) af cyclopoide vandlopper, d: Biomassen ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{vådvægt/l}$ ) af cyclopoide vandlopper i Nors Sø, 1993.

Biomassemæssigt var dafnierne den dominerende gruppe (46,5% af den gennemsnitlige zooplanktonbiomasse). Der var ét maksimum i dafniernes biomasse. Dette maksimum i maj var domineret af *Daphnia cucullata*, *Daphnia hyalina* og *Bosmina coregoni*. Resten af året havde dafnierne en konstant lav biomasse.

Antalsmæssigt havde dafnierne to maksima. Det første forekom i maj og var domineret af *Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni* og *Bosmina longirostris*. Det andet maksimum strakte sig fra september til midt i oktober og var domineret af *Ceriodaphnia dubia* og *Ceriodaphnia quadrangula*.

De fleste af de sporadisk forekommende arter er enten bundlevende (f.eks. *Monospilus dispar*, *Pleuroxus uncinatus* og *Alona quadrangularis*), eller de er knyttet til vegetationen (f.eks. *Sida crystalina*, *Acroparus harpae* og *Alona affinis*). Arten *Sida crystalina* er en typisk rentvandsart. Den er meget ømfindtlig, da benenes filtrationsapparat nemt tilstoppes, hvis der er for mange partikler i vandet.

### Cyclopoide vandlopper

Der blev registreret 8 arter/grupper af cyclopoide vandlopper. Den eneste art, der var til stede det meste af året, var *Mesocyclops leuckartii*. Desuden blev der fundet cyclopoide nauplier på alle prøvetagningsdagene. Alle øvrige arter/grupper havde kun sporadiske forekomster.

Der var ét større og to mindre maksima i de cyclopoide vandloppers biomasse. Det største maksimum i maj var domineret af nauplier, der udgjorde 83,8% af de cyclopoide vandloppers biomasse. De to mindre maksima forekom i august og september og var domineret af nauplier og *Mesocyclops leuckartii*-copepoditter.

Samlet udgjorde de cyclopoide vandlopper 18,9% af zooplanktonbiomassen i Nors Sø i 1993 (nauplierne 12%, copepoditterne 5,1% og de voksne cyclopoide vandlopper 1,8%).

Individantallet af cyclopoide vandlopper steg gennem hele forårsperioden med maksimum i maj. Denne stigning skyldtes en stigning i antallet af nauplier, som toppede i maj. Derefter lå individantallet på et stabilt niveau gennem sommermånederne, og det cyclopoide vandloppesamfund bestod hovedsageligt af nauplier og *Mesocyclops leuckartii*-copepoditter. I sommermånederne forekom der flere cyclopoide vandlopper, der har diapause. Det gælder for eksempel *Cyclops vicinus*, der da også kun kunne registreres forår og efterår.

### Calanoide vandlopper

De calanoide vandlopper var repræsenteret med 3 arter samt nauplier. Nauplierne samt *Eudiaptomus graciloides* var til stede hele året; *Eurytemora velox* var til stede hele året på nær ved en enkelt prøvetagning (15. juni). *Eurytemora affinis* blev kun registreret en enkelt gang (1. juni).

*Eudiaptomus graciloides* er en meget almindeligt forekommende art i danske søer, mens de to *Eurytemora*-arter også forekommer i brakvand.

Som de cyclopoide vandlopper havde de calanoide vandlopper et markant biomassemaksimum i maj. Dette maksimum var domineret af voksne *Eudiaptomus graciloides* og nauplier. Desuden var der to mindre maksima, et om foråret og et om efteråret. Forårsmaksimummet var domineret af nauplier, mens efterårsmaksimummet var domineret af *Eudiaptomus graciloides*.

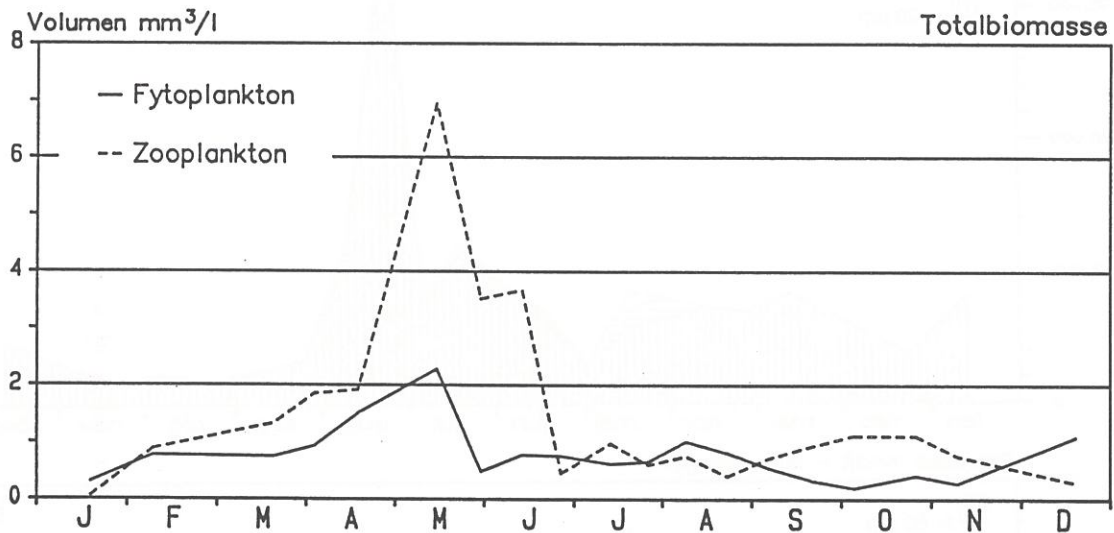
De calanoide vandlopper udgjorde omkring 25% af den samlede zooplanktonbiomasse (copepoditter og voksne 17,1% og nauplierne 7,5%).

De calanoide vandlopper udviklede sig individmæssigt gennem forårs månederne, som det var tilfældet for de cyclopoide vandlopper, men dog ikke så kraftigt. Stigningen skyldtes en stigning i antallet af nauplier og *Eudiaptomus graciloides*.

### 6.3. Relationer mellem plante- og dyreplankton

Den observerede biomasseudvikling, artssammensætning og succession af plante- og dyreplankton i Nors Sø 1993 karakteriserer søen som næringsfattig.

Planteplanktonet havde ét egentligt maksimum i maj og to små i august og december, figur 19.



Figur 19. Total-biomassen (volumen i mm<sup>3</sup>/l = mg vådvægt/l) af fyto- og zooplankton i Nors Sø, 1993.

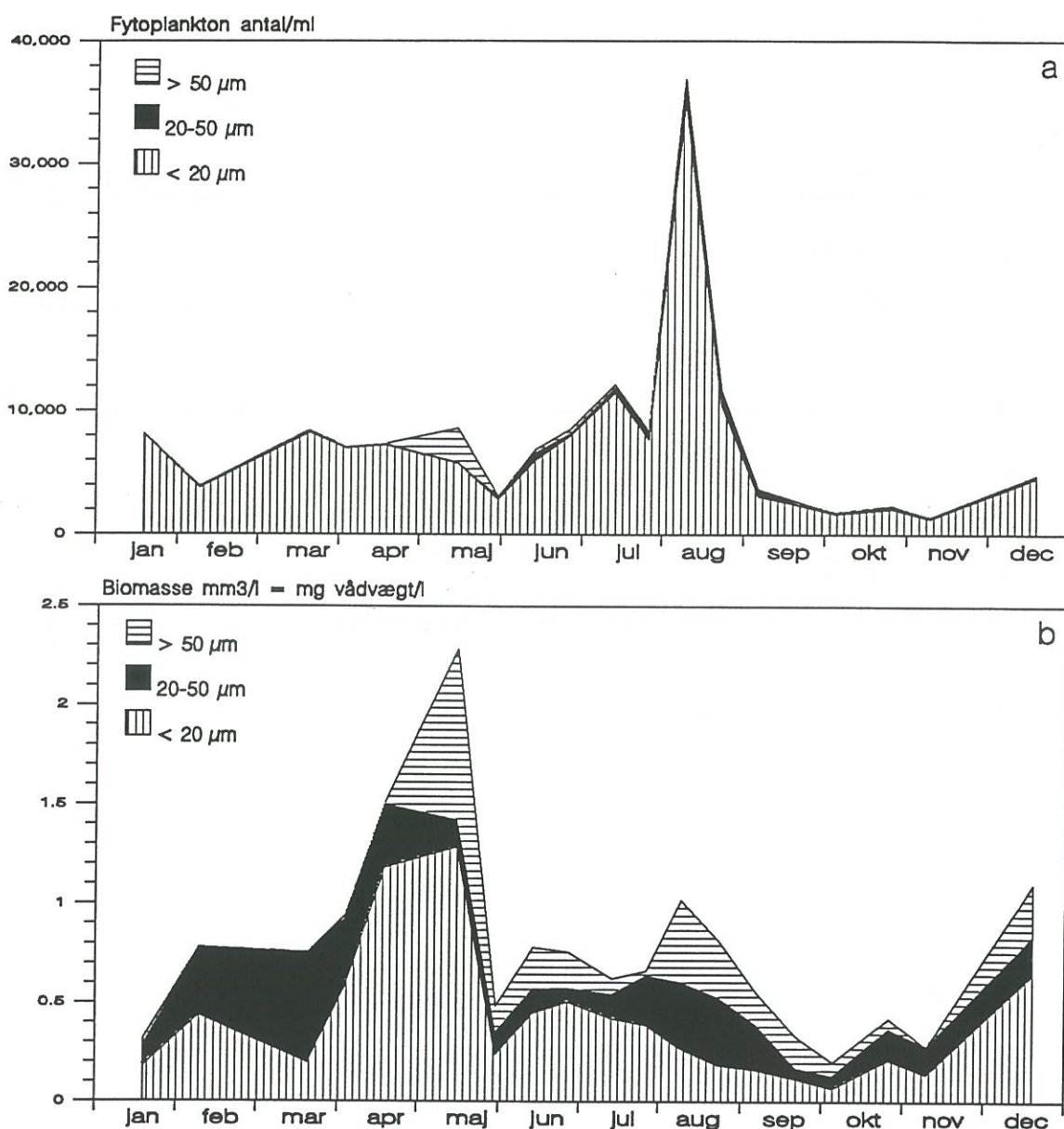
De tre maksima var domineret af:

