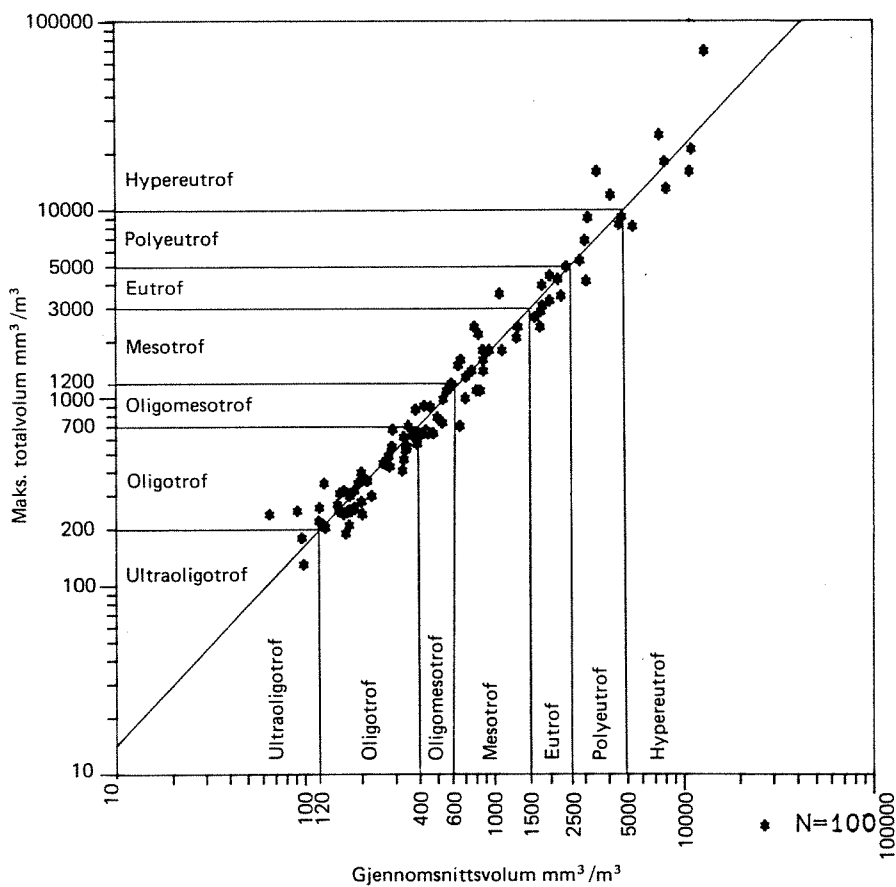


O.P.-2344

O-86116

Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer

Planteplankton



$\ln(y) = 1.06 \ln(x) + 0.22$ $R = 0.98$ $P \leq 0.001$ $SD = 0.07$

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.: 0-86116
Undernummer:
Løpenummer: 2344
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton	Dato: 29.12.1989
	Prosjektnummer: 0-86116
Forfatter (e): Pål Brettum	Faggruppe: Eutrofi - ferskvann
	Geografisk område: Norge
	Antall sider (inkl. bilag): 111

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:
I denne rapporten er det, med basis i et stort analysemateriale av planteplankton fra innsjøer fra store deler av Norge, forsøkt å komme frem til et tallmessig uttrykk for ulike planteplanktongrupper og -arters indikatorverdi med hensyn til vannkvalitet. Som grunnlag for inndelingen i trofinivåene er benyttet det totale algevolum og hovedvekten er lagt på de enkelte artenes indikatorverdi sett i forhold til dette. Indikatorverdi er også sett i forhold til pH-verdier, totalfosfor, totalnitrogen og N/P-forhold. Mer enn 150 taxa er behandlet og resultatene for de enkelte taxon sett i relasjon til ulike parametre er fremstilt i tabeller/figurer i et omfattende vedlegg. I rapporten er også gitt et forslag til et indekssystem for bestemmelse av en vannmasses trofinivå eller kvalitet, basert på planteplanktonets mengde og sammensetning. I det videre arbeid med bruk av planteplankton som indikatorer på vannkvalitet bør indekssystemets almene gyldighet testes på et stort analysemateriale. Et velegnet materiale er SFT's undersøkelse av regionale eutrofe innsjøer, som omfatter ca 1400 analyseserier med tilhørende kjemisk/fysiske data.

4 emneord, norske:

1. Indikatororganismer
2. Vannkvalitet
3. Planteplankton
4. Innsjøer

4 emneord, engelske:

1. Indicator organisms
2. Water quality
3. Phytoplankton
4. Lakes

Prosjektleder:

Pål Brettum

For administrasjonen:

Dag Berge

ISBN 82-577-1627-8

0-86116

ALGER SOM INDIKATOR PÅ VANNKVALITET

Planteplankton

Oslo, 29. desember 1989
Prosjektleder: Pål Brettum

FORORD

Den foreliggende rapport er sluttproduktet av et forskningsarbeid som har hatt som hovedmål å se på den indikatorverdi de enkelte planteplanktonarter, planteplanktongrupper og det totale planteplanktonvolum har for ulike vannkvaliteter, for å få et sikrere grunnlag for vannkvalitetsvurderinger. NIVA fikk prosjektet våren 1987 som oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT).

Prosjektet er utført av cand.real. Pål Brettum som også har skrevet rapporten. Cand.scient. Gunnar Severinsen og programmerer Terje Hopen har gjennomført det EDB-tekniske arbeidet og cand.mag. Randi Romstad har deltatt i sammenstillingen av datamaterialet.

En takk til Wenche Knudsen for rentegning av figurene og til sekretærene Lida Henriksen og Aud Lauritzen for renskrivning av manuskriptet som velvillig er gjennomført på tross av forferdelige mengder av latinske navn i teksten.

SFT takkes for at de har gitt denne muligheten til å få dette materialet sammenstilt og systematisert. Denne rapporten må betraktes som et grunnlag for videre arbeid med alger som indikator på vannkvalitet.

Oslo, 29. desember 1989.

Pål Brettum

INNHOLDSFORTEGNELSE

Seksjon	Side
1. SAMMENDRAG	3
2. INNLEDNING	6
3. LITT OM VANNKVALITET OG INDIKATORARTER	9
4. MATERIALE OG METODER	12
5. RESULTATER	15
5.1 Liste over de arter som er behandlet i denne undersøkelsen	16
5.2 Totalvolum og gjennomsnittsvolum av planteplankton	19
5.3 De enkelte planteplanktongruppene indikatorverdi som samlet gruppe	22
5.3.1 Månedsfordeling	24
5.3.2 Fordeling i forhold til totalvolum av planteplankton	25
5.3.3 Fordeling i forhold til pH-verdier	25
5.3.4 Fordeling av gruppene i forhold til nærings-saltene fosfor (tot-P) og nitrogen (tot-N) og N/P-forholdet	26
5.4 De enkelte arters indikatorverdi og fordeling	27
5.4.1 I forhold til totalvolum av planteplankton	28
5.4.2 I forhold til vannmassenes surhetsgrad (pH-verdi)	36
5.4.3 I forhold til vannmassenes totale fosforinnhold (tot-P)	40
5.4.4 I forhold til vannmassenes totale nitrogeninnhold (tot-N)	41
5.4.5 I forhold til vannmassenes N/P forhold (totalnitrogen/totalfosfor)	42
5.5 Forslag til indekser for trofinivå	47
6. LITTERATUR	50
VEDLEGG	54

1. SAMMENDRAG

Grunnlaget for dette forskningsprosjektet er en sammenstilling av et mangfoldig materiale av planteplanktonanalyser fra et stort antall innsjøer i Norge. Prosjektets hovedmål har vært å komme frem til et tallmessig uttrykk for de enkelte planteplanktonarters og -gruppers indikatorverdi relatert i første rekke mot trofinivå. Trofinivåene er her definert ut fra totalvolum av planteplankton.

Totalt planteplanktonvolum og artssammensetning gir en bedre indikasjon på vannmassenes trofinivå enn f.eks. fosforinnholdet, da de gir et integrert eller helhetlig bilde av vannmassenes samlede vekstpotensiale.

Trofinivåene er angitt etter økende algemengde; ultraoligotrofi, oligotrofi, oligomesotrofi, mesotrofi, eutrofi, polyeutrofi og hypereutrofi.

Planteplanktonmaterialet er også relatert til samhørende verdier for pH, totalfosfor, totalnitrogen og N/P-forholdet (totalnitrogen/totalfosfor).

Indikatorverdien og fordelingen av de enkelte artene og gruppene i forhold til disse parametrene er gitt i figurene/tabellene (se vedlegget), i teksten er de bare summarisk behandlet.

I sammendraget er det ikke mulig å omtale alle gode indikatorgrupper og -arter, derfor er bare noen eksempler tatt med her. Forøvrig henvises til teksten samt figurer/tabeller i vedlegget.

Blågrønnalger (Cyanophyceae): Som gruppe en god indikator på svært næringsrike vannmasser. Den har klart størst prosentvis andel av det samlede planteplankton i eutrofe vannmasser, med hovedtyngden i det polyeutrofe og tildels hypereutrofe nivå.

Når det gjelder de enkelte arter innen denne gruppen er Merismopedia tenuissima en blågrønnalge som danner et unntak. I motsetning til de fleste andre planktoniske arter innen gruppen er den en god indikator for næringsfattige, oligotrofe, vannmasser. Eksempler på særlig gode indikatorarter innen denne gruppen på eutrofe vannmasser, og i stor grad svært næringsrike, polyeutrofe og hypereutrofe vannmasser, er Anabaena solitaria f. planctonica, A. spiroides og A. tenericaulis, Aphanizomenon flos-aquae, Microcystis aeruginosa og M. wesenbergii, og Oscillatoria agardhii og O. limnetica.

Grønnalger (Chlorophyceae): Har som samlet gruppe ingen spesielt god indikatorverdi for bestemte trofinivåer selv om den kan dominere i små, næringsrike vannlokaliteter (dammer, reservoarer o.l.), men enkelte arter innen gruppen er gode indikatorarter. Eksempler er Monoraphidium griffithii og Oocystis submarina v. variabilis på næringsfattige, oligotrofe vannmasser, Micractinium pusillum, Pandorina morum, Pediastrum boryanum og P. duplex, og Scenedesmus quadricauda på næringsrike, eutrofe og tildels polyeutrofe vannmasser.

Gullalger (Chrysophyceae): Stor prosentvis andel av denne gruppen i forhold til totalvolumet er i de fleste tilfelle en god indikasjon på næringsfattige, oligotrofe vannmasser. Dette tilsier at de fleste artene innen denne gruppen er gode indikatorarter på samme vanntype. Gode eksempler på oligotrofi er Bitrichia chodatii og B. ollula, Chrysolynos planctonicus og C. skujai, Dinobryon crenulatum, D. sociale v. americanum og D. suecicum, og Pseudokephyrion entzii og P. taeniatum. Innen denne gruppen er det imidlertid også enkelte gode indikatorarter på middels næringsrike, mesotrofe og mer næringsrike, eutrofe vannmasser, som f.eks. Dinobryon divergens, D. sociale og D. sertularia.

Kiselalger (Bacillariophyceae): Som samlet gruppe har denne relativt liten indikatorverdi for bestemte trofinivåer, selv om næringsrike, eutrofe vannmasser kan ha store andeler av kiselalger i forbindelse med våroppblomstringer. Flere arter innen gruppen er imidlertid gode indikatorer. Eksempelvis indikerer Eunotia lunaris, Melosira distans og M. distans v. alpigena og Tabellaria flocculosa næringsfattige, oligotrofe vannmasser. Fragilaria crotonensis, Melosira ambigua og M. italica, Stephanodiscus hantzschii v. pusillus og Synedra acus v. angustissima indikerer næringsrike, eutrofe og polyeutrofe vannmasser.

Cryptophyceae: Som samlet gruppe har denne liten indikatorverdi for bestemte trofinivåer, men også innen denne gruppen er det noen arter som er gode indikatorarter. Cryptaulax vulgaris indikerer eksemplvis næringsfattige, oligotrofe vannmasser.

En av vanskelighetene ved å bruke arter innen denne gruppen som indikatorer er at de i konserverte materiale er vanskelig å identifisere til art og derfor slås sammen i gruppe etter størrelsesorden. Dette er i stor grad tilfelle med Cryptomonas-arter.

Fureflagellater (Dinophyceae): Som samlet gruppe betraktet heller ingen god indikator på bestemte trofinivåer. Med et par unntak er heller ikke de enkelte artene innen gruppe spesielt gode indikatorer.

Peridinium (Peridinopsis) elpatievskyi er imidlertid en god indikator på næringsrike, eutrofe og polyeutrofe vannmasser. Stor prosentvis andel av Ceratium hirundinella registreres også gjerne i forbindelse med slike vannmasser, men denne arten registreres også i mindre næringsrike vannmasser.

Fra andre grupper er Trachelomonas hispida (Euglenophyceae) en god indikator på svært næringsrike, polyeutrofe og tildels hypereutrofe vannmasser, og Isthmochloron trispinatum (Xanthophyceae) på ultraoligotrofe og oligotrofe, næringsfattige vannmasser. Gonyostomum semen (Raphidiophyceae) er en spesielt god indikator på mesotrofe og eutrofe, humusrike vannmasser.

Spesielt gode indikatorarter på vannmasser med lave pH-verdier ("sure" vannmasser) er Bitrichia ollula og B. phaseolus, Dinobryon sociale v. americanum og Pseudokephyrion taeniatum, blant gullalgene (Chrysophyceae) og Eunotia lunaris, Frustulia rhomboides og Tabellaria flocculosa blant kiselalgene (Bacillariophyceae). Peridinium inconspicuum utvikler ofte store bestander, prosentvis i "sure" vannmasser. Isthmochloron trispinatum (Xanthophyceae) er også en god indikator på "sure" vannmasser.

Til slutt er satt opp et forslag til et indekssystem for klassifisering av vannmassenes kvalitet basert på planteplankton-analyser. De enkelte arters indikatorverdier (se vedlegget), fremkommet i denne undersøkelsen, og volumet av den enkelte art i en aktuell vannprøve, danner grunnlaget for indeksene.

En del av det videre arbeidet med bruk av planteplankton som indikator på ulike trofinivå, vil være å prøve ut det foreslåtte indekssystem på et stort analysemateriale (analyse materialet fra SFTs store undersøkelse av regionale eutrofe innsjøer vil være velegnet) for å se om indeksene har almen gyldighet.

2. INNLEDNING

Det har vært kjent i lang tid at visse planteplanktonarter er mer vanlig i næringsrike, eutrofe innsjøer og andre arter i næringsfattige, oligotrofe innsjøer. Slik kunnskap brukes da også i praktisk arbeid med overvåking av vannkvalitet og endringer i denne, basert på planteplanktonanalyser. Allerede Teiling (1916) beskrev ulike innsjøers næringssaltinnhold eller trofigrad basert på analyser av planteplanktonet i håvtreksprøver, og Naumann (1919) innførte begrepene eutrofi og oligotrofi for henholdsvis næringsrike og næringsfattige innsjøer ut fra vannmassenes innhold av næring for planteplanktonvekst. Opp gjennom årene har bruken av planteplanktonanalyser i vannkvalitetsvurderinger blitt mer sofistikert hva både angår inndelingen av vannkvalitetstyper og undersøkelse og beskrivelse av ulike algearter som indikatorarter for disse vannkvalitetstypene.

Ved overgang fra kvalitative håvtrekk til kvantifisering av planteplanktonmengden gjennom Utermöhl's metoder (1958) fikk algeanalysene større verdi som vannkvalitetsindikator, selv om det i hovedsak har vært totalvolumet av planteplankton eller mengden av de enkelte algegruppene som er benyttet i vurderingen og ikke mengden av de enkelte artene. Omfattende arbeider med algeanalyser i den hensikt å vurdere vannkvalitet ble utført av Nygaard (1949) for danske innsjøer og Järnefelt (1952) for finske innsjøer. Undersøkelser der de enkelte planteplanktonartenes indikatorverdi er benyttet ved bedømmelse av vannkvaliteter, er utført av Rawson (1956), Meriläinen (1967), Lund (1973) og Olrik (1973). Et viktig oversiktsarbeid der planteplankton benyttes som vurderingsgrunnlag for vannkvalitet er gitt av Palmer (1962). Spesielt bør nevnes det omfattende arbeid med bruken av plankton som indikatorer på ulike vannkvaliteter som er omhandlet av Sladeczek (1973).

Det kanskje mest omfattende arbeid der bruken av planteplanktonanalyser og indikatorarter til bedømmelse av ulike vannkvaliteter har vært benyttet og systematisert, er undersøkelsen av tusen svenske innsjøer ved Rosen (1981). Rosen's undersøkelser omfatter også andre parametre enn de som direkte angår næringssaltinnhold.

Planteplanktonanalyser til å karakterisere trofigrad for ulike innsjøer har også Hörnström (1981) benyttet og han har utformet en egen trofiindeks basert på planteplanktoninnholdet i vannmassene og artenes indikatorverdi. Effekter av forsurening som resultat av "sur nedbør" og endringer etter kalking er undersøkt med basis i

planteplanktonsammensetningen av blant andre Hörnström og Ekström (1983) og Eriksson et al. (1983). Eksempler på bruk av planteplanktonanalyser og planteplankton som indikator på endringer i vannkvalitet i innsjøer som er forsuret og har høyt innhold av metallioner på grunn av industriutslipp er gjort av Yan (1979), Yan og Lafrance (1984) og Yan og Dillon (1984). Disse undersøkelsene omfatter også eksperimentering med kalking og tilsetning av næringsalter. Sammenfattende studier og viktige undersøkelser av surhet og forskjellige metallionekonsentrasjoners innvirkning på en rekke algearter er utført av Campbell og Stokes (1985) og Stokes (1986).

I Norge er undersøkelser av planteplanktons indikatorverdi for vannkvalitet og bruken av denne viten i praktisk sammenheng gjennom lengre tid benyttet i forbindelse med undersøkelser av innsjøer utført av NIVA (Norsk institutt for vannforskning) og resultatene er rapportert i en rekke rapporter. Publikasjoner fra norske innsjøer der hovedvekten er lagt på planteplankton som indikatorer på vannkvalitet er utført av Brettum (1979) og Løvstad (1983).

Begrepet indikatorarter er benyttet om arter som særlig er vanlig å finne i bestemte vannkvaliteter. Opp gjennom årene er det imidlertid i hovedsak totalvolumet av planteplankton eller om en art er registrert eller ikke registrert i en vannprøve som er lagt til grunn ved bruk av planteplankton som indikator på bestemte vannkvaliteter.

Hvis analysebetingelsene og analysemetodikken er standardisert og utføres likt fra prøve til prøve, har selvsagt registrering av om en art er i prøven eller ikke en viss verdi, men et enkelt eksemplar av en art får samme verdi som et stort antall eksemplarer.

Av erfaring vet en at ved å analysere et stort nok materiale fra en innsjølokaltet vil en finne et stort spektrum av planteplanktonarter, også arter som en vanligvis forbinder med helt andre vannkvaliteter enn den som undersøkes. Ved standardiserte analysemetoder vil sannsynligheten for å finne en indikatorart for f.eks. eutrofe vannmasser i en prøve fra en eutrof, næringsrik, innsjø, være mange ganger større enn i en oligotrof, næringsfattig, lokalitet, men så lenge det bare registreres om en art er funnet eller ikke funnet i en prøve, blir den praktiske nytten av opplysningen av begrenset verdi. Det bør være det relative mengdeforholdet for de ulike artene i forhold til den totale mengden av alger pr. volumenhet vannprøve som dannet grunnlaget for bruken av planteplankton som indikatorer.