- 1) *Uroglena* sp.  
*Dinobryon sociale* maj
- 2) *Botryococcus* sp.  
*Aphanothece minutissima*/  
*Cyanodictyon* sp. august
- 3) Centriske kiselalger spp.  
Pennate kiselalger spp. december

Der blev registreret ét zooplanktonmaksimum i maj

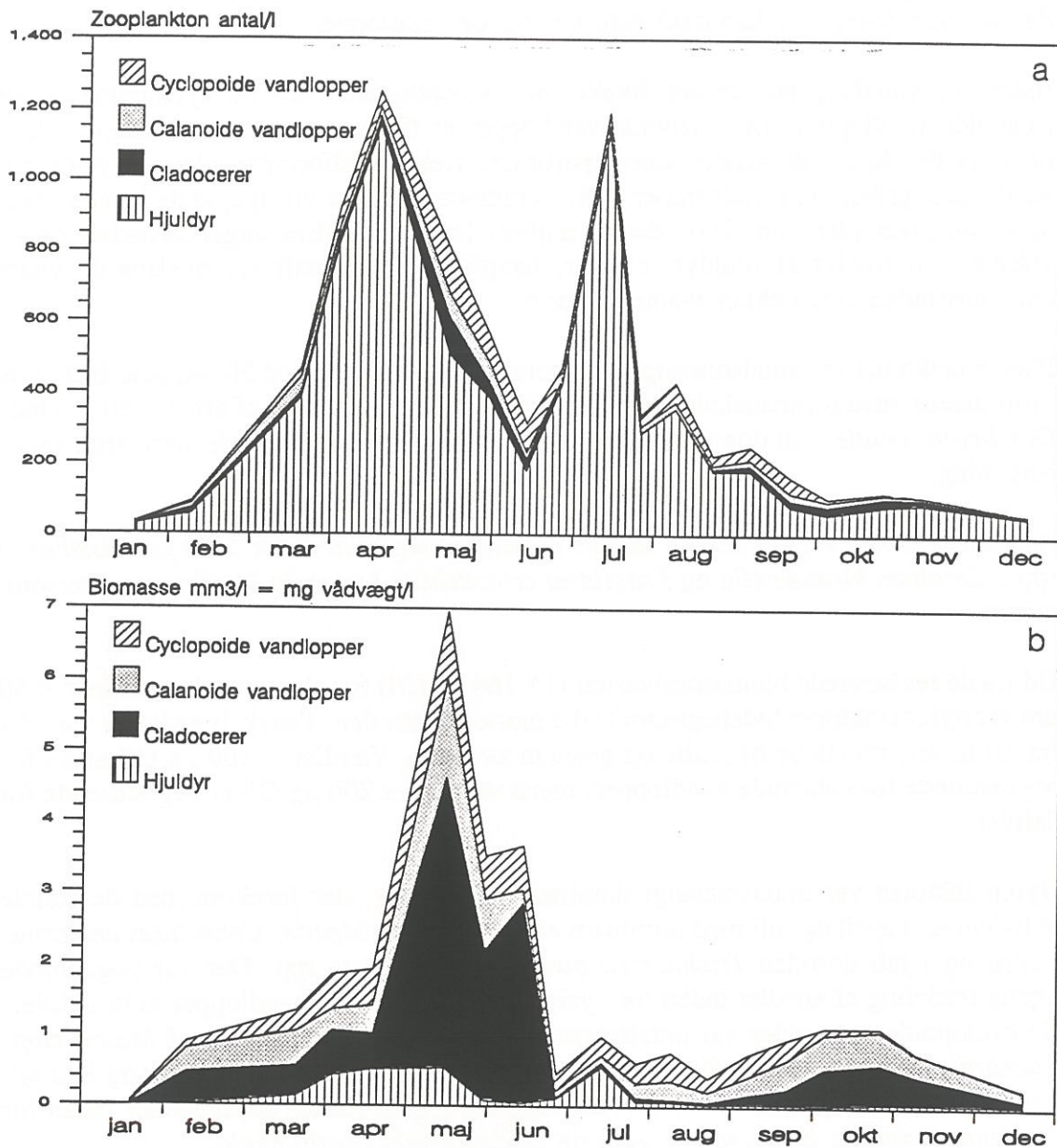
- 1) *Daphnia cucullata*  
*Daphnia hyalina* maj

På figur 20a ses den antalsmæssige hyppighed af de enkelte størrelsesklasser af planteplankton i Nors Sø opdelt efter den fødemæssige tilgængelighed for dyreplankton. Figur 20b viser volumenbiomassens fordeling på de enkelte størrelsesklasser af planteplankton. Planteplanktonenhederne er celler, kolonier eller tråde - alt efter, hvorledes arten forekommer. Arter med største dimensioner over  $50 \mu\text{m}$  anses ikke for at være tilgængelige som føde for planteplanktonædende zooplankton.



Figur 20. a: Den antalsmæssige hyppighed af de enkelte størrelsesklasser af fytoplankton, b: Biomassens ( $\text{mm}^3/\text{l} = \text{mg vådvægt/l}$ ) fordeling på de enkelte størrelsesklasser af fytoplankton i Nors Sø, 1993.

Figur 21a viser den antalsmæssige hyppighed af de enkelte dyreplanktongrupper, og figur 21b viser volumenbiomassens fordeling på de enkelte dyreplanktongrupper.



Figur 21. a: Den antalsmæssige hyppighed af de enkelte zooplanktongrupper, b: Biomassens ( $\text{mm}^3/\text{l}$  = mg vådvægt/l) fordeling på de enkelte zooplanktongrupper i Nors Sø, 1993.

De enkelte dyreplanktongrupper har forskellig fødebiologi. Således er flertallet af hjuldyrene filtratorer. Fødeemnerne kan være både planteplankton, detritus og bakterier. Andre er specialiseret til at gribe og sluge, eller gribe, fastholde og udsuge fødepartikler.

De fleste dafnier er filtratorer. Generelt er de mindste dafnie-arter samt de mindste individer inden for den enkelte art mest effektive bakteriefiltratorer. Den øvre grænse for partikelstørrelse sættes af dyrets størrelse. Dafnierne er i stand til at indtage partikler, der er for store til en egentlig direkte filtrering. De kan indtage tråde og kolonier i mindre stykker. Nogle få dafnier er egentlige rovdyr. De foretrækker filtrerende dafnier som føde, men kan også tage hjuldyr og vandlopper.

Inden for vandlopperne er der forskel på fødeoptagelsen hos de cyclopoide og de calanoide vandlopper. De calanoide vandlopper er filtratorer, men er desuden i stand til at fastholde og itubrække større partikler, f.eks. trådformede alger. Cyclopoide vandlopper griber deres fødeemner. De er omnivore, hvilket vil sige, at de lever af både dyre- og planteplankton. Hvis det er muligt, lever de ældste ungdomsstadier og de voksne som rovdyr af hjuldyr, ciliater, nauplier og små dafnier, medens de yngre ungdomsstadier foretrækker planteplankton.

Planteplanktonet var antalsmæssigt domineret af arter mindre end 50  $\mu\text{m}$  hele året. Kun i forbindelse med forårsmaksimummet forekom der et maksimum af arter  $> 50 \mu\text{m}$  med *Dinobryon sociale* som dominerende art. Resten af perioden havde de store arter ingen betydning.

Biomassemæssigt var der næsten samme fordeling, dog havde arter  $> 50 \mu\text{m}$  (*Anabaena* spp., *Ceratium hirundinella* og *Fragilaria crotonensis*) kortvarig betydning i eftersommeren.

Ud fra de registrerede biomasseniveauer (15-166  $\mu\text{g C/l}$ ) for planteplanktonformer  $< 50 \mu\text{m}$  var dyreplanktonet fødebegrænset i det meste af perioden. Tærskelværdierne varierer fra art til art, fra stadie til stadie og gennem sæsonen. Værdier  $< 100 \mu\text{g C/l}$  anses for begrænsende for calanoide vandlopper, mens værdier  $< 200 \mu\text{g C/l}$  er begrænsende for dafnier.

Dyreplanktonet var antalsmæssigt domineret af hjuldyr, der forekom med de største individantal i april og juli med dominans af *Keratella cochlearis*, *Conochilus unicornus* i april og i juli desuden *Trichocerca pusilla* og *Synchaeta* spp. Der var nogenlunde ligelig fordeling af antallet inden for cyclopoide og calanoide vandlopper samt dafnier. De cyclopoide copepoder var antalsmæssigt domineret af nauplier og af *Mesocyclops leuckartii*. De calanoide vandlopper var antalsmæssigt domineret af nauplier og *Eudiaptomus graciloides*. For dafniernes vedkommende var de største populationer inden for *Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni* og *Ceriodaphnia quadrangula*.

Biomassemæssigt dominerede dafnierne. De største biomasser forekom i foråret, da de dominerende arter var *Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni* og *Bosmina longirostris*. I resten af perioden var der en mere ligelig fordeling grupperne imellem.

Tabel 11 viser den tilgængelige fytoplanktonbiomasse (individer  $< 50 \mu\text{m}$ ) og beregnet zooplanktonfødeoptagelse samt græsningsrater og zooplanktonets græsningsstryk i % i perioden.

I bilag 3 er en oversigt over hver zooplanktongruppes fødeoptagelse på de enkelte prøvetagningsdage.

Dato	Fytoplankton $\mu\text{g C/l}$ B	Zooplankton $\mu\text{g C/l}$ I	Græsningsrate dage B/I	Zooplankton græsningstryk I/B x 100%
19.01.93	30,4	1,2	25,3	3,9
09.02.93	85,8	18,6	4,6	21,7
22.03.93	82,8	35,9	2,3	43,4
05.04.93	101,5	68,8	1,5	67,8
20.04.93	165,3	83,3	2,0	50,4
17.05.93	156,6	210,3	0,7	134,3
01.06.93	38,7	44,1	0,9	114,0
15.06.93	63,0	58,4	1,1	92,7
28.06.93	63,0	16,7	3,8	26,5
15.07.93	59,8	36,7	1,6	61,4
28.07.93	70,7	16,6	4,3	23,4
10.08.93	66,5	19,0	3,5	28,6
24.08.93	57,9	10,2	5,7	17,5
07.09.93	42,9	14,7	2,9	34,3
22.09.93	18,6	12,2	1,5	65,6
06.10.93	14,5	8,1	1,8	55,9
27.10.93	40,6	14,8	2,7	36,5
10.11.93	31,1	8,8	3,5	28,3
20.12.93	91,8	7,2	12,8	7,8

Tabel 11. Tilgængelig fytoplanktonbiomasse ( $< 50 \mu\text{m}$ ) B i  $\mu\text{g C/l}$  og beregnet zooplanktonfødeoptagelse I i  $\mu\text{g C/l/d}$ . Tillige er angivet den beregnede græsningsrate i dage og zooplanktonets græsningstryk (I/B) i procent af den græsningsfølsomme del af fytoplanktonbiomassen, Nors Sø 1993.

Tabel 11 viser, at dyreplanktonet udøver et græsningstryk på den tilgængelige planteplanktonbiomasse på mellem 3% og 134%, med de mindste værdier vinter og efter-sommer og de største forår og efterår. I maj og juni nedgræssede dyreplanktonet beregningsmæssigt hele den tilgængelige fytoplanktonbiomasse.

De største biomasser af både plante- og dyreplankton forekom i maj, i forbindelse med årets eneste registrerede lagdeling af vandmasserne.

De største beregnede fødeoptagelser var i maj-juni. For de store dyreplanktongrupper, dafnier og calanoide vandlopper, er fødeoptagelsen reduceret med en faktor, afhængig af planteplanktonkoncentrationen. Derved får de store arter mindre betydning end hjuldyrene.

Fødegrundlaget for det dominerende dyreplankton i foråret (calanoide og cyclopoide nauplier, snabeldafnien *Bosmina coregoni*, den calanoide vandløppe *Eudiaptomus graciloides* samt hjuldyret *Polyarthra dolichoptera*) var primært de små centriske kiselalger. Tilvæksten af især *Uroglena* sp. var betydende for tilvæksten af de store dafnie-arter *Daphnia hyalina*, *Daphnia cucullata* og *Daphnia galeata*.

*Uroglena* sp. kan være til dels græsningsresistent på grund af koloniformen. Arten formodes dog at indgå i den tilgængelige planteplanktonbiomasse i denne undersøgelse, da der kun blev fundet små kolonier  $< 50 \mu\text{m}$ .

Årsagen til kiselalgernes aftagen formodes at være dels fosforbegrænsning og dels det øgede græsningstryk. I konkurrencen med *Uroglena* sp., *Dinobryon sociale* og *Dinobryon divergens*, der er de dominerende arter i maj, vil kiselalgerne, der kræver høje fosforkoncentrationer og er stærkt græsningsfølsomme, klare sig dårligere end de kolonidannende gulalger, der kan leve delvist heterotroft ved næringsstofmangel og desuden er mindre græsningsfølsomme, når kolonierne er store.

Af fisk, der overvejende er planktivore, findes der i Nors Sø skalle og små individer af aborre. Små aborrrer udgør dog kun en lille andel af den samlede fiskebestand i søen. Generelt må prædationstrykket fra fisk på dyreplanktonet formodes at være lavt på grund af søens store andel af store og rovlevende fisk. Dette underbygges af forekomsten af de store zooplanktonarter *Daphnia hyalina*, *Daphnia galeata* samt en stor andel af calanoide vandløpper, der i særlig grad er udsat for prædation på grund af dels størrelse og dels bevægelsesadfærd.

Årsagen til dyreplanktonbiomassens nedgang i juni har formodentlig været et samspil af flere faktorer - fysisk ustabilitet, lille fytoplanktonbiomasse og øget mængde fiskeyngel.

Dyreplanktonets fødeoptagelse var aftagende i resten af perioden med et lille maksimum midt i juli, da hjuldyret *Polyarthra dolichoptera* dominerede sammen med cyclopoide nauplier og det rovlevende hjuldyr *Asplanchna priodonta*, der ofte ses med de største forekomster mellem maksima af andre dyreplanktonarter.

I oktober forekom der et lille maksimum af de calanoide vandløpper og *Ceriodaphnia quadrangula*. Fødeoptagelsen var lille, men græsningsstrykket tiltog med den stigende dyreplanktonbiomasse.

Den stigende biomasse af især kiselalger i december afspejledes ikke i en tilsvarende stigning i dyreplanktonbiomasse. Årsagen er formodentlig især det kolde vand.

Sammenfattende fremstår det således, at planteplanktonbiomasseudviklingen og artssammensætningen dels var styret "nede fra" af næringsstofferne og en række fysiske faktorer, temperatur, vindpåvirkning og lysindstråling, og dels "oven fra" af det planteplanktonædende dyreplankton, der havde størst betydning i forårsperioden.



Dyreplanktonet var formodentlig primært styret af planteplanktonbiomassens niveau og sammensætning og i mindre grad af planktivore fisk.

## 6.4. Udvikling 1989-1993

### 6.4.1. Planteplankton

I tabel 12 er sammenlignet gennemsnit af planteplanktonbiomassen fra hele året og fra sommerperioden (01.05.-30.09.) fra 1989, 1990, 1991, 1992 og 1993. (Hedeselskabet, 1989; Miljøbiologisk Laboratorium, 1990; 1992; Bio/consult, 1991; 1993).

Biomassens årsgennemsnit var relativt lavt og varierede i intervallet 0,29-1,88 mm<sup>3</sup>/l, lavest i 1990 og højest i 1991. Planteplanktonsamfundet svingede ligeledes mellem, hvad der ligner forskellige tilstande. I forbindelse med de laveste biomasser i 1990 og 1993 var kiselalger dominerende, mens blågrønalger var subdominerende i 1990 og gulalger i 1993. Blågrønalgerne udgjorde en væsentlig mindre andel af biomassen i 1990 og 1993 end i de øvrige år, hvorimod rekylalger udgjorde en større andel. Furealgernes andel var størst i 1990.

I sommerperioden varierede biomassen i intervallet 0,33-3,06 mm<sup>3</sup>/l, ligeledes lavest i 1990 og højest i 1991. Blågrønalgerne udgjorde også en væsentlig lavere del af sommerbiomassen i 1990 (26%) og 1993 (13%) end i de øvrige år, mens rekylalger udgjorde en større del, henholdsvis 6% og 8%. Furealgerne udgjorde i 1990 20% af biomassen, mens gulalgerne dominerede i 1993 med 35%.

Den højeste blågrønalgebiomasse og procentvise andel af den totale biomasse forekom i 1991, da blågrønalgerne udgjorde 78% af sommerbiomassen.

Forskellene mellem fytoplanktonsamfundene i de 5 undersøgelsesår viser, at søens plankton kan optræde i forskellige tilstande, der må ses som resultat af tilpasning til de år-til-år-variationer der forekommer med hensyn til de kemiske og fysiske forhold i søen, herunder også varighed af og tidspunkt for springlagsdannelse.