I det foreliggende arbeid er derfor det kvantitative aspekt trukket inn. Det vil si at det ikke bare er tatt med registrering av i hvilken

vannkvalitet en art ble funnet. Interessant er mengden og prosentvis andel av det totale planteplanktonvolum arten utgjorde, og hvorledes denne prosentvise andelen, som et gjennomsnitt av et stort antall observasjoner fra mange lokaliteter, forandrer seg langs gradienter av ulike parametre. Tanken bak denne måten å betrakte analyseresultatene av planteplankton på, er at en bestemt algeart sannsynligvis har sin prosentvis største andel av den samlede algebiomasse i den eller de vannkvaliteter der den har mest mulig optimale vekstbetingelser.

En sammenstilling og systematisering av et stort analysemateriale fra mange innsjøer i Norge, med et bredt spektrum av vannkvaliteter, danner basis for resultatene som er fremstilt i denne rapporten.

3. LITT OM VANNKVALITET OG INDIKATORARTER

Vannkvalitet er et begrep som er mye brukt, men som er svært vanskelig å gi en entydig definisjon på. Om vannkvaliteten i en lokalitet er "god" eller "dårlig" er avhengig av hvilke brukerinteresser en vurderer ut fra. Den kvalitet som er egnet for en brukerinteresse, kan vise seg å være helt uegnet for et annet brukerområde.

Vannkvaliteten burde, ideelt sett, være definert ut fra det samlede innhold i vannet av kjemiske stoffer, uorganiske partikler, organismer og dets fysiske egenskaper. Da dette i praksis vil være et uhyre omfattende, for ikke å si umulig arbeid, knyttes gjerne vannkvaliteten og vannkvalitetsbegrepet i praktisk bruk til variasjoner i mengden av ulike kjemiske stoffer og bakterier, eller fysiske forhold med vannet, som det er relativt enkelt å registrere. Dette gir en mulighet til å plassere en vannlokalitet på en kvalitetsskala for å kunne sammenligne med andre lokaliteter. Oftest har vannkvalitet, foruten innholdet av bakterier, vært knyttet til "trofi"-begrepet, det vil si vannmassenes innhold av de antatt viktigste næringsstoffer for planteplanktonvekst, først og fremst fosfor og nitrogen, og dermed vekstpotensiale for planteplankton.

Lite innhold av disse stoffene i vannet gir lavt vekstpotensiale og lite planteplankton; vannet er oligotroft. Motsatt har vann med høyt innhold av disse stoffene høyt vekstpotensiale og stort planteplanktoninnhold; vannet er eutroft. Det var Naumann (1919, 1932) som innførte disse begrepene og knyttet dem til algeproduksjon eller algeproduksjonspotensiale. Disse termene, oligotrof og eutrof, er senere av ulike forfattere delt opp i flere og finere intervaller, og det er brukt en trofiskala basert på totalt planteplanktonvolum eller algebiomasse pr. volumenhet vann.

Blant andre har denne rapportens forfatter tidligere (Brettum 1979) benyttet en mer detaljert inndeling av vannkvalitet basert på planteplanktoninnhold. Denne inndelingen ligger til grunn også i den foreliggende rapport, når trofiskalaen er skalert etter planteplanktonmengden.

Følgende betegnelser på trofinivå, basert på planteplanktonmengde, er benyttet (skala etter økende algemengde og, for de fleste bruksformål, dårligere vannkvalitet):

- ultraoligotrof
- oligotrof
- oligomesotrof
- mesotrof
- eutrof
- polyeutrof
- hypereutrof

Grensene for disse trofiintervaller i sammenheng med planteplanktoninnholdet er vist og omtalt under Resultater, i kapittel 5.2 om forhold mellom totalvolum og gjennomsnittsvolum. Selv om trofinivåene der ikke er uttrykt direkte i forbindelse med de enkelte artene og gruppenes hyppigste forekomster vurdert i forhold til innholdet av næringsstoffene fosfor og nitrogen, så ligger det i intervallinndelingen implisitt en tilsvarende kvalitetsvurdering.

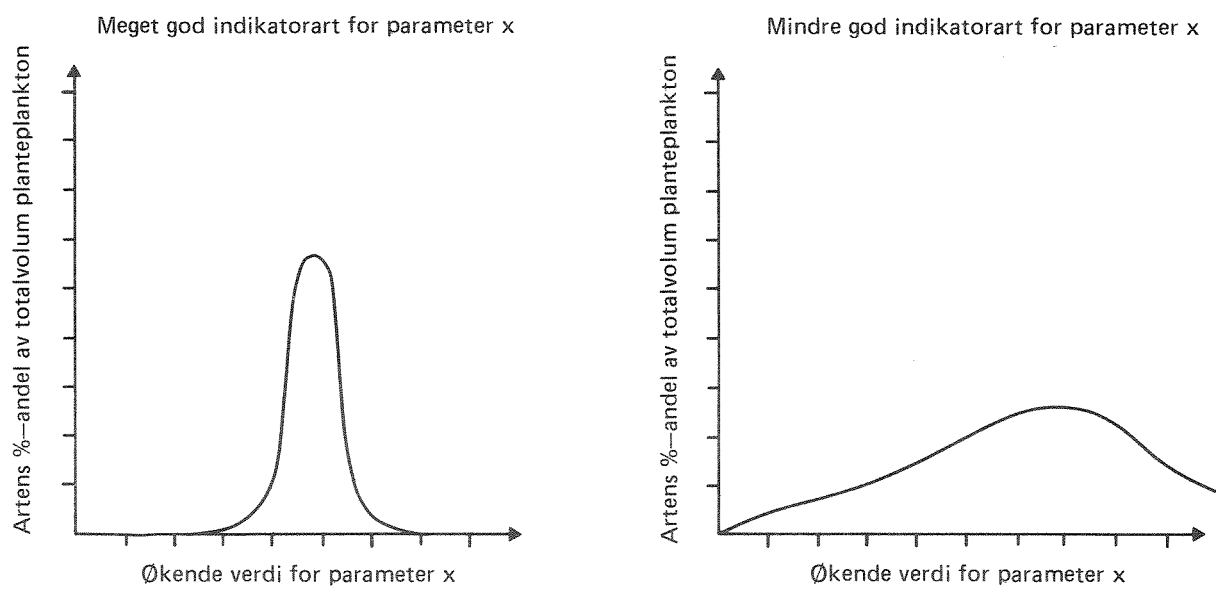
Sammen med innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen og totalvolum eller biomasse av planteplankton, og vannkvalitetsvurderinger basert på disse parametrene, er også tatt med en tilsvarende skala for pH-intervaller.

Vannkvalitet vurderes i flere sammenhenger ut fra vannets surhetsgrad eller pH-verdi og "god" eller "dårlig" kvalitet er avhengig blant annet av muligheten for ulike fiskeslag til å reprodusere. Som fundamentalt ledd i næringskjeden er det derfor av interesse å se hvilke algearter og grupper som opptrer hyppigst i vann av ulik surhet.

Med indikatorarter blant planteplanktonet mener en arter som indikerer, dvs. angir eller kjennetegner vann av bestemte kvaliteter, ut fra kvalitetskriterier som beskrevet ovenfor.

I denne sammenheng vil det si arter som, (basert på et stort analysemateriale), forekommer og utvikler maksimale individantall i forhold til det samlede planteplanktoninnhold, hyppigere innenfor enkelte kvalitetsintervaller enn andre, og derfor indikerer bestemte vannkvaliteter. En art er en god indikatorart for en bestemt vannkvalitet når den er hyppig med relativt stort individantall innenfor en snever del av en kvalitetsskala. En mindre god indikatorart forekommer med et relativt stort individantall innenfor flere intervaller på skalaen (se figur 1).

Fig. 1 Idealisert fordelingsmønster for to vilkårlig planteplanktonarter, en meget god og en mindre god indikatorart.



4. MATERIALE OG METODER

Det materialet som danner grunnlaget for de resultater som legges frem i denne rapporten er kvantitative planteplanktonanalyser utført i perioden 1980-87. Materialet omfatter i det alt vesentlige blandprøver av vannsjiktet fra overflaten til et dyp tilnærmet to ganger siktedypet, men ikke dypere enn 10 meter. Analyseresultatene er fra prøver samlet fra ulike tidspunkter gjennom den normale vekstsesongen for norske innsjøer, mai-oktober, enkelte resultater også fra prøver samlet inn utenom denne perioden.

Dette gjør materialet i utgangspunktet noe heterogent, men gir på den annen side et bilde av fordelingen for de viktigste planteplanktongruppene og -artene gjennom vekstsesongen. Et poeng ved å benytte et så pass heterogent materiale var for å se om visse grupper og arter, på tross av dette, bare ble registrert hyppig og med større prosentvis andel av det totale planteplanktonvolum innenfor snevre parametergrenser og dermed hadde en enda bedre indikatorverdi enn om materialet hadde vært mer homogent. I alt omfatter grunnlagsmaterialet ca 1000 totalanalyser av planteplanktonsamfunnet fra om lag 150 innsjøer.

Antall analyseresultater fra en og samme innsjø gjennom en vekstsesong varierer fra 12-14 ned til 3-4. For et par innsjøer er tatt med materiale fra to vekstsesonger. Til alle planteplanktonanalyser som er tatt med i beregningsgrunnlaget er det analysert på pH, totalfosfor og totalnitrogen fra samme blandprøvegrunnlag som planteplanktonprøven ble tatt ut fra.

Planteplanktonprøvene ble alle konserverte med Lugol's løsning tilsatt iseddik ("Phytofix"), og samtlige prøver er bearbeidet etter metoder utarbeidet og beskrevet av Utermöhl (1958) og Hasle (1978). Det er bare tatt med analyseresultater der det er foretatt en forholdsvis fullstendig analyse av prøvene med hensyn til planteplanktoninnholdet, og ikke resultater av forenklete analyser etter metoder beskrevet av Willen (1976).

Etter optelling og beregning av antallet av hver art i en prøve pr. volumenhet vannmasse (her benyttet antall pr. m³), ble beregnet et spesifikt volum for hver art. Dermed var det enkelt å beregne volumet hver art utgjorde pr. volumenhet vannmasse, volumet samlet for hver hovedgruppe (blågrønnalger, grønnalger, kiselalger osv.) og det totale algevolum i hver prøve. Slike beregninger gjøres rutinemessig for alle analyser av planteplanktonprøver i en Hewlett-Pacard computer. Alle data fra analysene, som samlet volum av hver art, hver gruppe og

totalvolumet, ble, sammen med tilhørende analyseverdier for pH, totalfosfor og totalnitrogen, lagt inn i en database (DLS) på en NORD 500 computer.

Computeren beregnet for hvert analysesett den prosentvise andel hver arts volum og hver gruppes samlede volum utgjorde av det totale planteplanktonvolum. Dette beregningsgrunnlaget er det som har gitt resultatene i figurene/tabellene i vedlegget.

De ulike parametre; måned (bare for de viktigste planteplanktongruppene samlet), totalvolum, totalfosfor, totalnitrogen, pH og N/P-forholdet (forholdet mellom registrert totalnitrogen og totalfosfor som vekt) ble delt opp i 6 eller 7 hensiktsmessige intervaller, og antall observasjoner som falt innenfor de ulike intervallene ble registrert. Dette antallet er N i formelen nedenfor (N_1, N_2, N_3 osv. for antall observasjoner innenfor hvert intervall).

Deretter ble registrert hvor mange av hvert av antallene N_1, N_2 osv. som inneholdt observasjoner av en bestemt art eller gruppe av planteplankton. Dette antallet er n i formelen (n_1, n_2, n_3 osv. innenfor hvert intervall).

Den prosentvise andel av totalvolumet denne arten eller gruppens volum utgjorde i hver observasjon innen hvert intervall der arten eller gruppen var registrert var v (v_1, v_2, v_3 osv. for hvert intervall).

Gjennomsnittets prosentvis andel for en art eller gruppe innen et intervall blir da v og formelen for beregningen generelt for hver art eller gruppe innen et vilkårlig intervall blir da:

$$\frac{n_i}{N_i} * V_i$$

Beregninger ut fra denne formelen gir et bilde av hvilket parameterintervall det både er mest sannsynlig å registrere en bestemt art eller gruppe av planteplankton og hvor den (de) utgjør i gjennomsnitt størst prosentvis andel av det totale planteplankton. Der resultatet får de høyeste verdiene er det mest sannsynlig å påtreffe den bestemte arten eller gruppen i planteplanktonet med den største prosentvise andelen av det samlede algevolum, sett i forhold til de andre parameterintervallene. Det vil si innenfor det parameterintervall, eller den vannkvalitet der den aktuelle art eller gruppe er mest vanlig i planteplanktonsamfunnet.

Da verdiene ved beregningen vil variere sterkt fra art til art og fra gruppe til gruppe; noen arter er større og mer "voluminøse" enn andre, er høyeste verdi innen et parameterintervall for hver art satt til 100, og de andre verdiene justert i forhold til dette. Dette gjør verdiene mer enhetlige og det blir lettere å få oversikten i de følgende figurer/tabeller (se vedlegg). I denne beregningsmåten er tatt med den prosentvise andel i forhold til totalvolumet for hver art eller gruppe, og ikke det absolutte volum for arten eller gruppen. De absolutte volumer kan selvsagt i andre intervaller enn der den utgjør den største prosentvise andel, være større, ja i enkelte tilfelle betydelig større, men den prosentvise andel i forhold til totalvolumet er mindre. Det er sannsynlig at en art eller gruppe utvikler prosentvis størst volum i forhold til totalvolumet av alger, i den kvaliteten der denne arten er best tilpasset.

I figurene/tabellene (vedlegget) vil arter eller grupper som bare forekommer, og har høye relative verdier innen et eller noen få intervaller for en parameter, være en god indikator for dette intervallet. En art som forekommer med relativt høye verdier over et flertall av intervallene, vil være en mindre god indikator.

5. RESULTATER

Som nevnt tidligere har hensikten med dette arbeidet vært å systematisere og verdisetze planteplanktonets indikatorverdi ved vurdering av vannkvalitet. Resultatene er basert på et stort analysemateriale av planteplankton fra et bredt spektrum av vannkvaliteter. Ved bruk av planteplanktonanalyser til vurdering av vannkvalitet, blir analyseresultatene vurdert i tre "nivåer":

- 1. Det maksimale totalvolum registrert og gjennomsnittsvolumet gjennom vekstsesongen for en innsjø.
- 2. Det samlede volum for hver gruppe eller klasse av alger (eks. blågrønnalger, grønnalger, kiselalger osv.) og den prosentvise sammensetning for disse gruppene i forhold til det totale planteplanktonvolum.
- 3. Mengden av de enkelte arter, og da spesielt gode indikatorarter, i forhold til det samlede planteplanktonvolum.

Den samlede vurdering av resultatene på alle tre nivåene vil være utslagsgivende for den endelige vannkvalitetsvurderingen. Hvor stor vekt det legges på resultatene fra hvert av nivåene i forhold til de andre vil avhenge av hvor mange analyseresultater gjennom en vekstsesong som foreligger for en innsjø. Hvis det foreligger et stort antall analyseresultater fra en og samme innsjø fordelt gjennom hele vekstsesongen, vil en være tilbøyelig til å basere vannkvalitetsvurderingen først og fremst på registrert maksimalt totalvolum og gjennomsnittsvolum. Foreligger derimot kun et eller et par analyseresultater, er en henvist til hovedsakelig å basere vannkvalitetsvurderingen på sammensetningen av de viktigste gruppene, samt mengde og prosentvis andel av spesielt gode indikatorarter i forhold til resten av planteplanktonet.

Et enkelt kvantitativt analyseresultat av planteplanktonet fra en innsjølokalitet kan si en del om vannkvaliteten selv om analyse-resultatet er fra et tidspunkt i vekstsesongen da algemengden totalt ligger på et minimum. Et større antall analyser øker sikkerheten i vurderingen.

5.1 Liste over de arter som er behandlet i denne undersøkelsen

CYANOPHYCEAE (blågrønnalger)

Achroonema sp. (spp.)
 Anabaena circinalis Rab.
 Anabaena flos-aquae Bréb.
 Anabaena solitaria f. planctonica (Brunt). Kom.

Det er sannsynlig at A. solitaria f. solitaria i mange tilfelle er bestemt som A. solitaria f. planctonica og vice versa.

Anabaena spiroides Kleb.
 Anabaena tenericaulis Nyg.

Denne antagelig til en viss grad blandet sammen med Anabaena miniata Skuja

Aphanizomenon flos-aquae Ralfs
 Aphanocapsa elachista West & West
 Aphanothece sp. (spp.)
 Chroococcus minutus (Kütz.) Näg.
 Gomphosphaeria lacustris Chod.
 Gomphosphaeria naegelianiana (Ung.) Lemm.
 Merismopedia tenuissima Lemm.
 Microcystis aeruginosa Kütz.
 Microcystis incerta (Lemm.) Lemm.
 Microcystis wesenbergii Kom.
 Oscillatoria agardhii Gom
 Oscillatoria limnetica Lemm.

CHLOROPHYCEAE (grønnalger)

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs
 Ankyra judayi (G.M.Smith) Fott
 Ankyra lanceolata (Kors.) Fott
 Botryococcus braunii Kütz.
 Chlamydomonas sp. (spp.)
 Chlorella spp.
 Closterium acutum v. variabile (Lemm.) Krieg.
 Closterium limneticum Lemm.
 Coelastrum microporum Näg.
 Cosmarium depressum v. planctonicum Rev.
 Cosmarium pygmaeum Arch.
 Crucigenia quadrata Morr.
 Crucigenia tetrapedia (Kirchn.) West & West
 Crucigeniella apiculata (Lemm.) Kom [+ C. pulchra (West & West) Kom.]

I ulike analyser slått sammen med Crucigeniella pulchra (West & West) Kom.

Crucigeniella rectangularis (Näg.) Kom.
 Dictyosphaerium pulchellum Wood.
 Dictyosphaerium pulchellum v. minutum Defl.
 Dictyosphaerium subsolitarium Van Goor
 Elakatothrix gelatinosa Wille

Denne er endret som artsnavn og gitt navnet E. genevensis Hind.

Elakatothrix viridis (Snow) Printz
 Eudorina elegans Ehr.
 Gyromitus cordiformis Skuja
 Koliella sp.
 Micractinium pusillum Fres.
 Monoraphidium contortum (Thur.) Kom.-Legn.
 Monoraphidium dybowskii (Wolosz.) Hind. & Kom.-Legn.
 Monoraphidium griffithii (Berkel) Kom.-Legn.
 Monoraphidium komarkovae Nyg.
 Monoraphidium minutum (Näg.)Kom.-Legn.
 Mougeotia spp.
 Oocystis lacustris Chod.

Ofte blandet sammen med Oocystis marssonii Lemm.

Oocystis submarina v. variabilis Skuja
 Pandorina morum (Müll.) Bory
 Paramastix conifera Skuja
 Paulschulzia pseudovolvox (Schulz.) Skuja

Pediastrum boryanum (Turp.) Menegh.
 Pediastrum duplex Meyen
 Quadrigula pfitzeri (Schröd.) G.M.Smith

Antagelig til en del blandet sammen med
Quadrigula korschikovii (Schröd.) G.M. Smith

Scenedesmus acuminatus (Lagerh.) Chod.
 Scenedesmus armatus (Chod.) G.M.Smith
 Scenedesmus quadricauda Turp.
 Scenedesmus spinosus Chod.
 Scourfieldia cordiformis Takeda
 Selenastrum capricornutum Printz

Denne er nå gitt navnet Raphidocelis subcapitata (Korsikov) Nyg.

Sphaerocystis schroeteri Chod.
 Staurastrum paradoxum Meyen
 Staurastrum paradoxum v. parvum W. West
 Staurastrum planctonicum Teil.
 Staurodesmus cuspidatus v. curvatus
 Staurodesmus indentatus (West & West) Teil.
 Tetraedron caudatum (Corda) Hansg.
 Tetraedron minimum (A.Br.) Hansg.
 Tetraedron minimum v. tetralobulatum Reinsch.
 Trebauria triappendiculata Bern

CHRYSOPHYCEAE (gullalger) (inkludert Craspedomonadineae og Haptophyceae)

Aulomonas purdyi Lack.
 Bicosoeca planctonica Kiss.
 Bitrichia chodatii (Rev.) Chod.
 Bitrichia ollula (Fott) Bourr.
 Bitrichia phaseolus (Fott) Bourr.
 Chromulina sp. (Chr. pseudonebulosa Pasch.?)
 Chrysochromulina parva Lack.
 Chrysoykos planctonicus Mack
 Chrysoykos skujai (Ramb.) Bourr.
 Dinobryon bavaricum Imh.
 Dinobryon borgei Lemm.
 Dinobryon crenulatum West & West
 Dinobryon cylindricum Imh.
 Dinobryon divergens Imh.
 Dinobryon korsikovii (Korsikov) Matv.
 Dinobryon sertularia Ehr.
 Dinobryon sociale Ehr.
 Dinobryon sociale v. americanum (Brunnth.) Bachm.
 Dinobryon suecicum Lemm.
 Kephyrion boreale Skuja
 Mallomonas akrokomos Ruttn. (v. parvula Conr.)
 Mallomonas caudata Iwan.
 Mallomonas crassisquama (Asmund) Fott
 Mallomonas maiorensis Skuja
 Mallomonas reginae Teil.
 Phaester aphanaster (Skuja) Bourr.
 Pseudokephyrion entzii Conr.

Inkludert Dinobryon acuminatum Ruttn.

Også beskrevet som Kephyriopsis entzii (Conr.) Fott

Pseudokephyrion taeniatum Nicholls
 Spiniferomonas spp.
 Stelexomonas dichotoma Lack.
 Stichogloea doederleinii (Schmidle) Wille
 Synura spp.
 Uroglena americana Calk.

BACILLARIOPHYCEAE (kiselalger, diatomèer)

Asterionella formosa Hass.
 Cyclotella comta (Ehr.) Kütz.
 Cyclotella glomerata Bachm.

Her kan det ved en del analyser også være lagt inn under denne arten andre små Cyclotella-arter.

Cyclotella meneghiniana Kütz.
 Diatoma elongata (Lyngb.) Ag.
 Eunotia lunaris (Ehr.) Grun.
 Fragilaria crotonensis Kitt.

Frustulia rhomboides (Ehr.) de Toni [+ v. saxonica (Rabh.) de Toni]
 Melosira ambigua (Grun.) Müll.
 Melosira distans (Ehr.) Kütz.
 Melosira distans v. alpigena Grun.
 Melosira italica (Ehr.) Kütz.
 Melosira italica v. tenuissima (Grun.) O.Müll.
 Nitzschia gracilis Hantzsch
 Rhizosolenia longiseta Zach.
 Stephanodiscus hantzschii v. pusillus Grun.
 Synedra acus v. angustissima Grun.
 Synedra acus v. radians (Kütz.) Hust.
 Synedra rumpens Kütz.

Omfatter sannsynligvis flere
varianter av denne arten

Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.
 Tabellaria flocculosa (Roth.) Kütz.

CRYPTOPHYCEAE

Chilomonas spp.
 Cryptaulax vulgaris Skuja
 Cryptomonas curvata Ehr.
 Cryptomonas erosa Ehr.
 Cryptomonas marssonii (Marss.) Skuja
 Cryptomonas spp.
 Cyathomonas truncata (Frès.) Fisch.
 Katablepharis ovalis Skuja
 Rhodomonas lacustris Pasch. & Ruttn. [+v. nannoplanctica (Skuja) Javorn.] Denne arten og varianten b
 beskrevet av Skuja som Rh. minuta og Rh. minuta v. nannoplanctica og senere
 overført til Rh. lacustris og Rh. lacustris v. nannoplanctica av
 Javornicky. Mange forskere bruker imidlertid Rh. minuta og Rh. minuta v.
nannoplanctica som navn på denne arten og varianten.

DINOPHYCEAE (fureflagellater)

Ceratium hirundinella (O.F. Müll.) Schrank.
 Gymnodinium helveticum f. achroum Skuja
 Gymnodinium lacustre Schill.
 Gymnodinium uberrimum (Allm.) Kof. & Swezy
 Peridinium (Peridinopsis) elpatiewskyi (Ostenf.) Bourr.
 Peridinium inconspicuum Lemm.
 Peridinium palustre (Lindem.) Lef.
 Peridinium willei Huitf.-Kaas

EUGLENOPHYCEAE

Trachelomonas hispida (Perty) Stein
 Trachelomonas volvocina Ehr.

RAPHIDIOPHYCEAE (chloromonadine)

Gonyostomum semen (Ehr.) Diesing

XANTHOPHYCEAE (gulgrønnalger)

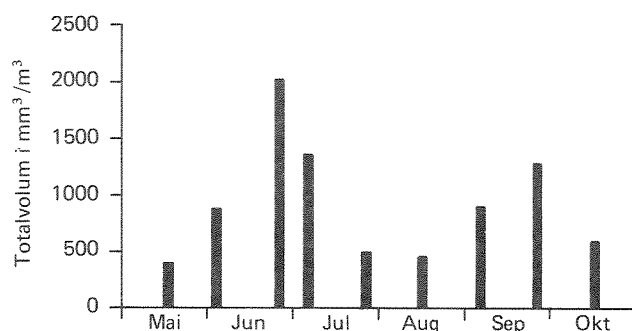
Isthochloron trispinatum (West & West) Skuja

5.2 Totalvolum og gjennomsnittsvolum av planteplankton

En forutsetning for å bruke maksimalt totalvolum og gjennomsnittsvolum av planteplankton gjennom en vekstsesong som grunnlag for kvalitetsvurdering av vannmassene i en innsjø, er at det foreligger et rimelig stort antall analyseresultater fordelt gjennom vekstsesongen.

Analysresultater fra et par tre tidspunkter er utilstrekkelig for en tilfredsstillende vurdering og konklusjon basert på totalvolumet, selv om nivået for totalvolum av planteplankton i resultatene kan gi en viss indikasjon om vannkvaliteten. For et tilfredsstillende resultat bør det foreligge flere, helst minst fem-seks analyseresultater fordelt over sesongen mai-september/oktober. Jo flere resultater, dess sikrere konklusjoner. Hva en kan risikere ved å bruke totalvolum fra en enkelt eller et par observasjonstidspunkt alene som indikasjon på trofinivå ser en ved å ta for seg et eksempel på variasjon i totalvolum av planteplankton gjennom en vekstsesong.

Fig. 2 Tenkt variasjon i totalvolum planteplankton gjennom vekstsesongen mai-oktober i en vilkårlig innsjø.



Basert bare på totalvolum av planteplankton, vil det, slik figur 2 viser, bli høyst ulike konklusjoner av analyseresultatene, om en bare har prøve samlet fra slutten av juni eller prøve samlet i august å forholde seg til. Et større antall prøver og analyseresultater gjennom vekstsesongen fra samme innsjø vil langt på vei eliminere slike feil.

Totalvolum og gjennomsnittsvolum av planteplankton er i første rekke interessant ved vurdering av en innsjø's trofinivå (vannmassenes vekstpotensiale). Planteplanktonvolum og sammensetning er en bedre indikator på vannmassenes trofinivå enn fosfor f.eks., da dette er et resultat av det samlede miljø i vannmassene, også de faktorer en ikke har registrert.

Hvilken grense en skal sette for de ulike intervaller på trofiskalaen har vært gjenstand for diskusjon, og forskjellige verdier er foreslått. Grovt har inndelingen vært slik at med et maksimumsvolum av planteplankton på mindre enn 1000 mm³/m³ har innsjøen blitt betegnet som oligotrof (næringsfattig og med lavt vekstpotensiale). Med et maksimumsvolum på mer enn 3000 mm³/m³ har den vært betegnet som eutrof (næringsrik og med høyt vekstpotensiale). Verdier imellom ble betegnet som mesotrofe vannmasser (OECD rapp. 1968, 1982).

En slik inndeling er svært grov. Det har derfor vært ønskelig med en finere inndeling, spesielt i overgangen mellom oligotrofe og mesotrofe vannmasser, en overgang som ofte indikerer en begynnende forringelse av vannkvaliteten.

I denne sammenstillingen er trofinivåenes grenseverdier i hovedtrekk de samme som benyttet av Brettum (1979) med noen modifikasjoner.

I figur 3 er sammenstilt registrert maksimalt totalvolum av planteplankton og samsvarende gjennomsnittsvolum for vekstsesongen fra 100 innsjøer i Norge. Gjennomsnittsverdier er basert på fra 6 til 14 analyseresultater gjennom vekstsesongen.

Som det fremgår av figuren er det svært stor korrelasjon mellom nivået for registrert maksimumvolum og beregnet gjennomsnittsvolum gjennom en vekstsesong i en og samme innsjø.

Samhørende grenseverdier av planteplanktonvolum for de ulike trofinivåer er:

Volumene i mm³/m³

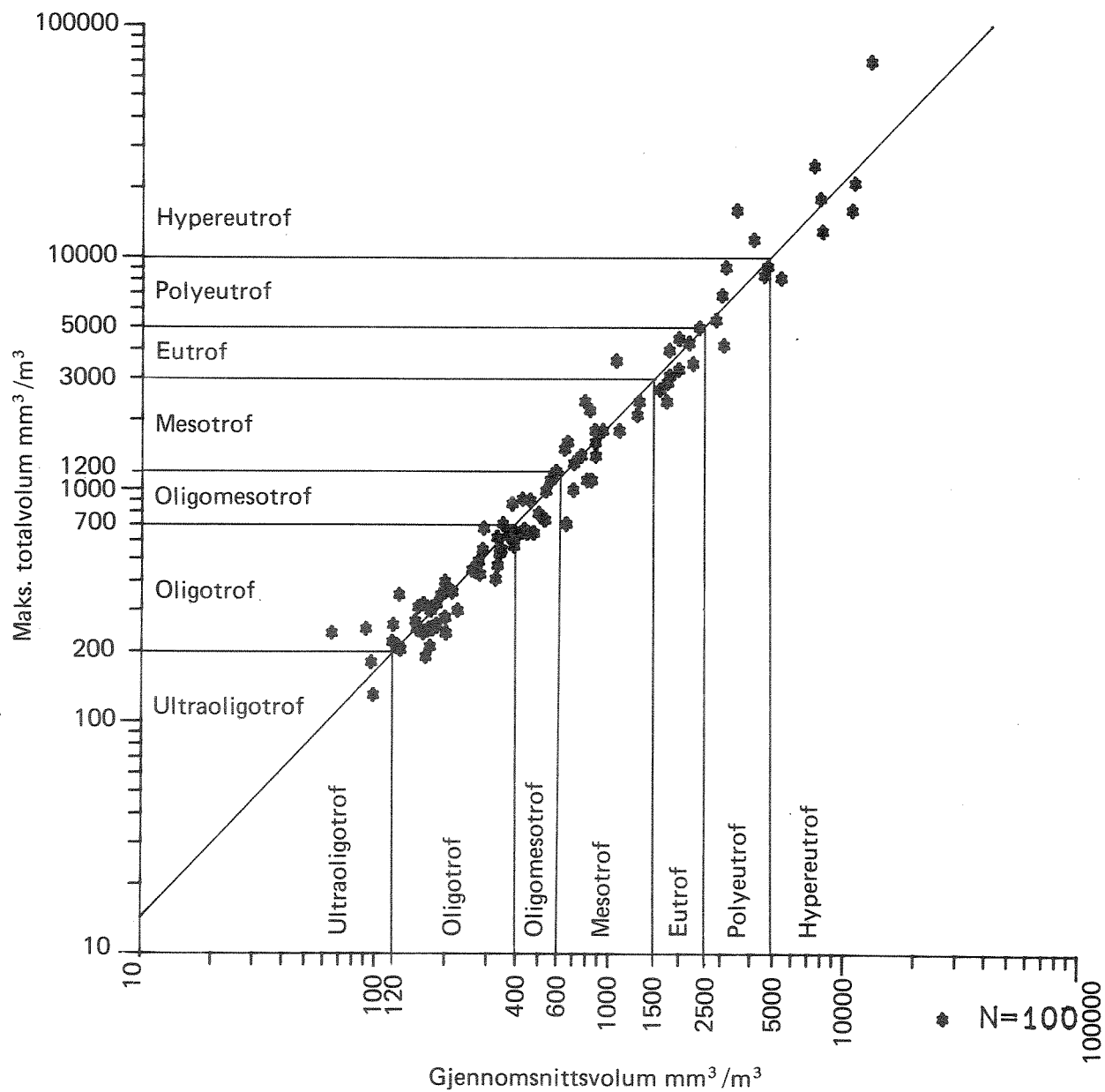
	Ultra oligotrof	Oligotrof	Oligo mesotrof	Mesotrof	Eutrof	Polyeutrof	Hypereutrof
Maks. volum	0-200	200-700	700-1200	1200-3000	3000-5000	5000-10000	10000 →
Gj.snittsvolum	0-120	120-400	400-600	600-1500	1500-2500	2500-5000	5000 →

Den lineære regresjon er beregnet ut fra formelen

$$\ln(y) = 1.06 \cdot \ln(x) + 0.22$$

De angitte volumene er avrundet og betegner først og fremst nivåer for grenseverdiene.

Fig. 3 Korrelasjonsplott
Totalvolum mot gj.sn.volum planteplankton
Basert på observasjoner fra 100 innsjøer.



$$\ln(y) = 1.06 \ln(x) + 0.22 \quad R = 0.98 \quad P \leq 0.001 \quad SD = 0.07$$

Figur 3 Korrelasjonsplott.
Maksimalt totalvolum mot gjennomsnittsvolum planteplankton.
Basert på observasjoner fra 100 innsjøer.

5.3 De enkelte planteplanktongruppenes indikatorverdi som samlet gruppe

I analyseresultatene samles alle arter som tilhører en gruppe (eller klasse) og det samlede volum for alle arter innen en gruppe angis. De ulike grupper er Cyanophyceae (blågrønnalger), Chlorophyceae (grønnalger), Chrysophyceae (gullalger), Bacillariophyceae (kiselalger), Cryptophyceae, Dinophyceae (fureflagellater), Raphidiophyceae, Euglenophyceae og Xanthophyceae (gulgrønnalger), foruten samlegruppen " μ -alger". For de tre siste gruppers vedkommende er i denne analysen bare tatt med henholdsvis en art, Gonyastonus semen (innen Raphidiophyceae, to arter av Trachelomonas, T. hispida og T. volvocina (innen Euglenophyceae) og en art Isthmochloron trispinatum (innen Xanthophyceae). En gruppe av organismer, selv om den består av arter som er nærstående på mange måter, vil inneholde arter med tildels svært forskjellige økologiske krav og dermed ha ulik respons på variasjoner av en og samme parameter. Av den grunn kan en vannkvalitetsvurdering ut fra gruppens mengdevariasjoner samlet i mange tilfelle være mindre utsagnskraftig enn resultater av de enkelte artene innen gruppen.

Tross disse innvendinger sier gruppesammensetningen, og ikke minst dominans eller mer eller mindre fravær av enkelte grupper i planteplanktonet, en hel del om vannkvaliteten. Willen (1979) utført en vurdering av vannkvaliteten i en del svenske innsjøer basert på prosentvis andel av de viktigste algegrupper i forhold til det totale planteplankton.

Som en innledning er nedenfor (figur 4) vist en oversikt over variasjonene i den prosentvise sammensetning av gjennomsnittet for 100 innsjøer (Brettum 1979). Materialet var basert på en enkelt prøve fra hver innsjø samlet i september 1973. Figuren er noe modifisert i forhold til originalen.

Figuren er tatt med for å vise at når det gjelder variasjoner i gruppene og gruppefordelingen prosentvis innenfor de ulike trofinivåer ga resultatene fra undersøkelsen i 1973 i store trekk det samme bilde som resultatene fra undersøkelsen som rapporteres her, og som er basert på et mye større analysemateriale fordelt over hele vekstsesongen.

I figurene/tabellene i vedlegget for algegruppene samlet er det for blågrønnalger, Cyanophyceae, tatt med to sammenstillinger, en med og en uten arten Merismopedia tenuissima. Dette er gjort fordi denne

Fig. 4 Gjennomsnittlig prosentandel av viktige planteplanktongrupper i forhold til totalvolum planteplankton.

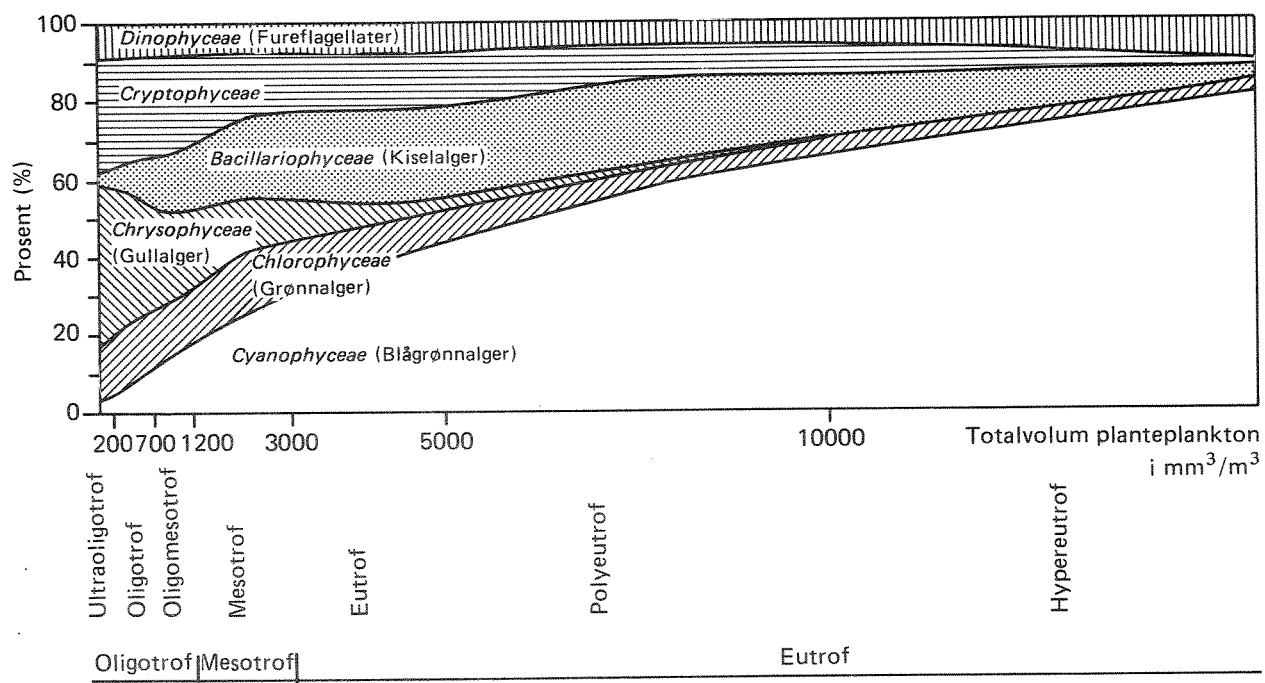


Fig. 4 Gjennomsnittlig prosentandel av viktige planteplanktongrupper.

arten regnes som en typeart for relativt rene, næringsfattige vannmasser, i motsetning til de fleste andre artene innen denne gruppen (se under de enkelte artene senere), og det var ønskelig å se hvorledes resultatene varierte med og uten denne arten. Av tilsvarende grunn er gruppen fureflagellater, Dinophyceae, tatt med, med og uten arten Peridinium inconspicuum for å se i hvilken grad denne arten påvirker resultatene.

I figurene/tabellene er resultatene for perioden januar-mai slått sammen. De fleste observasjonene er fra mai. På samme måte ble perioden oktober-desember slått sammen. De fleste observasjoner her er fra oktober.