I 1990 var der springlagsdannelse på visse prøvetagningsdage, efterfulgt af dage uden springlagsdannelse. Det betød forstyrrende forhold for planktonet, der havde vanskeligt ved at opbygge en population, der kunne tilpasse sig de ustabile forhold. I 1991 var der springlagsdannelse i juli og fuld omrøring resten af tiden. Planktonet har derfor haft mulighed for at tilpasse sig omrørte forhold i en længere periode. I 1992 var springlagsdannelsen af længere varighed, fra slutningen af maj til slutningen af juli. Det gav mulighed for udvikling af et flagellatsamfund og et blågrønalgesamfund. Næringsstofftilgængeligheden under en længerevarende stagnation bliver lettere begrænsende end i en tilstand med fuld opblanding, hvilket måske kan forklare den lavere sommerbiomasse i 1992 end i 1991. I 1993 var der kun springlagsdannelse i maj, da maksimummet af gulalgerne sås. Resten af året var der fuld omrøring, og man ville ud fra forholdene i 1991 forvente en større fytoplanktonbiomasse end rent faktisk målt i 1993. Forskellene

mellem 1991 og 1993 er formodentlig hovedsagelig begrundet i lavere temperaturer og mindre lysindstråling i 1993.

Planteplanktonbiomassens sammensætning og størrelsesmæssige variationer er karakteristiske for en svagt næringsrig, alkalisk sø uden særlig kulturpåvirkning.

Årsgennemsnit	Enhed	HS 1989	MBL 1990	B/C 1991	MBL 1992	B/C 1993
Blågrønalg	mm <sup>3</sup> /l	0,894	0,056	1,318	0,632	0,054
Rekylalger	mm <sup>3</sup> /l	0,054	0,036	0,068	0,041	0,100
Furealger	mm <sup>3</sup> /l	0,098	0,033	0,060	0,050	0,035
Gulalger	mm <sup>3</sup> /l	0,026	0,013	0,070	0,005	0,224
Stilkalger	mm <sup>3</sup> /l		0,002		0,032	0,029
Kiselalger	mm <sup>3</sup> /l	0,354	0,097	0,094	0,074	0,246
Gulgrønalg	mm <sup>3</sup> /l					
Øjealger	mm <sup>3</sup> /l					
Grønalg (incl. desmidiacé)	mm <sup>3</sup> /l	0,112	0,033	0,169	0,142	0,062
Ubestemte	mm <sup>3</sup> /l	0,015	0,018	0,100	0,017	0,043
Total biomasse	mm <sup>3</sup> /l	1,553	0,288	1,880	0,993	0,796
Maksimal biomasse	mm <sup>3</sup> /l	11,148	0,747	8,258	5,263	2,283
Blågrønalg	%	58	19	70	64	7
Rekylalger	%	3	13	4	4	13
Furealger	%	6	11	3	5	4
Gulalger	%	2	5	4	1	28
Stilkalger	%		1		3	4
Kiselalger	%	23	34	5	7	31
Gulgrønalg	%					
Øjealger	%					
Grønalg (incl. desmidiacé)	%	7	11	9	14	8
Ubestemte	%	1	6	5	2	5
Total biomasse	%	100	100	100	100	100
Sommergennemsnit (01.05.-30.09.)	Enhed	HS 1989	MBL 1990	B/C 1991	MBL 1992	B/C 1993
Blågrønalg	mm <sup>3</sup> /l	1,822	0,085	2,384	1,168	0,113
Rekylalger	mm <sup>3</sup> /l	0,058	0,021	0,046	0,035	0,074
Furealger	mm <sup>3</sup> /l	0,216	0,067	0,143	0,100	0,064
Gulalger	mm <sup>3</sup> /l	0,059	0,025	0,146	0,011	0,309
Stilkalger	mm <sup>3</sup> /l		0,005		0,065	0,054
Kiselalger	mm <sup>3</sup> /l	0,322	0,060	0,055	0,030	0,745
Gulgrønalg	mm <sup>3</sup> /l					
Øjealger	mm <sup>3</sup> /l					
Grønalg (incl. desmidiacé)	mm <sup>3</sup> /l	0,117	0,043	0,177	0,185	0,093
Ubestemte	mm <sup>3</sup> /l	0,020	0,024	0,109	0,011	0,040
Total biomasse	mm <sup>3</sup> /l	2,615	0,330	3,060	1,605	0,889
Maksimal biomasse	mm <sup>3</sup> /l	11,148	0,606	8,258	5,263	2,283
Blågrønalg	%	70	26	78	73	13
Rekylalger	%	2	6	2	2	8
Furealger	%	8	20	5	6	7
Gulalger	%	2	8	5	1	35
Stilkalger	%		2		4	6
Kiselalger	%	12	18	2	2	16
Gulgrønalg	%					
Øjealger	%					
Grønalg (incl. desmidiacé)	%	4	13	6	12	11
Ubestemte	%	1	8	4	1	4
Total biomasse	%	100	100	100	100	100

Tabel 12. Fytoplanktonbiomasse og -sammensætning. Års- og sommergennemsnit 1989, 1990, 1991, 1992 og 1993, Nors Sø.

Planteplanktonets gennemsnitlige fordeling på størrelsesfraktioner fra hele året og fra sommerperioden i 1989, 1990, 1991, 1992 og 1993 er vist i tabel 13. Fraktionen større end  $50 \mu\text{m}$  udgjorde hovedparten af den samlede biomasse, både på årsbasis og i sommerperioden i 1989, 1991 og 1992, mens fraktionen  $< 20 \mu\text{m}$  udgjorde den mindste del de samme år.

I 1990 og 1993 udgjorde fraktionen  $< 20 \mu\text{m}$  den største andel på årsbasis, mens sommerperioden i 1990 var domineret af arter  $> 50 \mu\text{m}$ . Også sommerperioden var i 1993 domineret af små individer.

Dominans af arter  $> 50 \mu\text{m}$  i årene 1989, 1991 og 1992 er i overensstemmelse med dominans af blågrønalger i disse år. Modsat svarede dominans af små arter i 1990 og 1993 til manglende dominans af blågrønalger.

Planteplanktonets artsantal fordelt på grupper, det totale artsantal og Nygaards kvotient (Q) fra 1989, 1990, 1991, 1992 og 1993 er vist i tabel 13.

Årsgennemsnit	Enhed	HS 1989	MBL 1990	B/C 1991	MBL 1992	B/C 1993
<20 $\mu\text{m}$	$\text{mm}^3/\text{l}$	0,15	0,15	0,21	0,20	0,42
20-50 $\mu\text{m}$	$\text{mm}^3/\text{l}$	0,41	0,04	0,20	0,24	0,23
>50 $\mu\text{m}$	$\text{mm}^3/\text{l}$	3,42	0,12	1,47	0,56	0,15
Total biomasse	$\text{mm}^3/\text{l}$	3,98	0,31	1,88	0,99	0,80
<20 $\mu\text{m}$	%	4	48	11	20	53
20-50 $\mu\text{m}$	%	10	13	11	24	28
>50 $\mu\text{m}$	%	86	39	78	56	19
Total biomasse	%	100	100	100	100	100
Sommergennemsnit (01.05.-30.09.)	Enhed	HS 1989	MBL 1990	B/C 1991	MBL 1992	B/C 1993
<20 $\mu\text{m}$	$\text{mm}^3/\text{l}$	0,11	0,09	0,31	0,26	0,45
20-50 $\mu\text{m}$	$\text{mm}^3/\text{l}$	0,10	0,04	0,60	0,33	0,18
>50 $\mu\text{m}$	$\text{mm}^3/\text{l}$	2,40	0,26	2,14	1,02	0,27
Total biomasse	$\text{mm}^3/\text{l}$	2,61	0,39	3,05	1,60	0,90
<20 $\mu\text{m}$	%	4	23	10	16	50
20-50 $\mu\text{m}$	%	4	10	20	21	20
>50 $\mu\text{m}$	%	92	67	70	63	30
Total biomasse	%	100	100	100	100	30

	HS 1989	MBL 1990	B/C 1991	MBL 1992	B/C 1993
Blågrønalger	9	25	29	27	33
Rekylalger	2	4	4	5	5
Furealger	2	9	10	9	13
Gulalger	4	9	9	8	13
Stilkalger		1		1	1
Kiselalger	9	18	28	24	29
centriske	4	7	6	7	8
pennate	5	11	22	17	21
Gulgrønalger		3	4	1	3
Øjealger		5	8	2	2
Grønalger	27	61	93	67	91
volvocales	4	4	5	6	6
tetrasporales		2	2	4	4
chlorococcales	19	33	50	31	43
ulotrichales		2	3	3	3
zygnematales	4	20	33	23	35
Totalt artsantal	53	135	185	144	190
Nygaard-kvotient (Q)	8,0	3,5	2,8	2,9	2,3

Tabel 13. a: Fytoplanktonbiomasse inddelt i størrelsesgrupper. Års- og sommergennemsnit 1989, 1990, 1991, 1992 og 1993, b: Fytoplankton artsantal og Nygaards kvotient 1989, 1990, 1991, 1992 og 1993 i Nors Sø.

Forskelle i artsantal mellem 1989 og de øvrige år er markant og må nok tilskrives forskelle i oparbejdningsmetode. I 1990, 1991, 1992 og 1993 er det totale artsantal og antal "rentvandsarter" af især desmidiaceer (*Zygnematales*) enestående højt og klassificerer søen som ren og uforstyrret.