5.3.1 Månedsfordeling (figur VI, vedlegg)

De ulike gruppernes fordeling gjennom sesongen er vist i figur VI. Av figuren ser en at Bacillariophyceae (kiselalgene) utgjør den største prosentvise andel av det samlede plantep plankton om våren i mai (i april for innsjøer på lavlandet i den sørvestre delen av Norge), og om høsten i september-oktober. Mens gruppen "µ-alger" (små, ikke nærmere identifiserbare kuleformete former med diameter 2-4 µm) har hovedtyngden på forsommeren og sommeren (mai-juli) utgjør gruppen Chrysophyceae (gullalger) en vesentlig del av det samlede plankton gjennom hele vekstsesongen, selv om gruppen vanligvis har en større prosentvis andel på forsommeren.

Artene fra gruppene Xanthophyceae (gulgrønnalger) og Euglenophyceae er helt og holdent av størst prosentvis betydning i det samlede plankton i juni.

Dinophyceae (fureflagellater) viser samme fordeling gjennom vekstsesongen, både medregnet og uten Peridinium inconspicuum med hovedtyngden i sommermånedene juni-august.

Chlorophyceae (grønnalger) er mest typiske for høysommeren, juli-august. Cyanophyceae (blågrønnalger), både med og uten Merismopedia tenuissima, viser samme fordeling gjennom vekstsesongen, med hovedtyngden på ettersommeren og tidlig høst, august-september. Raphidiophyceae (Chloromonadine), som her utelukkende omfatter en art, Gonyostomum semen, forekommer i planktonet nesten bare på sensommeren og tidlig høst.

Gruppen Cryptophyceae, som består av former med egenbevegelse ved hjelp av flageller, viser største prosentvise andel om våren og høsten. Dette er periodene med mest turbulens i vannmassene, og disse algeartene har da en fordel ved at de kan bevege seg til de vannlag med de mest optimale forhold, mens ubevegelige former blir sirkulert passivt med strømmene vertikalt i vannmassene.

5.3.2 Fordeling i forhold til totalvolum av planteplankton (figur V2, vedlegg)

Av figuren ser en at det særlig er gruppene Chrysophyceae (gullalger), "µ-alger" og Dinophyceae (fureflagellater) som utgjør det meste av det samlede planteplanktonet når det er næringsfattige (ultraoligotrofe og oligotrofe) vannmasser med lite alger. Innimellom vil det i slike vannmasser også være arter av Xanthophyceae (gulgrønnalger) og Cryptophyceae. Denne siste gruppen utgjør imidlertid også store andeler av det samlede planteplankton i mer næringsrike (mesotrofe og eutrofe) vannmasser. Også Chlorophyceae (grønnalgene) har stor prosentvis andel av det samlede planteplankton over et bredt spektrum av vannkvaliteter, men størst prosentvis andel i oligomesotrofe og mesotrofe vannmasser. Gonyostomum semen (Raphidophyceae) er en typeart for mesotrofe og eutrofe innsjøer, men ikke de kraftig eutrofe innsjøene (de mest næringsrike). Bacillariophyceae (kiselalgene) viser en fordeling med relativt store prosentvise andeler i det samlede planteplankton over hele skalaen fra oligomesotrofe til polyeutrofe vannmasser, og har som samlet gruppe liten indikatorverdi. Tilbake blir da gruppene Euglenophyceae og Cyanophyceae (blågrønnalger). Disse har klart størst prosentvise andeler av det samlede planteplankton i eutrofe vannmasser, med hovedtyngden under polyeutrofe og til dels hypereutrofe, det vil si svært næringsrike forhold. (For Merismopedia tenuissima, se senere, 5.3.1).

5.3.3 Fordeling i forhold til pH-verdier (figur V3, vedlegg)

Når det gjelder de viktigste planteplanktongruppenes fordeling med hensyn til prosentvis andel av det samlede algevolum i forhold til vannmassenes surhet (pH-verdi), er å bemerke at høye pH-verdier som oftest er et resultat av kraftig algevekst og store algebiomasser. De artene og gruppene som derfor viser størst prosentvis andel av det samlede planteplankton ved høye pH-verdier, vil være de samme som en registrerer som mest fremtredende ved de mest eutrofe, altså næringsrikste vannmasser, med stort vekstpotensiale.

Det er i første rekke gruppen Cyanophyceae (blågrønnalger) som er mest dominerende ved høye pH-verdier. Dette er en gruppe med mange arter som danner "vannblomst", noe som fører til tette konsentrasjoner av individer med kraftig CO₂-forbruk under fotosyntesen og dermed økte pH-verdier i vannmassene.

Bacillariophyceae (kiselalgene) har også største prosentvise andeler ved relativt høye pH-verdier, mens Euglenophyceae og Gonyostomum semen (Raphidiophyceae) i det vesentlige har størst prosentvis andel i vannmasser med pH mellom 7 og 8.

Mer interessant enn grupper som har største prosentvis andel ved høye pH-verdier, er de som har største andeler ved svært lave verdier.

Særlig fremtredende her er gruppen Dinophyceae (fureflagellater) som klart markerer seg med største andel ved pH mellom 4 og 5. Tar en med resultater for arten Peridinium inconspicuum viser figuren (fig. V3) at den prosentvise andel blir større for høyere pH-verdier, men fremdeles med hovedtyngden i sure vannmasser. Gruppene Chrysophyceae (gullalger) og Xanthophyceae (gulgrønnalger) har også klart den største prosentvise andel av det samlede planteplankton i mer eller mindre sure vannmasser, pH for det meste mellom 5-7, det samme er tilfelle for samlegruppen "µ-alger". Gruppen Chlorophyceae (grønnalger) har også hovedtyngden ved pH-verdier lavere enn 7. Gruppen Cryptophyceae har størst prosentvise andel rundt nøytralverdiene (pH = 7), men har relativt store prosentvise andeler i vannmasser med høyst forskjellige pH-verdier.

5.3.4 Fordeling av gruppene i forhold til næringssaltene fosfor (tot-P) og nitrogen (tot-N) og N/P forholdet. (figurene V4-V6, vedlegg)

Når det gjelder fordelingen for planteplanktongruppene i forhold til de viktigste næringssaltene har en valgt å se disse samlet og også trukket inn N/P forholdet her. Særlig innholdet av fosfor i vannmassene er som oftest den begrensende faktor med hensyn til hvor store algebiomasser det kan utvikles i vannmassene. Fordelingen for de enkelte gruppene etter fosforinnhold vil i stor utstrekning være den samme som fordelingen i forhold til totalvolum alger. Det gjelder ikke for totalnitrogen noe som gir seg utslag på relasjonene i N/P-forholdet, som derfor viser et annet fordelingsmønster.

I forhold til prosentvis fordeling av totalt algevolument (kap. 5.3.2) har Dinophyceae (fureflagellatene) og Xanthophyceae (gulgrønnalger)

størst prosentvis andel i vannmasser med lavt innhold både av fosfor og nitrogen. Det samme gjelder også i det vesentlige Chrysophyceae (gullalger) og "µ-alger". Gonyostomum semen (Raphidiophyceae) forekommer stort sett i vannmasser med fosforinnhold fra 7-25 µg P og med nitrogeninnhold 200-500 µg N/l, altså relativt høyt fosforinnhold og forholdsvis lavt nitrogeninnhold. Dette gir et N/P forhold mellom 20-50. Chlorophyceae (grønnalger) har dårlig indikatorverdi som gruppe. Grønnalger har, relativt sett, mye den samme prosentvise andel av det samlede planteplankton over et stort intervallspekter både for fosfor og nitrogen. Særlig for fosfor, er det imidlertid størst prosentvis andel ved relativt høye verdier.

Også Cryptophyceae har, som grønnalgene, nesten samme prosentvise andel av det samlede plankton over et bredt intervallspekter. Dette er en dårlig indikator som samlet gruppe, og resultatene viser den store tilpasningsdyktigheten denne gruppen har til ulike forhold.

Resultatene for Bacillariophyceae (kiselalger) viser at denne gruppen har en tilnærmet prosentvis samme andel av det samlede planteplankton fra 5-10 µg P til 50-100 µg P, altså over et stort vannkvalitetsspekter. På den annen side er det et prosentuekt maksimum ved høye nitrogenverdier, fra 700-800 µg N opp til 2000-2500 µg N.

Cyanophyceae (blågrønnalgene) har et maksimum ved høye fosforverdier, fra 40-50 µg P til over 100 µg P, og relativt høye, men også avgrensede nitrogenverdier, mellom 800-1500 µg N.

Euglenophyceae er i hovedsak avgrenset til vannmasser med høye fosforverdier (> ca 25 µg P) og høye nitrogenverdier (> ca 800-1000 µg N).

Dette gir et ganske klart fordelingsmønster med hensyn til N/P forholdet for en del grupper. Lavt forhold for Cyanophyceae (blågrønnalger) og Euglenophyceae (Trachelomonas-artene) og høyt forhold for Gonyostomium semen (Raphidiophyceae) og Isthmochloron trispnatum (Xanthophyceae). Mindre markert, men et høyt N/P forhold, viser også Dinophyceae (fureflagellater), Chrysophyceae (gullalger) og "µ-alger".

5.4 De enkelte arters indikatorverdi og fordeling

Når en vurderer den indikatorverdi en hel gruppe (blågrønnalger, grønnalger, kiselalger osv.) har, sier det seg selv at dette må bli mer upresist og mindre utsagnskraftig, enn for de enkelte artene.

Dette fordi de enkelte artene innen en gruppe vil ha til dels svært forskjellige økologiske krav og derfor utvikle maksimal prosentvis andel av det totale planteplankton ved ulike vannkvaliteter. Når en vurderer gruppene er det den indikasjon som flertallet av artene innen gruppen gir.

De enkelte artene derimot er en homogen enhet som gjør at de områder der en registrerer maksimal mengde i forhold til det totale algevolum vil være relativt snevert, selv om arten registreres over et bredt spektrum av vannkvaliteter. På tross av at det kan være til dels store variasjoner også for en og samme art, er det på artsnivå en finner de gode indikatorer på ulike vannkvaliteter.

5.4.1 I forhold til totalvolum av planteplankton (figur V7-V13, vedlegg)

Totalvolumet av alle planteplanktonalger som registreres ved analyse av en prøve fra en innsjø gir et samlet uttrykk for det trofinivå innsjøens vannmasser har. Det vil si det potensiale for algevekst som vannmassene gir, i første rekke gjennom det samlede innhold av næringsstoffer, men også ved fysiske forhold som turbulens, temperatur og lysklima. Totalvolumet av planteplankton er altså et resultat av alle økologiske faktorerens samlede påvirkning.

Som nevnt foran (kap. 3) er her skalaen for trofinivå delt inn i syv ulike intervaller eller nivåer fra de mest næringsfattige til de mest næringsrike; ultraoligotrof, oligotrof, oligomesotrof, mesotrof, eutrof, polyeutrof og hypereutrof.

Cyanophyceae (blågrønnalger) (figur V7, vedlegg)

Som figur V2 under gruppenes indikatorverdi og fordeling viste, indikerer blågrønnalgene som gruppe næringsrike, eutrofe vannmasser, og for de fleste artene innen gruppen er dette også tilfelle.

En art som skiller seg ut, og representerer en god indikatorart for oligotrofi innen denne gruppen er Merismopedia tenuissima. Denne arten forekommer i et stort antall innsjøer i Norge. Fordi den i det foreliggende materiale som helhet (utover enkeltteksemplarer) bare ble registrert i vannmasser med et samlet algevolum under $1200 \text{ mm}^3/\text{m}^3$, altså øvre grense for oligomesotrofi, og med tyngdepunktet i de oligotrofe vannmasser, er den en spesielt god indikator for rene, næringsfattige vannmasser i Norge.

Både Rosèn (1981) og Hörnström (1981) rapporterer den som forekommende

først og fremst i oligotrofe, næringsfattige innsjøer i Sverige.

Blågrønnalger som indikerer oligomestrofe og mesotrofe til begynnende eutrofe, altså noe næringsrikere vannmasser, er Gomphosphaeria naegeliana og Aphanothece sp. Dette gjelder også Anabaena flos-aquae, en art som forekommer over et stort spektrum av trofinivåer, men som vanligvis får de største prosentvise andeler av planktonet i middels næringsrike innsjøer. Vanskeligheten med denne arten er at den under gitte betingelser danner "vannblomst", det vil si at individer av denne arten flyter opp mot overflaten, og anriker de øverste vannsjikt som dermed får en større andel enn normalt for vannmassene noe dypere.

Gomphosphaeria lacustris danner ikke "vannblomst", men finnes i de fleste vannkvaliteter, selv om den klart største prosentvise andel er i de eutrofe vannmasser. Det samme gjelder Chroococcus minutus.

Microcystis incerta, Microcystis wesenbergii og Oscillatoria limnetica er gode indikatorarter for eutrofe vannmasser, mens Anabaena circinalis og A. spiroides har stor andel av det samlede planteplankton over en bredere del av trofiskalaen. Dette skyldes nok til en stor del at disse artene har vært blandet sammen og til dels feilbestemt, men tyngden for begge ligger i det eutrofe og polyeutrofe trofinivå. Aphanizomenon flos-aquae har maksimum i det eutrofe nivå, men strekker seg også med store andeler opp i det polyeutrofe intervall. Denne arten er hos Rosen (1981) og Hörnström (1981) indikasjon på polyeutrofe vannmasser, men kan registreres med tildels store prosentvise andeler over store deler av den mesotrofe og eutrofe del av skalaen. Sladeczek (1973) angir den ikke som typisk for spesielt næringsrike vannmasser.

Også Anabaena solitaria f. planctonica har størst prosentvis andel i polyeutrofe vannmasser, men har i likhet med Aphanizomenon flos-aquae relativt stor andel over en større del av trofiskalaen. Anabaena tenericaulis og Microcystis aeruginosa har største prosentvise andeler i det polyeutrofe intervallet.

Achroonema sp. og særlig Oscillatoria agardhii har klart sine største prosentvise andeler i polyeutrofe og hypereutrofe vannmasser.

Grunnen til at arter som Microcystis aeruginosa, Aphanizomenon flos-aquae og Oscillatoria agardhii registreres over så stort spektrum, med hovedtyngden i det polyeutrofe og hypereutrofe nivå ligger først og fremst i at disse danner "vannblomst" til tider, og da blir de konsentrert i de øverste vannmassene og kan danne nesten monokulturer. Dette påvirker selvsagt sterkt både mengde og

prosentvis andel ved ulike prøvetakingstidspunkter. Disse artene er ofte typearter for vannmasser som er sterkt påvirket av forurensninger fra jordbruksavrenning og kommunale utslipp.

Chlorophyceae (grønnalger) (figur V8, vedlegg)

Dette er en gruppe alger som kan dominere kraftig i små, næringsrike vannforekomster som dammer eller små vannreservoarer, men som sjelden har store forekomster i naturlige, litt større vannlokaliteter. Som regel utgjør gruppen en liten, men relativt konstant andel av det samlede planteplankton i de fleste innsjøer.

En del arter er gode indikatorarter for oligotrofe og i stor utstrekning ultraoligotrofe vannmasser. Hit hører artene Monoraphidium griffithii, Oocystis submarina v. variabilis, Dictyosphaerium subsolitarium, Mougeotia spp. og Scourfieldia cordiformis. Arter som Paramastrix conifera og Gyromitus cordiformis har også største prosentvise andel i forhold til totalvolumet i slike vannmasser, men disse registreres over det meste av trofiskalaen.

Selenastrum capricornutum (Raphidocelis subcapitata) er en god indikatorart for oligotrofe forhold, det samme er tilfelle med Monoraphidium dybowskii, selv om denne relativt sett har samme prosentvise andel både i den ultraoligotrofe, oligotrofe og oligomesotrofe del av skalaen.

Som indikatorarter for oligotrofe vannmasser hører også Monographidium komarkovae og Staurodesmus indentatus. Ankyra judayi er en art som i denne undersøkelsen har fått et maksimum i det oligotrofe nivå, men som ofte er forbundet med mer næringsrike vannmasser.

Derimot er Staurodesmus cuspidatus v. curvatus og Tetraedron minimum v. tetralobulatum arter som har største prosentvise andeler i oligotrofe og oligomesotrofe vannmasser og er relativt gode indikatorarter for disse nivåene. Dette er også tilfelle med Sphaerocystis schroeteri, selv om denne ofte registreres i mer næringsrike innsjøer.

Andre relativt gode indikatorarter for oligomesotrofe vannmasser er Crucigeniella rectangularis, Crucigenia tetrapedia og C. quadrata, sammen med Quadrigula pfitzeri og Dictyosphaerium pulchellum v. minimum. Crucigenia tetrapedia er hos Rosen (1981) satt opp under eutrofe arter, mens denne undersøkelsen registrerer maksimum i noe bedre vannkvaliteter. Botryococcus braunii er en art som vanligvis

hører til i den oligotrofe del av skalaen, men som (se figur V8) også registreres i mer næringsrike vannmasser.

Relativt gode indikatorarter for oligomesotrofe og mesotrofe forhold er Crucigeniella apiculata og Cosmarium pygmaeum, selv om den siste ofte registreres i i mer næringsrike vannforekomster i Norge.

En art som Coelastrum microporum har i denne undersøkelsen vist seg å ha størst prosentvis andel i planteplanktonet når totalvolumet tilsvarende mesotrofe forhold, men er klart vanlig også i eutrofe og polyeutrofe vannmasser. Vurdert ut fra om arten er registrert eller ikke registrert, som hos Rosèn (1981), er den mest vanlige i moderat til svært eutrofe vannmasser. Staurastrum planctonicum, Tetraedron caudatum og Closterium acutum v. variabile ble registrert med største prosentvis andel i den mesotrofe og begynnende eutrofe del av skalaen, men registreres også i mer næringsrike innsjøer. Paulschulzia pseudovolvox er en relativt god typeart for mesotrofe vannmasser. Arter som Trebauria triappendiculata, Tetraedron minimum, Scenedesmus spinosus, Monoraphidium minutum, Ankistrodesmus falcatus, Dictyosphaerium pulchellum og Elakatothix virdis har alle største prosentvis andel av planteplanktonet i den mesotrofe og begynnende eutrofe del av skalaen. Felles for dem alle er at de finnes over en relativt stor del av trofiskalaen.

Arter som Pediastrum boryanum og Closterium limneticum er vanlig å finne i noe større antall i eutrofe vannmasser. Relativt gode indikatorarter for eutrofe vannmasser er Staurastrum paradoxum, Staurastrum paradoxum v. parvum, Pandorina morum, Scenedesmus quadricauda og Micractinium pusillum, ofte med større bestander også i polyeutrofe vannmasser, selv om de her vanligvis utgjør en mindre prosentvis andel av det samlede planteplankton. Artene Cosmarium depressum og Oocystis lacustris finnes over store deler av skalaen, og er ikke særlig egnet som indikatorarter (O. lacustris er sannsynligvis ofte blandet sammen med O. marssonii ved en del av analysearbeidet). Scenedesmus armatus, Scenedesmus acuminatus og Pediastrum duplex er alle forholdsvis gode indikatorarter for eutrofe og polyeutrofe vannmasser.

En art (figur V8), Monoraphidium contortum, viser et merkelig fordelingsmønster med en topp både i det oligotrofe og det polyeutrofe området. Det er sannsynlig at arten Monoraphidium irregulare er slått sammen med M. contortum og at den oligotrofe toppen er representert av førstnevnte, mens den polyeutrofe representerer M. contortum.

Chrysophyceae (gullalger) (figur V9, vedlegg)

Som vist under omtalen av gruppene (kap. 5.3.2), representerte Chrysophyceae (gullalger) en gruppe som hadde sin største prosentvise andel av det samlede planteplankton i næringsfattige, oligotrofe, vannmasser. Det er derfor naturlig at de fleste artene innen denne gruppen har største prosentvise andeler i forhold til det totale planteplankton i det samme trofinivå. Svært mange arter blant Chrysophyceae representerer gode indikatorarter nettopp på næringsfattige vannmasser. Som figur V9 viser er artene Kephyrion boreale, Chromoulina sp. (C. pseudonebulosa?), Stichogloea doederleinii, Chrysolykos skujai, Bitrichia chodatii, Mallomonas akrokomos (v. parvula), Pseudokephyrion taeniatum, Dinobryon suecicum, Pseudokephyrion entzii, Spiniferomonas spp., Dinobryon borgei og Dinobryon crenulatum, gode indikatorarter for det oligotrofe nivå.

Det samme gjelder arter som Phaeaster aphanaster, Stalexomonas dichtoma, Dinobryon korschikovii, Bitrichia phaseolus, Bitrichia ollula, Dinobryon sociale v. americanum, Chrysolykos planctonicus og Dinobryon cylindricum (+v. alpinum), selv om disse kan ha noe større prosentvis andel også i den oligomesotrofe del av skalaen, altså i et overgangsnivå mot litt mer næringsrike vannmasser.

Arter som indikerer mesotrofe vannmasser og tildels begynnende eutrofe vannmasser er Mallomonas caudata, Dinobryon bavaricum, Uroglena americana, Mallomonas maiorensis, Dinobryon divergens, Mallomonas crassisquama, Mallomonas reginae, ulike arter av Synura (for en stor del representerer gruppen Synura spp. antagelig S. petersenii ved siden av S. uvella), Dinobryon sertularia og Dinobryon sociale.

Arten Chrysochromulina parva er en art som registrerer i alle typer vannkvaliteter, men ofte har den størst prosentvis andel i forhold til totalvolum av planteplankton i mesotrofe og begynnende eutrofe vannmasser.

Bacillariophyceae (kiselalger, diatomeer) (figur V10, vedlegg)

Dette er en gruppe alger som (se fig. V1 og kap. 5.3.1), der de forekommer i noe større andel av det samlede planteplankton, ofte er knyttet til våroppblomstringer. I denne perioden kan de, særlig i noe mer næringsrike vannmasser, dominere i planktonet. Enkelte arter vil også dominere i sommermånedene i næringsrike innsjøer.

De fleste norske innsjøer er imidlertid relativt næringsfattige, og der utgjør denne gruppen som oftest en liten del av det samlede

planteplankton, hvis representanter for gruppen i det hele tatt blir registrert i planteplanktonet.

Som figuren (fig. V10) viser er artene Melosira distans v. alpigena, Eunotia lunaris, Frustulia rhomboides (+ v.saxonica), Melosira distans og Tabellaria flocculosa gode indikatorarter innen denne gruppen på næringsfattige, oligotrofe vannmasser. Cyclotella glomerata og Cyclotella sp (d = 5-8µm, dette sannsynligvis også for en stor del C. glomerata) har hovedtyngden i den oligotrofe og oligomesotrofe del av trofiskalaen, men kan ha større prosentvis andel i mer næringsrike vannmasser.

Arter som har størst prosentvis andel i den oligomesotrofe og mesotrofe del av skalaen er Rhizosolenia longiseta og Cyclotella comta.

Tabellaria fenestrata og Asterionella formosa har også størst prosentvis andel i det mesotrofe nivå, men disse, og særlig Asterionella formosa dominerer ofte i forsommer- og sommerplanktonet i store innsjøer som er en del belastet av forurensende tilførsler og der vannmassene er i et relativt tidlig eutroft stadium. Dette er f.eks.tilfelle med vår største innsjø, Mjøsa selv om forholdene her de senere årene er blitt betydelig bedre. Disse to artene har imidlertid en bred økologisk toleranse. De registreres i nær sagt alle typer vannmasser og er derfor ikke særlig gode indikatorarter.

Melosira ambigua og Synedra acus v. radians er mer typiske for mesotrofe innsjøer og innsjøer i et tidlig eutroft nivå, selv om begge registreres med større andeler også i betydelig mer næringsrike vannmasser.

Melosira italica v. tenuissima har største prosentvise andel i det eutrofe området, men kan ha betydelige andeler over et bredt spektrum av trofiskalaen.

Gode indikatorarter for eutrofe vannmasser innen kiselalgene er Melosira italica, Synedra rumpens og Stephanodiscus hantzschii v. pusillus (den siste spesielt i vårplanktonet).

Diatoma elongata danner mange ganger nesten renkulturer i svært næringsrike, polyeutrofe vannmasser, men kan registreres i planktonet også i mer næringsfattige vannmasser. (Antakelig er det da snakk om en variant; Diatoma elongata v. tenuis). Cyclotella meneghiniana, Nitzschia gracilis og Fragilaria crotonensis er gode indikatorer for forurensete, sterkt næringsrike vannmasser, og de har største

prosentvise andel av det samlede planteplankton i det eutrofe og polyeutrofe nivå. Særlig F. crotonensis kan bli svært dominerende om sommeren og tidlig høst i innsjøer med slike vannmasser. Synedra acus v. angustissima registreres i flere typer vannmasser, men er ofte mest fremtredende i svært næringsrike, polyeutrofe og hypereutrofe vannmasser.

Cryptophyceae (figur V11, vedlegg)

Dette er en gruppe som er vanlig i planktonet, men som det for mange arters vedkommende er svært vanskelig å identifisere til art i konserverte vannprøver. På grunn av dette er arter, særlig innen slekten Cryptomonas, ved analyser slått sammen i størrelsesordner. Dette gjør disse uegnet som indikatorer på vannmassenes trofinivå.

Gruppen som helhet består av tilpasningsdyktige arter med egenbevegelse ved hjelp av flageller. Dette gjør at de fleste formene har relativt stor prosentvis andel av det totale planteplankton over en stor del av trofiskalaen, og således er dårlige indikatorarter.

Tilpasningsdyktigheten for gruppens arter viser seg spesielt ved at Katablepharis ovalis og i enda større grad Rhodomonas lacustris (+v. nannoplanctica) ble registrert i 85-90% av alle undersøkte innsjøer uansett trofinivå. R. lacustris (+ v. nannoplanctica) har ofte nesten renkulturer eller sterk dominans i innsjøer som er sterkt påvirket av breslam eller leirpartikler, særlig i de korte periodene da breslam eller leirpartikkelpåvirkningen blir noe mindre ved redusert breavsmelting og avrenning fra leirjordområder og vannet derfor mer lysgjennomtrengelig.

Relativt gode indikatorarter ut fra denne undersøkelsen innen gruppen Cryptophyceae er Cryptaulax vulgaris som indikator på oligotrofe og tildels ultraoligotrofe vannmasser, og Cryptomonas erosa som indikator på mesotrofe og eutrofe vannmasser. Som figur V11 viser har denne arten helt klart størst prosentvis andel i det mesotrofe trofinivå, men er, som Rosèn (1981) nevner, registrert i vannmassene over en større del av skalaen.

Dinophyceae (fureflagellater) (figur V12, vedlegg)

De fleste artene tatt med her er svært store med et stort spesifikt volum. Små feil i antallsberegningene ved analysene vil derfor få forholdsvis stor innvirkning på det totale algevolum selv om individantallet for de fleste artene vanligvis er beskjedent. Særlig gjelder dette i de tilfeller hvor totalvolumet av planteplankton er

lite.

Som figuren viser (fig. V12) har Peridinium willei sin største prosentvise andel i det oligotrofe, næringsfattige området. Denne er i andre undersøkelser regnet som relativt typisk for mesotrofe og svakt eutrofe vannmasser (Hörnström 1981, Rosèn 1981). Noe av grunnen til at P. willei's største prosentvise andel i denne undersøkelsen faller sammen med næringsfattigere vann kan være det som er nevnt innledningsvis til dette gruppeavsnitt.

Både Gymnodinium lacustre og Gymnodinium uberrimum har størst prosentvis andel i den oligotrofe delen av skalaen, Peridinium palustre i den oligomesotrofe delen. Det samme gjelder Peridinium inconspicuum, selv om denne er registrert med stor prosentvis andel av det samlede plankton både i mer næringsfattige og næringsrikere vannmasser. En god indikator innen denne gruppen på eutrofe vannmasser er Peridinium (Peridinopsis) elpatiewskyi. Ceratium hirundinella, en art som kan registreres også i forholdsvis næringsfattige vannmasser, kan i særlig næringsrike, polyeutrofe, innsjøer utvikle masseforekomster.

Indikatorarter innen andre grupper (figur V13, vedlegg)

Enkelte arter fra andre grupper enn de som er omtalt foran, registreres ofte i planteplanktonanalysene og tas derfor med her.

Innen Euglenophyceae er det artene Trachelomonas volvocina og Tr. hispida. Som figuren viser (fig. V13), registreres Tr. volvocina med relativt sett samme prosentvise andel av det samlede plankton over det meste av trofiskalaen fra oligomesotrofe vannmasser til svært næringsrike, hypereutrofe.

Tr. hispida derimot ser av resultatene ut til å være en meget god indikatorart på svært næringsrike, polyeutrofe og hypereutrofe, vannmasser.

Innen gruppen Raphidiophyceae (Chloromonadine) er det en art som ofte opptrer i vannprøver fra norske innsjøer, særlig i humusrike vannmasser. Det er Gonyostomum semen. Som figuren (fig. V13) viser opptrer den særlig i mesotrofe og eutrofe humusrike vannmasser med de største prosentvise andeler i forhold til det totale planteplanktonvolum. For slike vannforekomster er artene en god indikatorart. I enkelte vannlokaliteter kan den opptre med dominerende bestander, og fører da til intens kløe ved bading.

En art innen Xanthophyceae (gulgrønnalger) registreres også relativt ofte i planteplanktonet, men i små bestander. Det er Isthmochloron trispinatum. Denne er regnet som en god indikatorart for ultraoligotrofe og oligotrofe vannmasser, der den relativt sett har den største prosentvise andel.

5.4.2 I forhold til vannmassenes surhetsgrad (pH-verdi) (figur V14-V20, vedlegg)

Høye pH-verdier i vannmassene er i de fleste norske vannforekomster som regel resultatet av kraftig fotosynteseaktivitet fra en meget stor biomasse av alger. Vannets CO₂ forbrukes og pH-verdien øker, dess mer jo større algemengden i vannmassene er, men stor algebiomasse behøver ikke nødvendigvis å bety stor fotosynteseaktivitet i øyeblikket. I stor utstrekning vil det være de samme artene som opptrer med de største prosentvise andeler av det samlede planteplankton ved høye pH-verdier som i de næringsrikeste vannmassene.

Eventuelle indikatorarter på høye pH-verdier er derfor av mindre interesse, selv om høye pH-verdier i vannmassene kan henge sammen med stor tilførsel av salter (som f.eks. Ca-salter) fra områder i innsjølokalitetens nedbørfelt, og artene derfor kan være interessante som indikatorer på denne type vannmasser. Om høye pH-verdier skyldes stor fotosynteseaktivitet eller stort innhold av salter (høy konduktivitet), kan denne undersøkelsen ikke skille ut, da analyser av konduktiviteten i vannet i de fleste dataserier mangler.

Av særlig interesse i forholdet mellom planktonarter og pH-verdi er arter som indikerer vannmasser på den "sure" delen av pH-skalaen, dvs. arter som har størst prosentvis andel i vannmasser med pH < 7,0.

Den algesammensetning og mengde som utvikles i "sure" vannforekomster vil i mange sammenhenger kunne være forskjellig i vannmasser med stort eller lite innhold av humus. I denne sammenheng er bare tatt hensyn til sammenheng i forhold til målt pH-verdi, da analyseresultater som indikerer humusinnhold ikke har vært tilgjengelig.

Cyanophyceae (blågrønnalger) (figur V14, vedlegg)

Denne gruppens arter har, for de flestes vedkommende, størst prosentvis andel av det samlede planteplankton ved høye pH-verdier, i alle fall ved pH > 7,0. Et unntak her når det gjelder trofinivå (se kap. 5.4.1) er Merismopedia tenuissima som er en god indikatorart på moderat sure vannmasser (pH 5-7, for det meste pH 5-6), men sjelden registreres i vann med pH < 5 eller pH > 7.

Også Gomphosphaeria naegeliana har ofte størst prosentvis andel i svakt sure eller nøytrale vannmasser, selv om denne også registreres i vann med høyere pH-verdier.

Chlorophyceae (grønnalger) (figur V15, vedlegg)

Som figuren viser er de fleste arter registrert innen denne gruppen vanlige over et større pH-spekter, eller har største prosentvise andel ved pH-verdier rundt nøytralpunktet eller ved pH > 7,0. En del arter er imidlertid gode indikatorarter på sterkt sure eller moderat sure vannmasser.

Flere arter innen slekten Mougeotia opptrer ofte i planteplanktonet i sure vannmasser (pH 4-5). I enkelte lokaliteter kan arter innen denne slekten opptre i relativt store biomasser i slike sure vannmasser. Arter som har størst prosentvis andel av det samlede planteplankton i moderat sure vannmasser, først og fremst ved pH-verdier mellom 5 og 6 er Oocysis submarina v. variabilis, Scourfieldia cordiformis, Paramastix conifera, Monorapidium griffithii, Crucigenia tetrapedia, og Monoraphidium dybowskii. Flere av dem registreres også i vannmasser med betydelig høyere pH-verdier.

En rekke arter er typiske for vannmasser som er svakt sure, det vil si pH 6-7. Denne pH-verdi er vanligst i de fleste norske vannforekomster med små eller moderate planteplanktonmengder. Slike arter er Monoraphidium komarkovae, Staurodesmus indentatus, Koliella sp., Selenastrum capricornutum (Raphidiocelis subcapitata), Ankyra judayi, Elakatothrix gelatinosa, Dictyosphaerium pulchellum v. minutum, Dictyosphaerium subsolitarium, Ankyra lanceolata sammen med Sphaerocystis schroeteri og Closterium acutum v. variabile. Flere av disse, og særlig C. acutum v. variabile, er arter som en ut fra erfaring forbinder med næringsrike vannmasser. Det er derfor interessant at figur V15 viser at de utvikler de største prosentvise andeler i svakt sure til nøytrale vannmasser.

Chrysophyceae (gullalger) (figur V16, vedlegg)

Dette er en gruppe med de fleste artene, og også gruppen som helhet, som indikatorer på næringsfattige vannmasser (Kap.5.4.1).

Av figur V16 fremgår det at innen denne gruppen finner en de fleste artene med største prosentvise andel i vannmasser med pH < 7,0, altså

"sure" vannmasser, og flere arter er gode indikatorer på slik vannkvalitet. Gode indikatorarter på svært sure vannmasser (pH 4-5) er Bitrichia phaseolus og Bitrichia ollula. Dinobryon sociale v. americanum har også største prosentvise andel i dette området, men registreres også ved høyere pH-verdier.

Andre gode indikatoarter for sure vannmasser (pH 4-6) er Pseudokephyrion taeniatum, Chromulina sp. (C. pseudonebulosa ?), Chrysolykos skujai, Dinobryon korschikovii, Dinobryon crenulatum, Bitrichia chodatii, Kephyrion boreale og Dinobryon bavaricum hører også hit, selv om disse registreres i vannmasser med høyere pH-verdier.

Flere arter som Dinobryon suecicum, Mallomonas akrokomos (v. parvula), Spiniferomonas spp., Pseudokephyrion entzii, Mallomonas reginae, Dinobryon cylindricum (+ v. alpina) og Dinobryon borgei er indikatorarter på svakt "sure" og nøytrale vannmasser, pH rundt 7 eller litt lavere. Indikatorer på vannmasser med pH litt høyere enn 7 er Stelaxomonas dichotoma og Mallomonas cf. maiorensis. Arter innen Chrysophyceae, som registreres med størst prosentvis andel i vannmasser med relativt høy pH-verdi (pH > 8) er Dinobryon sociale og interessant nok Chrysolykos planctonicus. Den siste er en art som registreres mest i oligotrofe og mesotrofe vannmasser, og det er mulig at den er en indikator på vannmasser rike på kalk eller andre salter, selv om denne undersøkelsen ikke kan si noe om dette.

Bacillariophyceae (kiselalger) (figur V17, vedlegg)

De fleste artene innen denne gruppen har størst prosentvis andel rundt nøytralpunktet eller høyere, og er mye de samme artene som kan ha store bestander i næringsrikere vannmasser.

At en art som Cyclotella comta har størst prosentvis andel ved pH 8-9 på tross av at den vanligvis har størst forekomst i oligotrofe vannmasser, kan tyde på at denne utvikler større prosentvise andeler i mer kalkrike vannmasser, eller generelt vannmasser med høy konduktivitet.

Typiske og gode indikatorarter innen denne gruppen på sure vannmasser er Frustulia rhomboides (+ v. saxonica) og Eunotia lunaris. Arter som Melosira distans, Melosira distans v. alpigena og Tabellaria flocculosa er også vanlige i noe sure vannmasser.

Tabellaria flocculosa er i utgangspunktet en benthisk algeform, men

registreres ofte i planktonet.

Cryptophyceae (figur V18, vedlegg)

Som for de fleste parametre er denne gruppens arter også dårlige indikatorer for surhetsgraden i vannmassene. Som nevnt under (kap.5.3.1 og 5.4.1) er de tilpasningsdyktige og forekommer under ulike økologiske forhold og ofte er de vanskelig å identifisere til art på konserverte materiale. Begge faktorer gjør arter innen denne gruppen lite egnet som indikatorarter.

Dinophyceae (fureflagellater) (figur V19, vedlegg)

Innen denne gruppen er det, som figuren viser, enkelte gode indikatorarter.

Peridinium inconspicuum utvikler ofte store bestander, relativt sett, i sure vannmasser (pH 4-5), og er som helhet en survannsindikator.

Rosèn (1981) mener at Peridinium willei har størst affinitet til vannmasser med høy konduktivitet. I denne undersøkelsen har arten størst prosentvis andel i svakt sure vannmasser, men den er mest vanlig å registrere i kystnære innsjøer.

Ceratium hirundinella, derimot, har størst prosentvis andel av det totale planteplankton i vannmasser med pH 7-8. Den kan også ha store bestander i vann med betydelig høyere pH (pH 8-10). Som nevnt under kap.5.3.1 kan den i næringsrike innsjøer i enkelte tilfeller utvikle så store bestander at den i planktonet blir helt dominerende.

Peridinium palustre er en art som har størst prosentvis andel i vannmasser med pH 7-8, men som også er å finne i svakt sure innsjøer.

En god indikator for svært alkaliske vannmasser er Peridinium (Peridinopsis) elpatiewsky, en typisk art for næringsrike vannmasser (se kap.5.4.1).

Indikatorarter innen andre grupper (figur V20, vedlegg)

Som det fremgår av figuren har de to artene som er med i oversikten under Euglenophyceae, Trachelomonas volvocina og Trachelomonas hispida, størst prosentvis andel i forhold til det totale planteplanktonvolum ved høye pH-verdier. Dette er arter en vanligvis

finner i sterkt forurensete vannmasser med stort algevolum, noe som i seg selv fører til de høye pH-verdiene (høy pH på grunn av stor algeproduksjon). Trachelomonas volvocina har maksimum ved pH 7-8 og Trachelomonas hispida i pH-intervallet 8-9, altså svært høye pH-verdier i våre vannlokaliteter.

Gonyostomum semen innen Raphidiphyceae har også maksimum i intervallet 7-8, men registreres stort sett i vannmasser rundt nøytralpunktet (pH = 7). Dette er imidlertid en typeart for sterkt humøse vannmasser som referert til blant annet hos Willen, Hajdu og Pejler 1989. De største biomassene utvikles av denne arten i noe mer næringsrike lokaliteter (se kap.5.4.1).