#### 6.4.2. Dyreplankton

Tabel 14 viser dyreplanktonets gennemsnitlige og procentvise sammensætning på årsbasis og for sommerperioden (01.05.-30.09.) samt den maksimale biomasse i 1989 til 1993 (Hedeselskabet, 1989; Miljøbiologisk Laboratorium, 1990; 1992; Bio/consult, 1991; 1993).

Den gennemsnitlige totale biomasse var i alle årene af samme størrelsesorden. De største biomasser er registreret i 1990 og 1993 og den mindste i 1992.

I sommerperioden forekom de største biomasser i 1991 og 1993, mens den mindste forekom i 1990 og 1992.

I 1990, da den gennemsnitlige totale dyreplanktonbiomasse var størst, var planteplanktonet domineret af kiselalger, hvorimod blågrønalger, der kan virke hæmmende på zooplanktonet, udgjorde en mindre del end de øvrige år.

Planteplanktonet var domineret af blågrønalger i 1992, da den laveste dyreplanktonbiomasse blev registreret.

I 1993 udgjorde blågrønalgerne en meget lille del af planteplanktonet, hvilket dog ikke medførte en betydelig stigning i zooplanktonets gennemsnitlige biomasse. Dette kan skyldes andre faktorer såsom fødebegrænsning, øget prædationstryk og lavere temperatur.

Gennem alle årene har dafnierne været den dominerende gruppe. De har på årsbasis udgjort mellem 47 og 66% af zooplanktonets biomasse. I sommerperioden har de udgjort mellem 42 og 66%. Fra 1990 til 1993 har dafnierne været domineret af de forholdsvis store arter *Daphnia hyalina*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia galeata* og *Bosmina coregoni*.

Hjuldirenes andel af biomassen var betydelig større i 1989 end i de øvrige år, selv om der dette år kun blev kvantificeret 5 arter. De øvrige år var hjuldirenes andel af biomassen fra 5 til 11%, selv om der blev registreret langt flere arter. Fra 1991 til 1993 har hjuldirene været domineret af *Polyarthra dolichoptera*, *Polyarthra vulgaris*, *Keratella cochlearis*, *Conochilus unicornis* og *Filinia longiseta*.

Der er sket en stigning i vandlopperens andel af dyreplanktonbiomassen fra henholdsvis 22% og 29% i 1989 og 1990, til omkring 40% i årene 1991-1993. *Eudiaptomus graciloides* var til stede alle årene, mens *Eurytemora velox* blev fundet i årene 1990-1993. I 1993 blev desuden fundet *Eurytemora affinis*.

Årsgennemsnit	Enhed	HS 1989	MBL 1990	B/C 1991	MBL 1992	B/C 1993
Hjuldyr	mg <sup>3</sup> /l	0,455	0,099	0,175	0,133	0,153
Cladocerer	mg <sup>3</sup> /l	0,887	1,388	0,772	0,750	0,711
Copepoder	mg <sup>3</sup> /l	0,370	0,604	0,636	0,528	0,663
Total biomasse	mg <sup>3</sup> /l	1,702	2,091	1,583	1,411	1,529
Maksimal biomasse	mg <sup>3</sup> /l	10,151	7,208	6,648	3,770	6,956
Hjuldyr	%	26	5	11	9	10
Cladocerer	%	52	66	49	53	47
Copepoder	%	22	20	40	37	43
Total biomasse	%	100	100	100	100	100
Sommergennemsnit (01.05.-30.09.)	Enhed	HS 1989	MBL 1990	B/C 1991	MBL 1992	B/C 1993
Hjuldyr	mg <sup>3</sup> /l	0,622	0,121	0,267	0,250	0,184
Cladocerer	mg <sup>3</sup> /l	0,969	1,290	1,175	0,470	1,026
Copepoder	mg <sup>3</sup> /l	0,403	0,552	0,828	0,400	0,410
Total biomasse	mg <sup>3</sup> /l	1,994	1,963	2,270	1,120	2,046
Maksimal biomasse	mg <sup>3</sup> /l	10,151	7,208	6,648	1,060	6,956
Hjuldyr	%	31	6	12	22	9
Cladocerer	%	49	66	52	42	50
Copepoder	%	20	28	36	36	41
Total biomasse	%	100	100	100	100	100

Tabel 14. Års- og sommergennemsnit af zooplanktonets biomasse og procentvise sammensætning, samt maksimal biomasse i Nors Sø 1989, 1990, 1991, 1992 og 1993.

## 7. Bundvegetation

Bundvegetationen i Nors Sø er undersøgt af Viborg Amt i 1986 og 1991, men ingen af disse undersøgelser har været fuldt dækkende for hele søen og er ikke tidligere af-rapporteret. Den første systematiske undersøgelse af hele søen er gennemført i 1993, i forbindelse med, at vegetationsundersøgelser blev inddraget i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

Resultaterne af undersøgelsen i 1993 er beskrevet i et særskilt notat (Viborg Amt, 1994), der også indeholder en beskrivelse af de anvendte metoder, og resultaterne af under-søgelsen er vist i bilag 4.

### 7.1. Artssammensætning

Undervandsvegetationen i Nors Sø er meget artsrig, tabel 15.

Rubinkode	Artsnavn (latin)	Artsnavn (dansk)	Status
BALD RANB4	Baldellia ranunculoides	Søpryd	Spredt
CERA DEMB4	Ceratophyllum demersum	Tornfrøet hornblad	Meget hyppig
CHAR ASPP4	Chara aspera	Art af kransnål	Almindelig
CHAR GLOP4	Chara globularis	Art af kransnål	Spredt
CHAR TOMP4	Chara tomentosa	Art af kransnål	Almindelig
CH VU;COP4	Chara vulgaris var. contraria	Art af kransnål	Meget hyppig
CH VU;DEP4	Chara vulgaris var. denudata	Art af kransnål	Spredt
ELEO ACIB4	Eleocharis acicularis	Nåle-sumpstrå	Spredt
ELOD CANB4	Elodea canadensis	Vandpest	Meget hyppig
LITT UNIB4	Littorella uniflora	Strandbo	Almindelig
MYRI ALTB4	Myriophyllum alterniflorum	Hår-tusindblad	Almindelig
MYRI SPIB4	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	Almindelig
NAJA FLEB4	Najas flexilis	Liden najade	Fåtallig
NITE FLEP4	Nitella flexilis	Art af glastråd	Spredt
NITE OBTP4	Nitellopsis obtusa	Stjernetråd	Hyppig
POTA BERB4	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	Spredt
POTA CRIB4	Potamogeton crispus	Kruset vandaks	Spredt
POTA FRIB4	Potamogeton friesii	Brodbladet vandaks	Fåtallig
POTA GRAB4	Potamogeton gramineus	Græsbladet vandaks	Almindelig
POTA PERB4	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	Hyppig
POTA FILB4	Potamogeton filiformis	Tråd-vandaks	Spredt
POTA PUSB4	Potamogeton pusillus	Spinkel vandaks	Fåtallig
POTA PECB4	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	Spredt
GRAM*PERB4	Potamogeton nitens	Kortstilket vandaks	Meget fåtallig
BATR CIRB4	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	Spredt
BATR BAUB4	Batrachium baudotti	Strand-vandranunkel	Meget fåtallig
ZA PA.REB4	Zannichellia repens	Krybende vandkrans	Spredt
FONT ANTM2	Fontinalis antipyretica	Almindelig kildemos	Meget fåtallig

Tabel 15. Oversigt over registrerede arter af undervandsplanter i Nors Sø 1993.



Over vandspejlet, på den tørlagte søbred forekommer der et betydeligt antal arter, hvoraf en del er nært knyttet til den mest fugtige del af søbredden. Disse mere eller mindre typiske søbredsarter er vist i tabel 16.

Rubinkode	Artsnavn (latin)	Artsnavn (dansk)	Status
CA OE.OEB4	Carex oederi ssp. oederi	Dværg-star	Almindelig
ELEO MULB4	Eleocharis multicaulis	Mangestænglet sumpstrå	Almindelig
POLY PERB4	Polygonum persicaria	Fersken-pileurt	Hyppig
SAGI NODB4	Sagina nodosa	Knude-firling	Almindelig
RANU RPTB4	Ranunculus reptans	Krybende ranunkel	Spredt
HYDR VULB4	Hydrocotyle vulgaris	Vandnavle	Spredt
JUNC ARTB4	Juncus articulatus	Glanskapslet siv	Spredt
JUNC BUFB4	Juncus bufonius	Tudsesiv	Spredt
JUNC ANCB4	Juncus anceps	Sand-siv	Fåtallig
POLY AMPB4	Polygonum amphibium	Vandpileurt *	Meget spredt
SPAR ANGB4	Sparganium angustifolium	Smalbladet pindsvineknop *	Meget fåtallig
SPARGANZB4	Sparganium sp.	Art af pindsvineknop *	Fåtallig

Tabel 16. Oversigt over registrerede søbredsarter i Nors Sø 1993. De med \* markerede arter er vand- og sumpplanter, der kan vokse i vand, men som i 1993 voksede over vandlinien på tør søbred.

Rørsumpen i Nors Sø er meget ringe udviklet og tillige meget artsfattig, tabel 17.