Blant Xanthophyceae (gulgrønnalgene) er det bare arten Isthmochloron trispinatum som er med i listen og som forekommer i et stort antall norske vannlokaliteter. Den utvikler ikke store bestander, og finnes vanligvis i næringsfattige lokaliteter (se kap. 5.4.1). Som figuren viser har den største prosentvise andel av det samlede planteplanktonvolum i sure vannmasser og er en god indikatorart i forsurede vannlokaliteter.

5.4.3 I forhold til vannmassenes totale fosforinnhold (tot-P). (figur V21-V27, vedlegg)

Da vannmassenes innhold av fosfor i de fleste tilfeller er den begrensende faktor og dermed den regulerende faktor for planteplanktonvekst og planteplanktonbiomasse, vil fordelingsmønsteret for de enkelte algeartene med hensyn til totalfosfor i store trekk følge fordelingen i forhold til trofinivåene gradert etter det totale planteplanktonvolum (kap. 5.4.1).

Når det er sagt, er det klart at totalfosforinnholdet i vannmassene i mange tilfeller ikke er ensbetydende med mengden av fosfor tilgjengelig for algevekst.

I sjøer hvor vannmassene får tilført store mengder av breslam eller erosjonsprodukter, kan de målte verdier for totalfosfor være relativt høy, men den registrerte planteplanktonmengde i vannmassene står ikke i noe rimelig forhold til det målte fosforinnhold. En stor del av det registrerte fosfor er i en slik form at det ikke er tilgjengelig for algenes vekst.

Forskjellige forfattere har forsøkt en inndeling i vannkvalitetsnivåer basert på totalfosforinnholdet som gjennomsnittsverdier for vekstsesongen:

Alle verdier er $\mu\text{g P/l}$.

	Oligotrofe	Mesotrofe	Eutrofe	Hypereutrofe
Shapiro (1975)	< 8,6	8,7-17,3	> 17,4	
Carlson (1977)	< 12	12-24	> 24	
Ahl og Wiederholm (1977)	< 12,5	12,5-25	> 25	
Rast og Lee (1978)	< 10	10-20	> 20	
Forsberg og Ryding (1980)	< 15	15-25	25-100	> 100
SFT-rapport (1989)	< 11	11-20	> 20	

Resultatene fra SFT-rapport (Holtan og al.) (1989) er egentlig delt inn i fire nivåer: 0-7 (oligotrofe), 7-11 (oligomesotrofe), 11-20 (mesotrofe), >20 (eutrofe).

Selv om verdiene kan variere noe, avhengig av intervallinndelingen av trofinivåene, er de i store trekk overensstemmende.

I denne undersøkelsen er intervallene delt inn slik at totalfosfornivåene tilsvarer hovedtrofinivåene under kap. 3 på følgende måte, basert på maksimumsverdien for totalvolum.

Oligotrof (omfattende ultraoligotrof, oligotrof, oligomesotrof) < 10 $\mu\text{g P/l}$, mesotrof 10-25 $\mu\text{g P/l}$ og eutrof (omfattende eutrof, polyeutrof og hypereutrof) > 25 $\mu\text{g P/l}$.

Siden fordelingsmønsteret for de enkelte planteplanktonartene i forhold til totalfosfor i store trekk er det samme som tilsvarende mønster i forhold til totalvolumet, men mer "langstrakte", er resultatene mindre interessante her enn under kapitlet hvor totalvolum ble lagt til grunn. Vannkvalitetsvurdering basert på totalvolum av planteplankton inkorporerer summen av alle de økologiske faktorer som påvirker algeveksten. For nærmere vurdering av fordelingsmønsteret for de enkelte artene innen hver gruppe basert på totalfosforinnholdet henvises leseren til de enkelte figurene (fig. V21-V27).

5.4.4 I forhold til vannmassenes totale nitrogeninnhold (tot-N) (figur V28-V34, vedlegg)

Nitrogen er for norske vannforekomsters vedkommende bare i få tilfeller begrensende faktor for algevekst, sammenlignet med fosfor, og på samme måte som for totalfosfor, gir ikke nivået for totalnitrogen uten videre et mål på mengden av tilgjengelig nitrogen for algenes vekst.

Enkelte forfattere har også for totalnitrogen forsøkt å sette opp intervaller for vannkvalitetsnivåer som gjennomsnittsverdier gjennom vekstsesongen.

Forsberg og Ryding (1980) har foreslått disse verdiene for de ulike intervallene (verdiene i $\mu\text{g N/l}$):

Oligotrof <400, mesotrof 400-600, eutrof 600-1500 og hypereutrof > 1500.

SFT-rapport (1989) har foreslått følgende intervaller:

Oligotrof <200, oligomesotrof 200-350, mesotrof 350-500, eutrof > 500.

I den foreliggende undersøkelsen er gjort følgende inndelinger, som grovt kan sammenlignes med hovedinndelingen i trofinivåer under totalvolumene (kap. 5.4.1) basert på maksimumsverdier for totalvolum.

Ultraoligotrof og oligotrof <200, oligomesotrof 200-500, mesotrof 500-800, >800 eutrof, polyeutrof og hypereutrof.

For nærmere vurdering av fordelingsmønsteret for de enkelte artene innen hver gruppe basert på totalnitrogeninnholdet henvises leseren til de enkelte figurene (figur V28-V34).

5.4.5 I forhold til vannmassenes N/P forhold (totalnitrogen : totalfosfor) (figur V-35-V41, vedlegg)

Flere forfattere har arbeidet med N/P-forholdet i vannmassene (totalnitrogen/totalfosfor) og enkelte planteplankton-formers utvikling i forhold til ulike N/P-forhold. Smith (1983), Tilman og al. (1986), Hecky og Kilham (1988), Suttle og Harrison (1988) og Olsen og Jensen (1989), har alle arbeidet med nitrogen og fosforbegrensning og hvorledes dette innvirker på veksten av de enkelte artene og sammensetninger av planteplankton i vannmasser med ulike N/P-forhold. Levine (1983) konkluderer med at de fleste algearter har optimale forhold når N/P-forholdet er mellom 11:1 og 20:1, og at heterocystedannende blågrønnalger dominerer planteplanktonet når N/P-forholdet blir mindre enn 11:1. Suttle og Harrison (1988) har gjort forsøk med å se på dominans av ulike planteplanktonarter ved forskjellige N/P-forhold. Olsen og Jensen (1989) viser at det optimale N/P-forholdet er artsavhengig og en alge vil i prinsippet ha et konkurransefortrinn dersom nitrogen og fosfor tilføres i et forhold

lik dens optimale N/P-forhold.

I denne undersøkelsen er N/P-forholdet i vannmassene, beregnet som vektforhold $\mu\text{g N}/\mu\text{g P}$, satt opp i ulike intervaller, og fordelingsmønsteret for de ulike planteplanktonartene er fremstilt.

Forhøyet nitrogen i forhold til fosfor kan være et resultat av forsuring i et område, noe som øker nitrogentilførselen til vannmassene. Enkelte industriutslipp kan ha samme effekt. Ved direkte kommunale utslipp er det vanligvis fosfortilførselen som øker, og N/P-forholdet blir mindre.

Ved jordbruksavrenning kan både nitrogenmengden og fosformengden til vannmassene økes avhengig av typen jordbruksavrenning. Forholdet kan endres i begge retninger, eller forholdet kan opprettholdes, men mengden av hver komponent økes. Avhengig av i hvilken retning forholdet endrer seg vil planteplanktonsamfunnet endre seg.

Arter spesielt registrert i vannmasser med høyt N/P-forhold vil bli mer fremtredende når N/P-forholdet øker, som f.eks. ved forsuring som resultat av "sur nedbør", eller ved utslipp fra smelteindustri (Yan 1979). Arter vanlige ved lavt N/P-forhold vil bli mer fremtredende når N/P-forholdet synker, som tilfelle vil være f.eks. ved økte tilførsler til vannmassene av kommunale utslipp (kloakkutslipp).

I hvilken retning jordbruksavrenning vil føre er avhengig av hvorledes avrenningen påvirker forholdet, dvs. hva slags jordbruksavrenning det er snakk om.

Fordelingsmønsteret for de ulike algeartene i forhold til N/P-forholdet er vist i figurene V35-V41. En må her selvsagt ta hensyn til mengdene av totalfosfor og totalnitrogen, ikke bare forholdet.

Cyanophyceae (blågrønnalger) (figur V35, vedlegg)

Som fig. V35 viser er arter som Gomhosphaeria lacustris, Microcystis aeruginosa, Aphanocapsa elachista, Oscillatoria agardhii, Microcystis wesenberghii, Anabaena spiroides og Achroonema sp. vanlige i vannmasser med relativt lavt N/P-forhold. Det vil si mye av de samme arter som vil dominere planteplanktonet i innsjøer som mottar store utslipp av kommunale avløp, eller i flere tilfelle også betydelig jordbruksavrenning, der jordbruksavrenningen kommer fra naturlig gjødsel eller silosaft, eller ved utvasking av erosjonsprodukter.

Interessant i denne sammenheng er at arter som Aphanizomenon flos-aquae, Chroococcus minutus og Anabaena circinalis er arter som foretrekker forholdsvis høyt N/P-forhold. Dette er arter som vanligvis finner i sterkt forurensete vannmasser med høyt innhold av totalfosfor, og det vil si at de trives godt i vannmasser der totalt nitrogeninnhold er svært høyt.

Anabaena circinalis og Aphanizomenon flos-aquae har heterocyster og kan derfor fikserer nitrogen fra luftens innhold av nitrogen. Derfor skulle en vente å finne disse som fremtredende arter der N/P-forholdet er lavt og artene derfor får en konkurransemessig fordel ved denne egenskapen.

Merismopedia tenuissima utvikler de største prosentvise andelene av totalt plantep plankton når N/P-forholdet er svært stort. Denne arten forekommer mest i relativt fosforfattige, ofte noe forsurete vann. Her kan en tenke seg at nitrogenøkningen skyldes "sur nedbør".

Chlorophyceae (grønnalger) (figur V36, vedlegg)

Av fig. V36 fremgår det at arter som Scenedesmus acuminatus, Closterium limneticum, Pediastrum duplex, Pediastrum boryanum, Scenedesmus armatus og Coelastrum microporum er mest fremtredende der vannmassene har et forholdsvis lavt N/P-forhold. Dette er arter en ofte finner i planktonet der vannmassene er sterkt forurenset og har fått et forhøyet totalfosforinnhold i første rekke fra kommunale utslipp, men også fra enkelte typer jordbruksavrenning.

Mange arter innen denne gruppen utvikler de største prosentvise andeler der N/P-forholdet er "normalt", dvs. mellom 10 og 20, men svært mange også der N/P-forholdet er høyt.

Arter som Staurastrum paradoxum og St. paradoxum v. parvum, Scenedesmus quadricauda, Cosmarium pygmaeum og Crucigeniella apiculata (+ pulchra) finner en mest i forurensete vannmasser, hvor innholdet av både totalfosfor og totalnitrogen er høyt, men hvor innholdet av totalnitrogen er økt sterkt i forhold til fosforinnholdet. Dette kan være tilfelle ved jordbruksavrenning (kunstgjødsel), muligens også ved spesielle industriutslipp, eller kombinasjoner av slike og en del kommunale utslipp.

Arter som Selenastrum capricornutum (Raphidiocelis subcapitata), Staurodesmus cuspidatus v. curvatus, Quadrigula pfitzeri, Paulschulzia pseudovolvox, Crucigenia tetrapedia, Scourfieldia cordiformis,

Staurodesmus indentatus, Monoraphidium griffithii, Dictyosphaerium subsolitarium, Oocystis submarina v. varibilis, Tetraedron minimum v. tetralobulatum og i særlig grad Mougeotia spp. synes alle å utvikle seg mest, relativt sett, ved høyt N/P-forhold, men i vannmasser med forholdsvis lite totalfosforinnhold. Det økte totalnitrogeninnholdet her vil kunne være effekter av påvirkning fra "sur nedbør".

Chrysophyceae (gullalger) (figur V37, vedlegg)

Som fig. V37 viser, forekommer praktisk talt alle artene innen denne gruppen med største prosentvise andel ved "normalt" N/P-forhold mellom 10-20 eller ved høyt N/P-forhold.

Arter innen gruppen som helhet finner en vanligst i forholdsvis fosforfattige vannmasser, men også ofte i forsurete vannmasser. Særlig er dette tilfelle med arter som Bitrichia phaseolus, Bitrichia ollula, Bicosoeca planctonica, Pseudokophyrion taeniatum, Dinobryon korschikovii, Kephyrion boreale, Bitrichia chodatii, Chrysolykos skujai og Pseudokephyrion entzii. Disse artene har største prosentvise andel av det samlede planteplankton i forsurede vannmasser (se kap. 5.3.3) og det forhøyete N/P-forholdet henger for disse arters vedkommende sannsynligvis sammen med økt nitrogentilførsel på grunn av "sur nedbør".

Bacillariophyceae (kiselalger) (figur V38, vedlegg)

Fig. V38 viser at arter som Cyclotella meneghiniana og til dels Fragilaria crotonensis er mest vanlig i vannmasser med lavt N/P-forhold og høyt fosforinnhold (se kap. 5.4.3, fig. V24).

Også Stephanodiscus hantzschii v. pusillus, Synedra rumpens og Nitzschia gracilis kommer til en viss grad under denne kategorien, selv om N/P-forholdet her er større enn for de to foran nevnte arter.

De fleste av de andre kiselalgearter har største prosentvise andel av det totale planteplankton ved et høyt N/P-forhold, bl.a. typiske arter fra sure vannmasser (kap. 5.4.2) som Frustulia rhomboides (+ v. saxonica), Eunotia lunaris og Tabellaria flocculosa. Melosira distans og M. distans v. alpigena er vanlige i næringsfattige innsjøer der fosforinnholdet er svært lavt.

Cryptophyceae (figur V39, vedlegg)

Som nevnt under de andre kapitlene omfatter denne gruppen arter som forekommer over et stort spektrum av parameterintervaller. Dette gir seg også utslag i N/P-forholdet der de fleste registreres over et stort register av N/P-forhold. Arter typisk for svært forurensete lokaliteter som Chilomonas sp. og Cryptomonas curvata har størst prosentvise andel ved lavt N/P-forhold, mens en art som Cryptaulax vulgaris, en renvannsform, har hovedtyngden ved høyt N/P-forhold.

Som nevnt tidligere (kap. 5.4.1) er Rhodomonas lacustris (+ v. nannoplanctica) en art som registreres i nær sagt alle typer vannkvaliteter. Det gir seg utslag ved at den har stor prosentvis andel over omtrent hele spekteret av N/P-forhold.

Dinophyceae (fureflagellater) (figur V40, vedlegg)

Som figuren viser, har arter innen denne gruppen som helhet største prosentvise andel av det samlede planteplanktonvolum i vannmasser med høyt N/P-forhold. Dette gjelder for arter som en vanligvis finner både i sterkt forurensete vannmasser som Peridinium (Peridinopsis) elpatiewskyi og mer varierende påvirkningsgrad som Ceratium hirundinella, og for en art som Peridinium inconspicuum som er vanlige i næringsfattige og ofte noe sure vannmasser.

Gruppen Dinophyceae som helhet har vanligvis størst prosentvis andel av det samlede planteplankton ved lave verdier av nitrogen og fosfor (se kap. 5.4.3 og 5.4.4), men altså med et høyt N/P-forhold som vist her. Særlig høyt N/P-forhold ble vist for Peridinium willei, en art som ofte registreres i innsjøer på sør- og sørvest-landet, hvor høyt N/P-forhold kan skyldes "sur nedbør".

Arter innenfor andre grupper (figur V41, vedlegg)

Blant Euglenophyceae har arter som Trachelomonas hispida og Trachelomonas volvocina, som er vanlige i næringsrike innsjøer, største prosentvise andel ved et relativt normalt N/P-forhold.

Den i norske vannforekomster mest fremtredende arten innen gruppen Raphidiophyceae, Gonyostomum semen, er som helhet bare registrert ved N/P-forhold mellom 20 og 50, dvs. et relativt høyt N/P-forhold. Denne arten har vanligvis størst prosentvis andel i sterkt humøse vannmasser.

Innen Xanthophyceae er bare Isthmochloron trispinatum tatt med i denne undersøkelsen. Den finnes vanligvis i næringsfattige og ofte noe sure vannmasser (se kap. 5.4.1 og kap. 5.4.2). Den har størst prosentvis andel ved høyt N/P-forhold.

5.5 Forslag til indekser for trofinivå

Som en foreløpig avslutning av arbeidet med bruk av planteplanktonanalyser som basis for beregning av vannmassers trofinivå, er det nedenfor skissert et forslag til et indekssystem.

Det må presiseres at de foreslåtte formler i indekssystemet foreløpig bare er ment som et grunnlag for videre arbeid, og at formlene ikke er utprøvet på et aktuelt analysemateriale. Indikatorverdiene for de enkelte artene i formlene er vist i figurene/tabellene V7-V13. Her har hver art en indikatorverdi rangert mellom 0-100 fordelt over de ulike intervaller av trofinivå. Verdien 100 er gitt i det intervall der artens volum utgjør størst prosentvis andel av det totale planteplanktonvolum.

Systemet bygger på den indeks som Hörnström (1981) utviklet, men trekker inn det aktuelle volum for hver art i den aktuelle prøven i stedet for frekvens rangerende fra 1 (sjelden) til 5 (dominerende) som Hörnström brukte. Håpet er at et slikt indekssystem for en vilkårlig analysert prøve skal gi den største verdien i det trofinivå der den analyserte vannmassen hører hjemme. Jo større forskjell mellom største indeksverdi og indeksverdien for de nærliggende trofiintervaller, dess bedre utsagnskraft har analysen for vannmassenes trofinivå.

Nedenfor er v_1 , v_2 , v_3 osv. volumene for hver art i den analyserte planteplanktonprøven, og verdiene i_1 , i_2 , i_3 osv. er indikatorverdiene for de samme artene for de ulike trofinivå, tatt ut fra figurene/tabellene V7-V13.

Indeksene for hvert trofinivå blir da:

$$\text{Ultraoligotrofi (ul)} : I_1 = \frac{v_1 \cdot i_{1ul} + v_2 \cdot i_{2ul} + \dots + v_n \cdot i_{n_{ul}}}{v_1 + v_2 + \dots + v_n} = \frac{\Sigma (v_i \cdot i_{i_{ul}})}{\Sigma v_i}$$

$$\text{Oligotrofi (ol)} : I_2 = \frac{v_1 \cdot i_{1ol} + v_2 \cdot i_{2ol} + \dots + v_n \cdot i_{n_{ol}}}{v_1 + v_2 + \dots + v_n} = \frac{\Sigma (v_i \cdot i_{i_{ol}})}{\Sigma v_i}$$

$$\text{Oligomesotrofi (om)} : I_3 = \frac{v_1 \cdot i_{1om} + v_2 \cdot i_{2om} + \dots + v_n \cdot i_{n_{om}}}{v_1 + v_2 + \dots + v_n} = \frac{\Sigma (v_i \cdot i_{i_{om}})}{\Sigma v_i}$$

$$\text{Mesotrofi (m)} : I_4 = \frac{v_1 \cdot i_{1m} + v_2 \cdot i_{2m} + \dots + v_n \cdot i_{n_m}}{v_1 + v_2 + \dots + v_n} = \frac{\Sigma (v_i \cdot i_{i_m})}{\Sigma v_i}$$

$$\text{Eutrofi (e)} : I_5 = \frac{v_1 \cdot i_{1e} + v_2 \cdot i_{2e} + \dots + v_n \cdot i_{n_e}}{v_1 + v_2 + \dots + v_n} = \frac{\Sigma (v_i \cdot i_{i_e})}{\Sigma v_i}$$

$$\text{Polyeutrofi (p)} : I_6 = \frac{v_1 \cdot i_{1p} + v_2 \cdot i_{2p} + \dots + v_n \cdot i_{n_p}}{v_1 + v_2 + \dots + v_n} = \frac{\Sigma (v_i \cdot i_{i_p})}{\Sigma v_i}$$

$$\text{Hypereutrofi (h)} : I_7 = \frac{v_1 \cdot i_{1h} + v_2 \cdot i_{2h} + \dots + v_n \cdot i_{n_h}}{v_1 + v_2 + \dots + v_n} = \frac{\Sigma (v_i \cdot i_{i_h})}{\Sigma v_i}$$

Som nevnt er dette indekssystem ment som et grunnlag å arbeide videre med. Dette krever et større databehandlingsarbeid av lagret materiale i NIVAs datalagringsystem. I forbindelse med det foreliggende arbeid har det ikke vært tid og økonomiske muligheter til å utprøve holdbarheten av et slikt system. Verdien ligger i å beregne trofinivået på vannmassene også der det foreligger bare en eller noen få analyseresultater fra en innsjø.