Rubinkode	Artsnavn (latin)	Artsnavn (dansk)	Status
PHRA AUSB4	Phragmites australis	Tagrør	Almindelig
SCIR TABB4	Scirpus tabernaemontani	Blågrøn kogleaks	Spredt
ELEO PALB4	Eleocharis palustris	Almindelig sumpstrå	Spredt
EQUI FLUB4	Equisetum fluviatile	Dynd-padderokke	Meget fåtallig

Tabel 17. Oversigt over registrerede arter i rørsumpen i Nors Sø 1993.

## 7.2. Hyppighed og dybdeudbredelse

De enkelte arters hyppighed og dybdeudbredelse i de enkelte delområder fremgår af bilag 4 og tabel 15-17.

Vegetationens ydergrænse findes i søens åbne del ved 6,5-7,0 meters dybde. Grænsen er ikke veldefineret, idet der yderst i vegetationsbæltet findes løstliggende forekomster af især *vandpest* og *tornfrøet hornblad*, og visse steder findes disse løstliggende, og tydeligvis løsrevne forekomster på langt større dybde, hvor de tilsyneladende er i stand til at overleve, dog uden at danne permanente, fastsiddende bevoksninger.

I bugten i søens nordlige del findes vegetationens ydergrænse ved ca. 10 meter, og også her findes der yderst i vegetationsbæltet løstliggende, men levende forekomster af *vandpest* og *tornfrøet hornblad*.

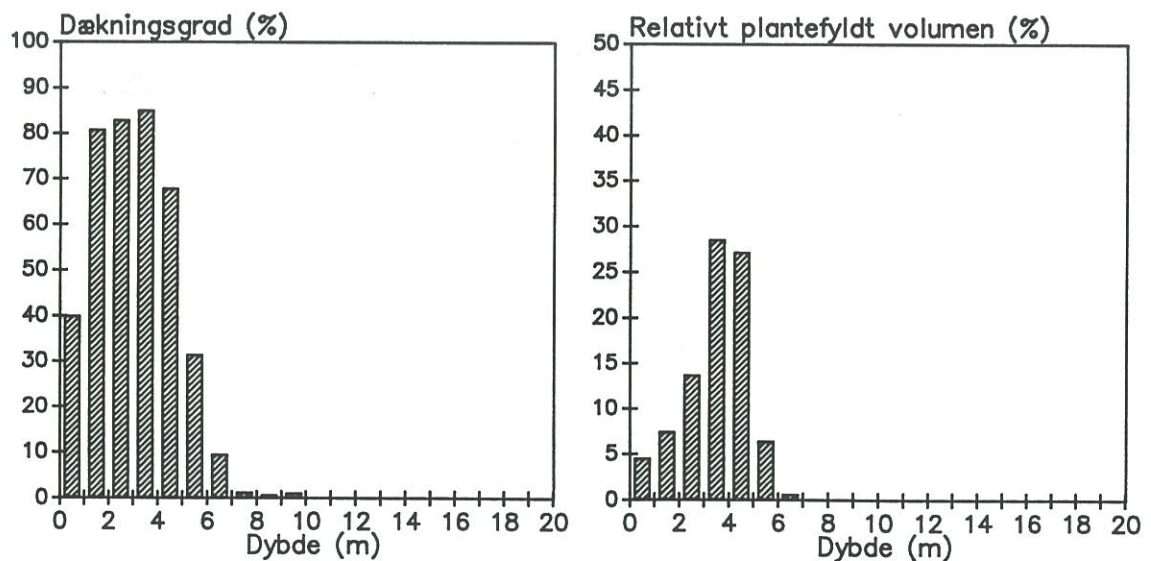
### 7.2.1. Undervandsvegetationens zoner

Som allerede antydnet udviser undervandsvegetationen en tydelig zoner. I dybdeintervallet 0-2(3) m er der dominans af kransnålalger (især *Chara vulgaris* var. *contraria* og *Chara aspera*), inderst med varierende islæt af *strandbo*, *søpryd* og *hår-tusindblad* og yderst med betydeligt islæt af *græsbladet vandaks* på overgangen til langskudsvegetationen. Den findes typisk på 2(3)-5(6) m's dybde og er domineret af *tornfrøet hornblad*, *hjerterbladet vandaks*, *vandpest* og *Nitellopsis obtusa* med varierende islæt af de øvrige langskudsplanter. Uden for denne typiske rankegrøde findes et bælte med spredte forekomster af lavtvoksende individer af især *tornfrøet hornblad* og *vandpest*, og det er ikke som i flere andre søer med dybtvoksende vegetation kransnålalger, der danner vegetationens ydergrænse.

### 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 22 viser vegetationens dækningsgrad og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller for søen som helhed.

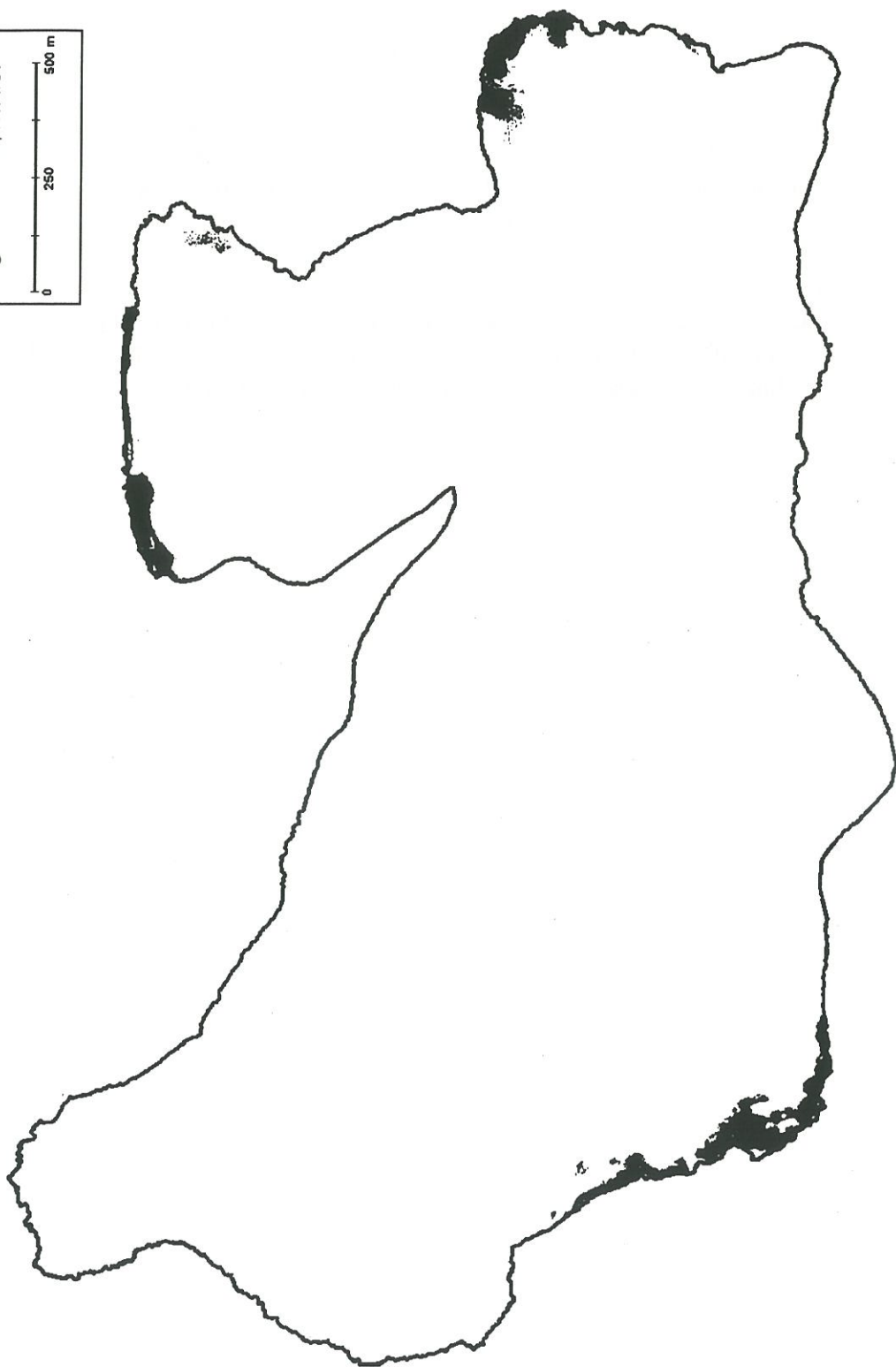
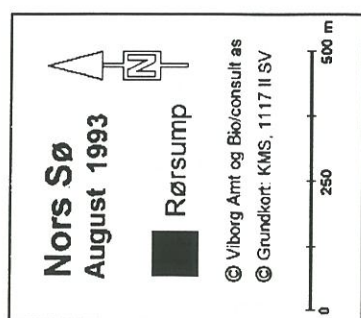


Figur 22. Oversigt over variationen af dækningsgraden og det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller for Nors Sø som helhed i 1993.

Det samlede plantefyldte volumen er for søens som helhed beregnet til 1.101.842 m<sup>3</sup>, svarende til 8,745% af søens samlede volumen. Beregnes det relative plantefyldte volumen alene for den del af søen, hvor der findes vegetation, fås en kun lidt højere værdi, hvilket skyldes, at hovedparten af søens vandvolumen findes i dybdeintervallet 0-10 meter.

Årsagen til, at det relative plantefyldte volumen er lavt, er dels, at der ud til ca. 3 meters dybde findes næsten kun lave kransålgler, dels at langskudsvegetationen findes på dybder større end 3 meter og derfor, trods lange skud, ikke er i stand til at opfylde hele vandsøjlen, og dels, at vegetationsmængden af metodiske årsager underestimeres. Sidstnævnte gælder især i de tilfælde, hvor dækningsgraden er 100%, idet den her registreres som 87,5% (midtpunktet i intervallet 75-100%).

Selvom værdien af det relative plantefyldte volumen er forholdsvis lav, må den ses som det naturlige niveau for en sø som Nors Sø, hvor kransålgler 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.



Figur 23. Oversigt over rørskovens udbredelse i Nors Sø 1993. Kortet er tegnet på grundlag af luftfotos.

#### 7.4. Rørskovens volumen

På grund af rørskovens ringe udbredelse (61.000 m<sup>2</sup> plantedækket areal, 1,8% dækningsgrad) og åbne struktur er kun en meget lille del af søens volumen opfyldt med rørskovsplanter, fortrinsvis *tagrør*, jf. figur 23 (rørskovsfyldt volumen = 23.000 m<sup>3</sup>, relativt rørskovsfyldt volumen = 0,18%). Det betyder, at rørskoven i Nors Sø kun har ringe indflydelse på miljøet i søen, ikke mindst i sommerperioden, da store dele af rørskoven vokser på tørlagt søbred og dermed er helt uden forbindelse med søens vandmasser.

#### 7.5. Vegetationsmæssig status 1993

Nors Sø rummer i dag en meget artsrig undervandsvegetation med arter fra både næringsfattige hedesøer og mere næringsrige søer. Blandt blomsterplanterne bemærkes især *liden najade*, idet forekomsten i Nors Sø i dag er den eneste kendte her i landet (Moeslund & Schou, 1993). Og blandt kransnålalgerne, der dækker store dele af søbunden, bemærkes især den sjældne *Nitellopsis obtusa*, der danner store og stedvis meterhøje bevoksninger ude i rankegrødebæltet og den ligeledes sjældne *Chara vulgaris* var. *denudata*.

Struktur­mæssigt udmærker vegetationen i Nors Sø sig ved en markant zoner­ing, jf. afsnit 7.2.1. Rørsump mangler på hovedparten af den sommertørre søbred, og her findes i stedet veludviklede forekomster af søbredsplanter på en måde, som kun sjældent ses i danske søer.

Herefter følger ud til en dybde på ca. 3 meter et bælte med tætte, lave bevoksninger af kransnålalger, hvori der findes spredte bevoksninger af andre arter. Artslisten i bilag 4 rummer efter alt at dømme de fleste af de forekommende arter og varieteter, men det kan ikke udelukkes, at nogle er blevet overset. Dette meget karakteristiske og veludviklede kransnålalgebælte har en udstrækning og tæthed, der efterhånden kun sjældent ses i danske søer.

I ca. 3 meters dybde sker der et brat skift fra lav kransnålalgevegetation til langskudsvegetation, og flere steder rejser de meterhøje langskudsplanter sig som en mur. De længste skud er op mod 4 meter, men generelt har planterne i 1993 kun i begrænset omfang dannet skud helt oppe i overfladen, således som det tidligere er sket. Den mest artsrige rankegrøde findes nær overgangen mellem kransnålalgebæltet og rankegrøden, mens der i den dybestvoksende del af rankegrøden stort set kun findes *vandpest* og *tørnfrøet hornblad*.

Det er ikke umiddelbart klart, hvilke faktorer der bestemmer vegetationens dybdegrænse, men sediment- og strømforholdene kan tænkes at have betydning derved, at det kalkrige slam let hvirvles op i søens åbne del end i bugten i søens nordøstlige del, hvorved der opstår en forskel med hensyn til vandets klarhed og dermed også med hensyn til vegetationens dybdegrænse (6-7 meter i søens åbne del og ca. 10 meter i bugten i søens nordøstlige del). Dybdegrænsen er imidlertid i alle dele af søen væsentlig større end

sommermiddelsigt dybden, der for perioden 1989-1992 er beregnet til 3,8 meter. Det er endvidere bemærkelsesværdigt og efter danske forhold unikt, at vegetationens dybdegrænse i dag stort set er den samme som i 1930-erne (Olsen, 1941), jf. senere.

Den udbredte mangel på rørsump i Nors Sø er efter alt at dømme et resultat af flere forhold. Først og fremmest er der med søens næringsfattige vand og sediment ikke grundlag for udvikling af en tæt og artsrig rørsump, og dernæst er bunden i bredzonen mange steder så hård på grund af kalk og sten og tillige så eksponeret, at sumpplanter ikke kan få rodfæste. Og endelig er der langs hovedparten af søens bredder en intensiv kreaturgræsning, der med stor tydelighed begrænser rørsumpens udvikling. På grund af den ringe udstrækning har rørsumpen kun ringe betydning for søens miljø.

Vegetationens dækningsgrad er, når der ses bort fra metodebetingede forhold, meget høj, og i hovedparten af vegetationsbæltet findes der en tæt, næsten bunddækkende vegetation. I kransnålalgebæltet er dækningsgraden nogle steder reduceret på grund af forekomst af store sten, hvis tilstedeværelse skaber huller i vegetationstæppet. Med den aktuelle dybdegrænse vil det relative plantefyldte volumen efter alt at dømme altid være mindre end 15%, selv i år med særlig veludviklet rankegrøde, men alligevel må vegetationen tillægges stor betydning for søens miljø.

## 7.6. Sammenligning med tidligere undersøgelser

Vegetationen i Nors Sø er blevet undersøgt ved flere lejligheder i første halvdel af dette århundrede, det vil sige før landbrugsdriften for alvor blev intensiveret med anvendelse af kunstgødning osv. Disse tidlige undersøgelser, hvoraf de seneste er gennemført i 1940, er sammenstillet af Sigurd Olsen i en artikel i *Naturens Verden* i 1941 (Olsen, 1941) og danner et meget godt grundlag for en vurdering af vegetationsudviklingen i søen frem til i dag.

### 7.6.1. Artssammensætning

Vegetationens artssammensætning i 1940 er vist i tabel 18.

Det fremgår af tabellen, at en meget stor del af arterne har forekommet i søen i det meste af dette århundrede. Der er dog én art, som påkalder sig særlig opmærksomhed. Det er *vandpest*. Den er tilsyneladende ikke registreret ved de tidligere undersøgelser, og det må tages som udtryk for, at den ikke var til stede i søen i perioden før 1940. Det er ikke muligt at sige, hvornår den indvandrede eller blev introduceret i søen, men det er i dag en kendsgerning, at den er en af søens almindeligste og hyppigst forekommende arter.

Blandt de øvrige arter, er *liden najade* særlig interessant, idet forekomsten i Nors Sø i dag er den eneste kendte her i landet. Det kan ikke udelukkes, at den også forekom i søen først i dette århundrede, men ligesom det er tilfældet med de arter, som ikke er fundet eller genfundet i 1993, kan den meget vel være blevet overset, idet det er en

meget tidrøvende og vanskelig opgave at påvise og kortlægge de mindst hyppige og spredtvoksende arter. Det er dog bemærkelsesværdigt, at de mange mos-arter, som blev registreret først i århundredet, ikke har kunnet genfindes, og søen er i dag bemærkelsesværdigt fattig på mosser.

Ligesom det var tilfældet i 1940, er flydebladsvegetationen også i dag meget sparsomt udviklet, men i modsætning til 1940 kunne der ikke i 1993 påvises forekomst af *svømmende vandaks*.