Når et stort antall analyser gjennom en vekstsesong for en og samme innsjø foreligger, vil maksimumsvolum og gjennomsnittsvolum for vekstsesongen, sammen med fordelingen av de viktigste planteplanktongruppene og de enkelte artene i seg selv gi tilfredsstillende bestemmelser for vannmassenes trofinivå.

Et interessant og stort analysemateriale hvor det kan være aktuelt å prøve ut indeksene, er materialet fra SFT's store regionale eutrofiundersøkelser av ca. 350 innsjøer fordelt over hele Norge.

Å finne frem til den indikatorverdi de enkelte artene har for ulike trofinivå, vil være et arbeid som alltid kan forbedres gjennom mer opplysninger om de beskrevne artene og indeksen kan bli mer utsagnskraftig gjennom opplysninger om arter som ikke er tatt med i denne undersøkelsen.

Det har i det foreliggende arbeid, først og fremst av økonomiske grunner, ikke vært mulig å se på planteplanktonsammensetning og variasjoner i algebiomasse mot meteorologiske forhold. Dette er et omfattende arbeid som krever innhenting og nitid systematisering av meteorologiske observasjonsdata. Interessant i det videre arbeid vil være å undersøke eventuelle relasjoner mellom planteplanktonvariasjoner og i første rekke nedbør- og vindforhold. Lys- og temperaturforhold er også viktige faktorer som bør undersøkes for eventuelle relasjoner.

6. LITTERATUR

- Ahl, T. og T. Wiederholm, 1977: Svenska vattenkvalitetskriterier. Eutrofierande ämnen. Statens Naturvårdsverk, PM 918.124 s.
- Brettum, P., 1979: Planteplankton som indikator på trofinivå i norske innsjøer. NIVA-rapport, XB-07. 102 s.
- Campbell, P.G.C. og P.M. Stokes, 1985: Acidification and Toxicity of Metals to Aquatic Biota. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42 (12) : 2043-2049.
- Carlson, R.E., 1977: A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 22 : 361-369.
- Eriksson, F., E., Hörnström, P. Mossberg og P. Nyberg, 1983: Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden. *Hydrobiologia*, 101 : 145-164.
- Forsberg, C. og S.-O. Ryding, 1980: Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish waste-receiving lakes. *Arch. Hydrobiol.*, 89 (1/2) : 189-207.
- Hasle, G.R., 1978: Using the inverted microscope. I *Phytoplankton manual*. A. Sourin (editor). UNECO. Paris.
- Hecky, R.E. og P. Kilham, 1988: Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: A review of recent evidence on the effects of enrichment. *Limnol. Oceanogr.*, 33 (4) : 796-822.
- Hörnström, E., 1981: Trophic characterization of lakes by means of qualitative phytoplankton analysis. *Limnologica (Berlin)*, 13 (2) pp. 249-261.
- Hörnström, E. og . Ekström, 1983: pH-, närings- och aluminium effekter på plankton i västkustsjöar. Statens Naturvårdsverk, Solna. PM 1704. 124 s.
- Järnefelt, H., 1952: Plankton als Indikator der Trophiegruppen der Seen. *Ann. Acad. Scient. Fennicae. Ser. AIV. Biologica*, 18 pp 1-27.
- Levine, S.N., 1983: Natural mechanisms that ameliorate nitrogen shortages in lakes. *pH.D.thesis, Univ. Manitoba*. 354 s.

- Lund, J.W.G., 1973: Phytoplankton as indicators of change in lakes. Environment and Change. pp 273-281.
- Løvstad, Ø., 1983: Regionalt studium av innsjøer i Oslo kommune. Indikatoralger. Rapport 1/83, Oslo Helseråd. 13 s.
- Meriläinen, J. 1967: The diatom flora and the hydrogen-ion concentration of the water. Ann. Bot. Fenn. 4, : 51-58.
- Naumann, E., 1919: Några synpunkter angående planktons ökologi. Med särskild hänsyn till fytoplankton. Svensk Bot. Tids. 13 : 129-158.
- Naumann, E., 1932: Grundzüge der regionalen Limnologie. Binnen-gewässer, 11 : 1-176.
- Nygaard, G., 1949: Hydrobiological studies on some Danish ponds and lakes. II. The quotient hypothesis and some new and little known phytoplankton organisms. Kgl. danske Vid. Selska, 7(1) : 1-242.
- OECD-rapport 1968: Water management research. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication.
- OECD-rapport 1982: Eutrophication of waters: Monitoring, assessment and control. OECD EUTROPHICATION PROGRAMME-FINAL REPORT., Paris. France. 155 s.
- Olrik, K., 1973: Phytoplankton som forureningsindikatorer i søer. Vatten, 3 : 290-301.
- Olsen, Y. og A. Jensen, 1989: Status for NTNF's Program for eutrofieringsforskning. Programmets relevans til forskning/forvaltning i forbindelse med marin eutrofiering. ISBN 82-7224-299-0. 84 s.
- Palmer, A., 1962: Algae in water supplies. Publ. Health Service Publication No. 657, U.S.A.
- Rast, W. og G.F. Lee, 1978: Summary analysis of the northern American (US portion) OECD Eutrophication Project: Nutrient loading. Lake response relationships and trophic state indices. EPA-600/3-78-008.
- Rawson, D.S., 1956: Algal Indicators of Trophic Lake Types. Limnol. Oceanogr., 1 (1) : 18-25.

- Rosen, G., 1981: Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors. *Limnologia* (Berlin), 13 (2) pp. 263-290.
- SFT-rapport 1989: Vannkvalitetskriterier for ferskvann. SFT-rapport TA-630. H. Holtan, redaktør. 350 s.
- Shapiro, J., 1975: A summary of approaches to development of a trophic state index for lakes. Prepared for the fall 1975 meeting of the OECD International Workshop on Eutrophication of Lakes. 23 s.
- Sladeczek, V., 1973: System of Water Quality from the Biological Point of View. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 7 : 1-218.
- Smith, V.H., 1983: Low nitrogen to phosphorus ratios favour dominance by blue-green algae in lake phytoplankton. *Science*, 221 : 669-671.
- Stokes, P.M., 1986: Ecological effects of acidification on primary producers in aquatic systems. *Water Air Soil Pollut.*, 30 : 421-438.
- Suttle, C.A. og P.J. Harrison, 1988: Ammonium and phosphate uptake rates, N:P supply ratios, and evidence for N and P limitation in some oligotrophic lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 33 (2) : 186-202.
- Teiling, E., 1916: En kaledonisk fytoplanktonformation. *Svensk Bot. Tidskr.*, 10 : 506-519.
- Tilman, D., R.L. Kiesling, R. Sterner, S.S. Kilham og F.A. Johnson, 1986. Green, bluegreen and diatom algae: Taxonomic differences in competitive ability for phosphorus, silicon, and nitrogen. *Arch. Hydrobiol.*, 106 : 473-485.
- Utermöhl, H., 1958: Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 9 : 1-38.
- Willen, E., 1976: A simplified method of phytoplankton counting. *Br. Phycol J.*, 11 : 265-278.
- Willen, T., 1979: Phytoplankton as a criterion of water quality. *Acta Bot. Fennica*, 110 : 47-52.

- Willen, E., S. Hajdu og Y. Pejler 1989: Summer phytoplankton in 73 nutrient-poor Swedish lakes. Classification, ordination and choice of long-term monitoring objects. *Limnologica* (Berlin) (in press).
- Yan, N.D., 1979: Phytoplankton community of an acidified, heavy metal-contaminated lake near Sudbury, Ontario: 1973-1977. *Water. Air Soil Pollut.*, 11 p. 43-55.
- Yan, N.D. og Dillon, 1984: Experimental neutralization of lakes near Sudbury, Ontario. Environmental impacts of smelters. J. Nriagu (editor). John Wiley og Sons Inc., New York, : 417-456.
- Yan, N.D. og C. Lafrance, 1984: Responses of acidic and neutralized lakes near Sudbury, Ontario, to nutrient enrichment. Environmental impacts of smelters. J. Nriagu (editor). John Wiley og Sons Inc., New York, : 457-521.

V E D L E G G

Figurer/tabeller som viser indikatorverdier av planteplankton-grupper og enkeltarter av planteplankton for ulike vann-kvalitetskriterier uttrykt som intervaller av verdier for:

		<u>Side</u>
- Fordeling av planteplanktongrupper samlet mot ulike parametre	V1 - V6	55
- Enkeltarter mot totalvolum planteplankton (trofinivå)	V7 - V13	62
- Enkeltarter mot pH verdier	V14 - V20	72
- Enkeltarter mot totalfosfor	V21 - V27	82
- Enkeltarter mot totalnitrogen	V28 - V34	92
- Enkeltarter mot N/P-forhold	V35 - V41	102

Fordeling av planteplanktongrupper samlet mot ulike parametre.

Fig. V1 - V6

FORDELING AV GRUPPER AV ALGER SAMLET

Månedsfordeling

Taxon	Jan.- Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.- Des.
Bacillariophyceae (kiselalger)	100	46	42	45	75	76
My-alger	78	100	79	60	41	39
Chrysophyceae (gullalger)	74	100	78	67	72	60
Xanthophyceae (gulgrønnalger)	10	100	22	8	11	8
Euglenophyceae	2	100	7	17	3	26
Dinophyceae (fureflagellater)	67	96	100	99	54	44
Chlorophyceae (grønnalger)	44	60	100	90	59	46
Dinophyceae (uten Peridinium inc.)	78	89	86	100	52	37
Cyanophyceae (blågrønnalger)	18	44	77	100	90	54
Cyanophyceae (uten Merismopedia ten.)	22	52	80	100	93	57
Raphidiodiphyceae (chloromonadine)	0	2	46	70	100	1
Cryptophyceae	76	60	52	60	85	100

FORDELING AV GRUPPER AV ALGER SAMLET**Totalvolum av planteplankton ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)**

Taxon	Ultra oligotrof < 200	Oligotrof 200- 700	Oligo mesotrof 700- 1200	Mesotrof 1200- 3000	Eutrof 3000- 5000	Poly eutrof 5000- 10000	Hyper eutrof >10000
Chrysophyceae (gullalger)	100	91	62	43	10	5	0
My-alger	100	62	26	13	18	12	0
Dinophyceae (uten Peridinium inc.)	92	100	69	53	52	76	0
Cryptophyceae	83	100	96	90	69	30	1
Xanthophyceae (gulgrønnalger)	66	65	100	12	6	0	0
Dinophyceae (fureflagellater)	69	83	100	58	33	45	0
Chlorophyceae (grønnalger)	55	73	100	80	59	51	0
Raphidiophyceae (chloromonadine)	2	2	60	70	100	0	0
Bacillariophyceae (kiselalger)	20	37	94	99	100	75	0
Euglenophyceae	0	7	1	6	2	100	2
Cyanophyceae (uten Merismopedia ten.)	2	5	14	43	72	100	73
Cyanophyceae (blågrønnalger)	6	9	15	40	72	100	73

FORDELING AV GRUPPER AV ALGER SAMLET**pH**

Taxon	pH					
	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
Dinophyceae (fureflagellater)	100	34	20	25	17	3
Xanthophyceae (gulgrønnalger)	66	100	83	6	0	0
Chrysophyceae (gullalger)	90	100	76	56	25	5
Dinophyceae (uten Peridinium inc.)	91	100	60	66	56	10
My-alger	27	100	96	35	11	3
Chlorophyceae (grønnalger)	34	100	86	48	43	10
Cryptophyceae	43	73	100	82	57	3
Raphidiophyceae (chloromonadine)	0	0	26	100	0	0
Euglenophyceae	2	0	21	100	7	0
Bacillariophyceae (kiselalger)	1	8	47	88	100	15
Cyanophyceae (blågrønnalger)	0	10	12	37	77	100
Cyanophyceae (uten Merismopedia ten.)	0	3	6	32	68	100

FORDELING AV GRUPPER AV ALGER SAMLETTot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2-5	5-10	10-25	25-50	50-100	> 100
Dinophyceae (fureflagellater)	100	64	46	37	31	3	3
Dinophyceae (uten Peridinium inc.)	100	69	45	43	48	5	5
Xanthophyceae (gulgrønnalger)	97	100	45	15	2	0	0
My-alger	74	100	78	59	30	25	11
Chrysophyceae (gullalger)	85	100	92	67	42	13	13
Raphidophyceae (chloromonadine)	0	0	100	71	9	0	0
Chlorophyceae (grønnalger)	32	52	44	80	100	48	27
Bacillariophyceae (kiselalger)	16	37	78	71	100	81	58
Cryptophyceae	18	67	84	86	77	100	78
Euglenophyceae	0	0	0	2	9	100	95
Cyanophyceae (uten Merismopedia ten.)	0	1	4	31	46	100	72
Cyanophyceae (blågrønnalger)	0	8	9	31	43	100	72

Fig. V5

FORDELING AV GRUPPER AV ALGER SAMLETTot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200- 500	500- 800	800- 1500	1500- 2500	> 2500
Dinophyceae (fureflagellater)	100	68	42	26	26	0
Xanthophyceae (gulgrønnalger)	100	28	3	1	0	0
Dinophyceae (uten Peridinium inc.)	100	71	57	38	43	0
Raphidiophyceae (chloromonadine)	0	100	0	0	0	0
My-alger	70	100	94	23	27	0
Chrysophyceae (gullalger)	75	100	82	26	39	0
Chlorophyceae (grønnalger)	63	97	100	71	41	0
Cryptophyceae	31	86	100	90	75	0
Cyanophyceae (uten Merismopedia ten.)	0	2	40	100	29	0
Cyanophyceae (blågrønnalger)	0	8	39	100	26	0
Bacillariophyceae (kiselalger)	8	34	51	100	77	0
Euglenophyceae	1	1	2	60	69	100

FORDELING AV GRUPPER AV ALGER SAMLET**N/P-forhold**

Taxon	< 5	5- 10	10- 20	20- 50	50- 100	> 100
Cyanophyceae (uten Merismopedia ten.)	0	100	84	33	12	3
Cyanophyceae (blågrønnalger)	0	100	99	41	21	6
Euglenophyceae	4	4	100	3	0	0
Bacillariophyceae (kiselalger)	0	14	100	99	86	68
Cryptophyceae	0	47	100	80	60	65
Raphidiophyceae (chloromonadine)	0	0	0	100	0	0
Chlorophyceae (grønnalger)	0	59	93	100	58	39
Xanthophyceae (gulgrønnalger)	0	0	0	50	100	24
Dinophyceae (fureflagellater)	0	13	12	60	100	50
Dinophyceae (uten Peridinium inc.)	0	25	19	84	100	87
Chrysophyceae (gullalger)	0	14	29	80	100	90
My-alger	0	3	25	64	68	100

Fordeling av planteplanktonarter v.s. totalvolum av plante-
plankton

Fig. V7 - V13

Fig. V7

CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)Totalvolum av planteplankton ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof < 200	Oligotrof 200- 700	Oligo mesotrof 700- 1200	Mesotrof 1200- 3000	Eutrof 3000- 5000	Poly eutrof 5000- 10000	Hyper eutrof >10000
<i>Merismopedia tenuissima</i>	95	100	8	0	0	0	0
<i>Gomphosphaeria naegeliana</i>	1	2	100	39	9	9	3
<i>Aphanothece</i> sp.	0	3	2	100	10	1	0
<i>Anabaena flos-aquae</i>	3	12	87	100	96	15	0
<i>Chroococcus minutus</i>	0	3	23	85	100	13	1
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	1	20	8	23	100	16	1
<i>Microcystis wesenbergii</i>	0	0	3	36	100	10	0
<i>Aphanocapsa elachista</i>	0	0	19	41	100	22	0
<i>Anabaena circinalis</i>	0	5	1	61	100	100	0
<i>Microcystis incerta</i>	0	0	0	28	100	32	0
<i>Oscillatoria limnetica</i>	0	0	1	9	100	37	0
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	0	0	3	42	100	65	21
<i>Anabaena spiroides</i>	0	0	2	75	94	100	1
<i>Anabaena tenericaulis</i>	0	0	1	11	69	100	0
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0	0	4	28	54	100	5
<i>Anabaena solitaria</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	1	50	77	100	35
<i>Achroonema</i> sp.	0	0	1	33	44	55	100
<i>Oscillatoria agardhii</i>	0	0	1	5	14	37	100

CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)Totalvolum av planteplankton [$\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$]

Taxon	Ultra oligotrof	Oligotrof	Oligo mesotrof	Mesotrof	Eutrof	Poly eutrof	Hyper eutrof
	< 200	200- 700	700- 1200	1200- 3000	3000- 5000	5000- 10000	>10000
<i>Monoraphidium griffithii</i>	100	100	6	2	1	0	0
<i>Botryococcus braunii</i>	100	100	46	4	23	0	0
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>	100	29	16	0	0	0	0
<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>	100	36	12	0	0	0	0
<i>Mougeotia</i> spp.	100	48	10	7	0	0	0
<i>Scourfieldia cordiformis</i>	100	70	8	2	0	0	0
<i>Koliella</i> sp.	100	80	19	3	0	0	0
<i>Paramastix conifera</i>	100	82	49	43	11	3	0
<i>Gyromitus cordiformis</i>	100	77	66	44	24	14	0
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	100	45	53	5	1	2	0
<i>Selenastrum capricornutum</i> (Raph. subc.)	13	100	3	0	0	0	0
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	98	100	80	22	1	0	0
<i>Monoraphidium komarkovae</i> (=setiforme)	32	100	8	1	1	4	0
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=Smv)	97	100	68	46	3	5	0
<i>Staurodesmus indentatus</i>	4	100	40	0	0	0	0
<i>Ankyra lanceolata</i>	33	100	81	6	0	0	0
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> v. <i>curvatus</i>	25	100	86	10	0	0	0
<i>Tetraedron minimum</i> v. <i>tetralobulatum</i>	60	100	86	15	7	0	0
<i>Ankyra judayi</i>	7	100	19	8	1	4	0
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	5	100	89	47	3	3	0
<i>Eudorina elegans</i>	12	31	52	100	77	43	0
<i>Monoraphidium contortum</i>	27	100	13	26	51	82	23
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	3	33	100	0	0	0	0
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	30	55	100	24	0	0	0
<i>Quadrigula pfizeri</i>	16	49	100	13	3	0	0
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> v. <i>minutum</i>	32	64	100	9	1	0	0
<i>Chlorella</i> spp.	32	41	100	22	16	5	0
<i>Crucigenia quadrata</i>	11	47	100	42	2	0	0