	1940	1993
<b>Undervandsvegetation</b>		
Strand-vandranunkel ( <i>Batrachium baudotii</i> )	x	x
Kredsbladet vandranunkel ( <i>Batrachium circinatus</i> )	x	x
Hjertebladet vandaks ( <i>Potamogeton perfoliatus</i> )	x	x
Græsbladet vandaks ( <i>Potamogeton gramineus</i> )	x	x
Hår-tusindblad ( <i>Myriophyllum alterniflorum</i> )	x	x
Aks-tusindblad ( <i>Myriophyllum spicatum</i> )	x	x
Tornfrøet hornblad ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )	x	x
Søpryd ( <i>Baldellia ranunculoides</i> )	x	x
Kruset vandaks ( <i>Potamogeton crispus</i> )	x	x
Tråd-vandaks ( <i>Potamogeton filiformis</i> )	x	x
Børsteblandet vandaks ( <i>Potamogeton pectinatus</i> )	x	x
Kortstillet vandaks ( <i>Potamogeton nitens</i> )	x	x
Butbladet vandaks ( <i>Potamogeton obtusifolius</i> )	x	
Spinkel vandaks ( <i>Potamogeton pusillus</i> )		x
Liden vandaks ( <i>Potamogeton berchtoldii</i> )	x	x
Brodbladet vandaks ( <i>Potamogeton friesii</i> )		x
Strandbo ( <i>Littorella uniflora</i> )	x	x
Nåle-sumpstrå ( <i>Eleocharis acicularis</i> )	x	x
Vandkrans (krybende) ( <i>Zannichellia (repens)</i> )	x	x
Vandpest ( <i>Elodea canadensis</i> )		x
Liden najade ( <i>Najas flexilis</i> )		x
Diverse mosser	x	
Kildemos ( <i>Fontinalis antipyretica</i> )	x	x
<i>Chara tomentosa</i>	x	x
<i>Chara aspera</i>	x	x
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>contraria</i>	x	x
<i>Chara globularis</i>	x	x
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>denudata</i>	x	x
<i>Chara hispida</i> var. <i>rudis</i>	x	
<i>Nitellopsis obtusa</i>	x	x
<i>Nitella flexilis</i>	x	x
<i>Nitella opaca</i>	x	
<i>Tolypella glomerata</i>	x	
<b>Flydebladsplanter</b>		
Vand-pileurt ( <i>Polygonum amphibium</i> )	x	x
Svømmende vandaks ( <i>Potamogeton natans</i> )	x	
<b>Sumpplanter</b>		
Tagrør ( <i>Phragmites australis</i> )	x	x
Sø-kogleaks ( <i>Scirpus lacustris</i> )	x	
Blågrøn kogleaks ( <i>Scirpus tabernaemontani</i> )		x
Almindelig sumpstrå ( <i>Eleocharis palustris</i> )		x
Dynd-padderok ( <i>Equisetum fluviatile</i> )	x	x
Høj sødgræs ( <i>Glyceria maxima</i> )	x	
Rørgræs ( <i>Phalaris arundinacea</i> )	x	

Tabel 18. Oversigt over vegetationens artssammensætning i Nors Sø 1940 og 1993. Oplysningerne om artssammensætningen i 1940 er baseret på Sigurd Olsens (1940) sammenstillinger af oplysninger fra første halvdel af dette århundrede.



Søens bevoksninger af sumpplanter er i dag, ligesom først i århundredet, meget sparsomme og spredte, og deres udbredelse er stort set uændret i forhold til tidligere. Sigurd Olsen (1940) nævner bølgeslag og strømme samt den hårde søbund som væsentlige årsager til, at rørsumpen ikke er særlig udbredt i Nors Sø, hvilket sandsynligvis er korrekt. Men dertil kommer, at søens bredder næsten over alt er kreaturgræssede, og der er flere steder eksempler på, at kreaturgræsningen er årsag til den manglende rørsump; således bl.a. i søens sydvestlige hjørne, hvor et kreaturhegn danner grænsen mellem vegetationsløs søbred og rørsumpbevokset søbred.

Med få undtagelser er vegetationen i Nors Sø uforandret i artsmæssig henseende, og det understreger søens stabile og meget uforstyrrede miljø.

#### 7.6.2. Dybdegrænser, hyppighed og vegetationstæthed

Undersøgelserne i første halvdel af dette århundrede er ikke gennemført på samme måde, som undersøgelserne i 1993, og det vanskeliggør en direkte sammenligning. Med hensyn til vegetationens dybdeudbredelse er der dog ingen problemer. Olsen (1940) angiver vegetationens absolutte dybdegrænse til 7 meter, og det er stort set det samme som i dag. Dertil kommer, at vegetationstætheden i den ydre del af vegetationsbæltet var omtrent som i dag, blot var det *Nitellopsis obtusa*, der dannede ydergrænse, hvor det i dag er *vandpest* og *tornfrøet hornblad*. Dette skift kan være et resultat af, at *vandpest* er indvandret til søen og har ændret konkurrenceforholdene.

Vegetationens tæthed synes på baggrund af beskrivelserne fra 1940 (Olsen, 1941) at være uændret, men derimod er der med indvandringen af *vandpest* antagelig sket en række markante forandringer af de enkelte artes hyppighed; det kan dog ikke afgøres i detaljer på det foreliggende grundlag.

Vegetationens horisontale udbredelse og tæthed synes i hovedtræk at være uforandret siden 1940, idet der dog i følge Olsen (1941) ikke forekom vegetation ud til 10 meters dybde i det dybe parti i den nordlige del af søen. Dertil kommer, at vegetationens zonerings stort set er den samme i dag som i første halvdel af århundredet: lave kransnålalgebevoksninger nærmest bredderne efterfulgt af et bælte med langskudsvegetation, hvori *Nitellopsis* optræder med stor hyppighed.

Sammen med vegetationens næsten uændrede artssammensætning er de uændrede dybdegrænser og vegetationstætheder med til at understrege søens stabile og uforstyrrede miljø. Vegetationens uændrede dybdegrænse må ses som et udtryk for, at vandets klarhed ikke er blevet forringet i dette århundrede. At dybdegrænsen ikke er eller har været større end ca. 7 meter kan skyldes, at der i Nors Sø er vedvarende mulighed for opsplenning af kalkpartikler i vandet, men det kan dog ikke udelukkes, at andre forhold også spiller ind.

## 8. Bundfauna

Bundfaunaundersøgelserne i Nors Sø i 1992 er endnu ikke færdigbearbejdede, 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 (Mohr og Markman, 1992) og tillige kommenteret i årsrapporten fra 1992 (Viborg Amt, 1993), 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 1993 har sammen med de forudgående 4 års undersøgelser konfirmeret det generelle indtryk, at Nors Sø har et efter danske forhold usædvanligt uforstyrret, men alligevel dynamisk miljø. Vandets indhold af næringsstoffer er generelt lavt, men varierer meget fra år til år, antagelig især som følge af variationerne i søens hydrologiske forhold (grundvandsind- og -udsivning samt nedbør og fordampning).

Søens hydrologi er sammen med søens hydrologiske kontakt med det topografiske opland blandt de forhold, som er dårligst beskrevet. Det betyder, at det er vanskeligt eller helt umuligt at opstille tilstrækkeligt nøjagtige vand- og stofbalancer for søen. Konsekvensen heraf er, at det er vanskeligt at vurdere søens nuværende belastningsniveau i forhold til baggrundsniveauet - herunder, i hvilken grad landbrugsdrift og beboelser i oplandet påvirker søen. Men det skønnes på det foreliggende videngrundlag, at søen i næringsstofmæssig henseende befinder sig nær baggrundstilstanden, når der ses bort fra de kulturbetingede forhøjelser af det atmosfæriske nedfald af næringsstoffer.

Artsrigdommen blandt plankton, bundfauna og bundvegetation er meget stor og placerer Nors Sø blandt de mest artsrige danske søer. Fiskefaunaen er derimod ret artsfattig, hvilket bl.a. hænger sammen med søens manglende tilløb og afløb, samt den isolerede beliggenhed i øvrigt.

Set under ét er det vanskeligt at pege på foranstaltninger, som kan forbedre den nuværende, og i vid udstrækning oprindelige tilstand i Nors Sø, men ligesom i andre søoplande er der grund til at være på vagt over for næringsstofudvaskning fra landbrugsarealer, således som der allerede er taget skridt til gennem udpegning af miljøfølsomme arealer i søens opland. Fiskeriet i søen, som er den aktivitet, der mest direkte påvirker søens miljø gennem selektive indgreb i fiskefaunaen, bør følges løbende for at undgå overfiskning af visse arter, der kan ændre balancen mellem de enkelte arter til skade for søens miljø.

## 11. Referencer

- Berg, K. og U. Røen 1958. Gennemsigtigheden i Furesø. Furesøundersøgelser 1950-54. p 34. Munksgaard. København.
- Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser 1969. Nors Sø - Undersøgelse 1968 og forslag til driftsplan.
- Grundahl, L. og J.G. Hansen 1990. Atmosfærisk nedfald af næringssalte i Danmark. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen nr. A6. Miljøstyrelsen.
- Hedeselskabet 1969. Forslag til regulativ for Nors Å samt til hovedoprensning og afmærkning af vandløbet.
- Moeslund, B. og J. Chr. Schou 1993. Noter om danske vandplanter. 1. Liden Najade (*Najas flexilis*) - stadig i Danmark. URT 4. pp 99-102.
- Olsen, S. 1941. Om Vegetationen i Nors Sø. Naturens Verden, pp. 306-320.
- Overfredningsnævnet 1980. Kendelse af 1. september 1980 om fredning af arealer ved Nors Sø samt Vilsbøl og Tved plantager i Thisted og Hanstholm kommuner.
- Svendsen, L. M., J. Erfurt, N. Friberg, P. Græsbøll, B. Kronvang, S. E. Larsen & Aa. Rebsdorf 1993. Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1992. Danmarks Miljøundersøgelser. 142 s. Faglig rapport fra DMU, nr. 88.
- 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 1993. Miljøtilstanden i Nors Sø 1992. Udarbejdet af Miljøbiologisk Laboratorium Aps.
- Viborg Amt 1994. Planktonundersøgelse i Nors Sø 1993. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Viborg Amt 1994. Vegetationsundersøgelser i Nors Sø 1993. Upubliceret notat. Udarbejdet af Bio/consult as.
- Windolf, J., E. Jeppesen, M. Søndergaard, J. P. Jensen & L. Sortkjær 1993. Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1992. Danmarks Miljøundersøgelser. 130 s. Faglig rapport fra DMU, nr. 90.