Fig. V8

CHLOROPHYCEAE (Grønnaiger) (Forts.)Totalvolum av planteplankton ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\ddot{a}tvekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof	Oligotrof	Oligo mesotrof	Mesotrof	Eutrof	Poly eutrof	Hyper eutrof
	< 200	200- 700	700- 1200	1200- 3000	3000- 5000	5000- 10000	>10000
<i>Crucigeniella apiculata</i> (+ <i>C.pulchra</i>)	0	22	100	26	0	0	0
<i>Cosmarium pygmaeum</i>	0	7	100	29	4	3	0
<i>Coelastrum microporum</i>	0	29	100	82	31	23	7
<i>Staurastrum planctonicum</i>	3	18	54	100	99	3	1
<i>Tetraedron caudatum</i>	0	1	38	100	47	11	0
<i>Closterium acutum</i> v. <i>variabile</i>	6	5	12	100	1	1	2
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i>	0	24	47	100	17	0	0
<i>Trebauria triappendiculata</i>	0	10	30	100	23	13	2
<i>Tetraedron minimum</i>	0	3	64	100	45	38	2
<i>Scenedesmus spinosus</i>	0	11	82	100	70	37	0
<i>Monoraphidium minutum</i>	0	3	18	100	98	12	0
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	1	13	100	43	16	0
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0	10	23	100	96	36	6
<i>Elakatothrix viridis</i>	0	35	77	100	94	28	7
<i>Pediastrum boryanum</i>	0	0	5	100	59	60	9
<i>Closterium limneticum</i>	0	0	20	18	100	63	33
<i>Staurastrum paradoxum</i>	0	2	4	6	100	1	0
<i>Staurastrum paradoxum</i> v. <i>parvum</i>	0	0	0	74	100	21	0
<i>Pandorina morum</i>	0	3	2	32	100	15	2
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0	0	27	41	100	33	1
<i>Micractinium pusillum</i>	0	0	27	16	100	35	0
<i>Cosmarium depressum</i> (v. <i>planctonicum</i>)	3	73	64	43	20	100	0
<i>Oocystis lacustris</i>	21	72	69	81	96	100	3
<i>Scenedesmus armatus</i>	0	0	2	99	82	100	0
<i>Pediastrum duplex</i>	0	0	0	9	28	100	3
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0	0	0	75	67	100	4

Fig. V9

CHRYSOPHYCEAE (Gullalger)Totalvolum av planteplankton ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof	Oligotrof	Oligo mesotrof	Mesotrof	Eutrof	Poly eutrof	Hyper eutrof
	< 200	200- 700	700- 1200	1200- 3000	3000- 5000	5000- 10000	>10000
Kephyrion boreale	100	82	22	0	0	0	0
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	100	34	7	1	0	0	0
Stichogloea doederleinii	100	42	11	1	0	0	0
Chrysolykos skujai	100	56	19	6	0	0	0
Bitrichia chodatii	100	78	9	1	0	0	0
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	100	74	22	8	0	0	0
Bicosoeca planctonica	100	44	34	28	0	0	0
Cyster av Bitrichia chodatii	100	71	60	3	0	0	0
Dinobryon cylindricum	100	60	13	3	2	0	0
Små chrysomonader (< 7 μm)	100	62	31	14	5	2	0
Store chrysomonader (> 7 μm)	100	85	57	33	7	4	0
Craspedomonader	100	76	75	34	32	5	0
Pseudokephyrion taeniatum	100	44	16	3	0	0	0
Stelaxomonas dichotoma	100	73	95	15	0	0	0
Dinobryon suecicum	82	100	35	0	0	0	0
Pseudokephyrion entzii	66	100	9	3	0	0	0
Spiniferomonas spp.	56	100	28	2	0	0	0
Dinobryon borgei	79	100	8	1	0	0	0
Dinobryon crenulatum	90	100	45	8	0	0	0
Phaeaster aphanaster	90	100	24	12	9	4	0
Dinobryon korschikovii	80	100	53	20	1	0	0
Bitrichia phaseolus	11	100	91	2	0	0	0
Dinobryon sociale v.americanum	74	100	75	2	0	0	0
Chrysolykos planctonicus	19	100	94	62	0	0	0
Mallomonas caudata	17	100	29	20	2	0	0
Dinobryon bavaricum	11	100	85	51	6	0	0

CHRYSOPHYCEAE (Gullalger) (forts.)**Totalvolum av planteplankton** ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof < 200	Oligotrof 200- 700	Oligo mesotrof 700- 1200	Mesotrof 1200- 3000	Eutrof 3000- 5000	Poly eutrof 5000- 10000	Hyper eutrof >10000
<i>Uroglena americana</i>	21	100	95	50	32	5	0
<i>Mallomonas maiorensis</i>	39	34	100	17	0	0	0
<i>Bitrichia ollula</i>	11	15	100	1	0	0	0
<i>Dinobryon divergens</i>	31	88	100	25	0	0	0
<i>Aulomonas purdyi</i>	43	64	100	34	18	2	0
<i>Mallomonas crassisquama</i>	77	82	100	42	5	0	0
<i>Mallomonas reginae</i>	0	28	100	45	0	6	0
<i>Synura</i> spp.	1	12	9	100	0	0	0
<i>Dinobryon sertularia</i>	27	37	94	100	4	2	0
<i>Dinobryon sociale</i>	2	23	93	100	3	0	0
<i>Chrysochromulina parva</i>	18	72	83	100	57	39	0

Fig. VI0

BACILLARIOPHYCEAE (Kiselalger)Totalvolum av planteplankton ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof	Oligotrof	Oligo mesotrof	Mesotrof	Eutrof	Poly eutrof	Hyper eutrof
	< 200	200- 700	700- 1200	1200- 3000	3000- 5000	5000- 10000	>10000
<i>Melosira distans</i> v. <i>alpigena</i>	100	50	34	16	0	0	0
<i>Eunotia lunaris</i>	100	11	16	1	0	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i> (+ v. <i>saxonica</i>)	100	22	29	2	0	0	0
<i>Cyclotella</i> sp. (d=5-8)	100	42	49	17	10	0	0
<i>Melosira distans</i>	24	100	5	0	2	0	0
<i>Tabellaria flocculosa</i>	37	100	40	3	1	0	0
<i>Cyclotella glomerata</i>	8	69	100	0	1	0	0
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	35	97	100	84	1	0	0
<i>Cyclotella comta</i>	5	30	100	20	2	3	0
<i>Tabellaria fenestrata</i>	27	28	100	90	21	1	0
<i>Asterionella formosa</i>	7	35	89	100	95	30	0
<i>Melosira ambigua</i>	0	15	60	100	56	2	4
<i>Synedra acus</i> v. <i>radians</i>	0	1	14	100	29	12	3
<i>Synedra rumpens</i>	0	1	20	76	100	17	0
<i>Melosira italica</i>	0	4	7	35	100	35	8
<i>Melosira italica</i> v. <i>tenuissima</i>	0	12	38	81	100	79	35
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> v. <i>pusillus</i>	0	0	17	10	100	62	4
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	0	6	100	80	35
<i>Diatoma elongata</i>	2	2	29	30	30	100	0
<i>Nitzschia gracilis</i>	0	0	6	4	7	100	0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	0	4	13	33	37	100	37
<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima</i>	0	2	30	47	61	66	100

Fig. VII

CRYPTOPHYCEAETotalvolum av planteplankton ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof < 200	Oligotrof 200- 700	Oligo mesotrof 700- 1200	Mesotrof 1200- 3000	Eutrof 3000- 5000	Poly eutrof 5000- 10000	Hyper eutrof > 10000
Ubest.cryptomonade (Chroomonas acuta ?)	100	40	30	3	0	0	0
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	100	72	53	41	9	1	0
Cryptaulax vulgaris	100	25	3	7	5	1	0
Cryptomonas marsonii	90	100	76	45	37	22	0
Katablepharis ovalis	73	100	76	65	16	9	0
Rhodomonas lacustris (+ v.nannoplanc.)	88	100	99	67	50	11	0
Cryptomonas curvata	15	25	100	11	90	46	22
Chilomonas spp.	0	9	100	14	90	30	28
Cyathomonas truncata	23	35	74	100	85	40	11
Cryptomonas spp. (l=15-18)	37	56	98	100	46	22	1
Cryptomonas erosa	0	6	20	100	16	5	0
Cryptomonas spp. (l=24-28)	68	99	99	100	83	73	1
Cryptomonas spp. (l=20-22)	25	61	58	68	100	34	0

Fig. VI2

DINOPHYCEAE (Fureflagellater)**Totalvolum av planteplankton** ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof < 200	Oligotrof 200- 700	Oligo mesotrof 700- 1200	Mesotrof 1200- 3000	Eutrof 3000- 5000	Poly eutrof 5000- 10000	Hyper eutrof >10000
<i>Peridinium willei</i>	100	84	10	5	0	0	0
<i>Gymnodinium lacustre</i>	100	92	51	19	4	0	0
Ubest.dinoflagellater	95	100	91	37	0	0	0
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	66	100	94	18	13	0	0
<i>Peridinium palustre</i>	0	100	78	35	4	1	0
<i>Gymnodinium helveticum f. achroum</i>	53	100	24	63	24	63	0
<i>Peridinium inconspicuum</i>	24	47	100	45	4	0	0
<i>Peridinium (Peridiniopsis) elpatiewskyi</i>	0	0	2	14	100	13	0
<i>Ceratium hirundinella</i>	4	13	10	13	20	100	28

Fig. VI3

EUGLENOPHYCEAE**Totalvolum av planteplankton** ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof < 200	Oligotrof 200- 700	Oligo mesotrof 700- 1200	Mesotrof 1200- 3000	Eutrof 3000- 5000	Poly eutrof 5000- 10000	Hyper eutrof >10000
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0	15	94	100	45	52	75
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	2	0	1	15	33	100

1

RAPHIDIOPHYCEAE (chloromonadine)**Totalvolum av planteplankton** ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof < 200	Oligotrof 200- 700	Oligo mesotrof 700- 1200	Mesotrof 1200- 3000	Eutrof 3000- 5000	Poly eutrof 5000- 10000	Hyper eutrof >10000
<i>Gonyostomum semen</i>	2	2	60	70	100	0	0

1

XANTHOPHYCEAE (Gulgrønnalger)**Totalvolum av planteplankton** ($\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg v\AA}t\text{vekt}/\text{m}^3$)

Taxon	Ultra oligotrof < 200	Oligotrof 200- 700	Oligo mesotrof 700- 1200	Mesotrof 1200- 3000	Eutrof 3000- 5000	Poly eutrof 5000- 10000	Hyper eutrof >10000
<i>Isthmochloron trispinatum</i>	93	100	52	16	0	0	0

Fordeling av planteplanktonarter v.s. pH-verdier

Fig. V14 - V20

Fig. V14

CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)

pH

Taxon	pH					
	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0	100	69	1	0	0
<i>Gomphosphaeria naegeliana</i>	0	0	100	31	18	4
<i>Anabaena tenericaulis</i>	0	0	0	100	0	0
<i>Aphanothece</i> sp.	0	0	1	9	100	0
<i>Anabaena spiroides</i>	0	0	1	32	100	0
<i>Anabaena flos-aquae</i>	0	1	13	45	100	0
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	0	0	42	93	100	7
<i>Oscillatoria limnetica</i>	0	2	2	96	100	39
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	0	0	1	76	100	42
<i>Microcystis incerta</i>	0	0	0	10	100	33
<i>Aphanocapsa elachista</i>	0	0	0	16	100	43
<i>Oscillatoria agardhii</i>	0	0	0	87	100	95
<i>Achroonema</i> sp.	0	0	6	1	69	100
<i>Anabaena circinalis</i>	0	0	0	5	33	100
<i>Microcystis wesenbergii</i>	0	0	0	4	37	100
<i>Chroococcus minutus</i>	0	0	0	9	32	100
<i>Anabaena solitaria</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	14	49	100
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0	0	2	14	32	100

Fig. V15

CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)

pH

Taxon	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
<i>Mougeotia</i> spp.	100	21	0	0	0	0
<i>Botryococcus braunii</i>	100	55	52	70	65	0
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>	21	100	21	2	1	0
<i>Scourfieldia cordiformis</i>	91	100	59	4	2	0
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8my)	95	100	35	26	8	1
<i>Paramastix conifera</i>	48	100	83	14	9	9
<i>Monoraphidium griffithii</i>	0	100	25	1	0	0
<i>Chlorella</i> spp.	7	100	38	8	3	1
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	0	100	24	20	2	0
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	10	100	52	27	29	0
<i>Crucigenia quadrata</i>	0	100	67	73	0	0
<i>Monoraphidium komarkovae</i> (=setiforme)	7	27	100	0	0	0
<i>Staurodesmus indentatus</i>	0	39	100	1	0	0
<i>Koliella</i> sp.	0	80	100	12	0	0
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	0	59	100	32	11	0
<i>Closterium acutum</i> v. <i>variabile</i>	0	33	100	3	5	0
<i>Selenastrum capricornutum</i> (Raph.subc.)	0	0	100	1	0	0
<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>	0	0	100	7	0	0
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> v. <i>curvatus</i>	0	0	100	19	0	0
<i>Ankyra judayi</i>	0	4	100	6	4	2
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	0	21	100	24	19	0
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> v. <i>minutum</i>	0	30	100	35	8	1
<i>Ankyra lanceolata</i>	0	0	100	8	5	0
<i>Quadrigula pfizeri</i>	0	0	100	49	84	0
<i>Staurostrum planctonicum</i>	0	0	100	3	9	1
<i>Gyromitus cordiformis</i>	0	18	100	50	60	13
<i>Cosmarium pygmaeum</i>	0	50	13	100	39	2
<i>Crucigeniella apiculata</i> (+ <i>C. pulchra</i>)	0	0	37	100	0	0

CHLOROPHYCEAE (Grønnealger) (forts.)

pH

Taxon	pH					
	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
<i>Tetraedron minimum</i> v. <i>tetralobulatum</i>	0	0	74	100	12	0
<i>Eudorina elegans</i>	0	5	52	100	7	2
<i>Pediastrum boryanum</i>	0	0	3	100	100	9
<i>Elakatothrix viridis</i>	0	0	6	100	97	0
<i>Micractinium pusillum</i>	0	0	11	100	28	8
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0	3	51	100	81	10
<i>Closterium limneticum</i>	1	0	0	100	75	30
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i>	0	0	17	100	72	19
<i>Tetraedron caudatum</i>	0	6	10	100	69	22
<i>Monoraphidium contortum</i>	0	40	92	100	31	3
<i>Staurastrum paradoxum</i>	0	0	24	23	100	0
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	0	7	60	37	100	0
<i>Pandorina morum</i>	0	0	12	5	100	1
<i>Monoraphidium minutum</i>	0	0	50	45	100	35
<i>Coelastrum microporum</i>	0	10	67	68	100	0
<i>Scenedesmus armatus</i>	0	1	4	33	100	0
<i>Cosmarium depressum</i> (v. <i>planctonicum</i>)	0	6	20	36	100	0
<i>Oocystis lacustris</i>	2	41	57	76	100	0
<i>Pediastrum duplex</i>	0	0	5	47	100	7
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0	0	5	59	100	11
<i>Trebauria triappendiculata</i>	0	0	1	13	21	100
<i>Staurastrum paradoxum</i> v. <i>parvum</i>	0	0	0	4	37	100
<i>Scenedesmus spinosus</i>	0	0	0	11	88	100
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0	0	1	13	81	100
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	0	1	33	83	100
<i>Tetraedron minimum</i>	0	0	10	59	72	100

Fig. VI6

CHRYSOPHYCEAE (Gullalger)

pH

Taxon	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
<i>Bitrichia phaseolus</i>	100	0	0	0	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> v. <i>americanum</i>	100	16	7	3	0	0
<i>Kephyrion boreale</i>	100	92	50	31	7	0
<i>Bitrichia ollula</i>	100	7	0	1	0	0
<i>Cyster</i> av <i>Bitrichia chodatii</i>	100	87	54	24	0	0
<i>Bicosoeca planctonica</i>	100	94	96	9	0	0
<i>Pseudokephyrion taeniatum</i>	68	100	17	0	0	0
<i>Chromulina</i> sp. (<i>Chr. pseudonebulosa</i> ?)	47	100	9	1	0	0
<i>Chrysolykos skujai</i>	89	100	42	2	0	0
Små chrysomonader (< 7 µm)	74	100	73	34	15	2
<i>Bitrichia chodatii</i>	97	100	82	37	16	0
<i>Dinobryon korschikovii</i>	96	100	12	8	0	0
<i>Dinobryon crenulatum</i>	26	100	29	14	2	0
Store chrysomonader (> 7 µm)	72	100	86	57	18	4
<i>Mallomonas caudata</i>	2	100	52	46	7	0
<i>Dinobryon bavaricum</i>	0	100	21	13	0	0
<i>Dinobryon suecicum</i>	0	12	100	10	0	0
<i>Mallomonas akrokomos</i> (v. <i>parvula</i>)	0	50	100	28	0	0
<i>Spiniferomonas</i> spp.	0	61	100	32	0	0
<i>Pseudokephyrion entzii</i>	29	51	100	30	0	0
<i>Phaeaster aphanaster</i>	7	93	100	59	23	0
<i>Mallomonas reginae</i>	0	0	100	2	0	0
<i>Craspedomonader</i>	24	58	100	78	25	2
<i>Dinobryon cylindricum</i>	0	2	100	11	0	0
<i>Dinobryon borgei</i>	0	9	100	50	0	0
<i>Aulomonas purdyi</i>	0	0	100	65	7	0

Fig. VI6

CHRYSTOPHYCEAE (Gullalger) (forts.)

Taxon	pH					
	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
<i>Stichogloea doederleinii</i>	0	24	100	91	40	0
<i>Dinobryon sertularia</i>	0	32	100	100	1	1
<i>Stelaxomonas dichotoma</i>	0	0	25	100	0	0
<i>Mallomonas maiorensis</i>	0	0	32	100	0	0
<i>Synura</i> spp.	8	1	11	100	4	0
<i>Mallomonas crassisquama</i>	0	24	85	100	15	9
<i>Uroglena americana</i>	0	6	66	100	59	22
<i>Dinobryon divergens</i>	1	2	72	49	100	0
<i>Dinobryon sociale</i>	0	0	1	16	100	0
<i>Chrysolykos planctonicus</i>	0	0	15	51	100	0
<i>Chrysochromulina parva</i>	0	1	17	73	100	9

Fig. V17

BACILLARIOPHYCEAE (Kiselalger)

pH

Taxon	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
<i>Frustulia rhomboides</i> (+ <i>v.saxonica</i>)	43	100	9	0	0	0
<i>Eunotia lunaris</i>	35	100	9	4	0	0
<i>Melosira distans</i>	5	52	100	0	0	0
<i>Tabellaria flocculosa</i>	3	25	100	2	0	0
<i>Melosira distans v.alpigena</i>	0	18	100	27	0	0
<i>Cyclotella</i> sp. (d=5-8)	0	0	100	34	34	13
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0	2	100	88	0	4
<i>Tabellaria fenestrata</i>	2	7	79	100	3	0
<i>Asterionella formosa</i>	0	11	40	100	16	0
<i>Cyclotella glomerata</i>	0	0	12	100	14	0
<i>Melosira italica</i>	0	0	14	100	27	0
<i>Melosira italica v.tenuissima</i>	0	0	14	100	72	0
<i>Stephanodiscus hantzschii v.pusillus</i>	0	0	6	100	79	1
<i>Nitzschia gracilis</i>	0	0	0	100	55	7
<i>Melosira ambigua</i>	0	0	4	100	15	21
<i>Synedra acus v.radians</i>	0	0	0	54	100	0
<i>Diatoma elongata</i>	0	0	2	52	100	0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	0	0	32	58	100	3
<i>Synedra acus v.angustissima</i>	0	0	0	29	100	21
<i>Cyclotella comta</i>	0	0	1	10	100	4
<i>Synedra rumpens</i>	0	0	9	9	8	100
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	8	87	59	100

Fig. V18

CRYPTOPHYCEAE

pH

Taxon	pH					
	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	59	100	28	13	8	0
Ubest.cryptomonade (Chroomonas acuta ?)	0	100	29	24	0	0
Cryptomonas spp. (l=15-18)	69	100	78	70	47	22
Cryptomonas marsonii	87	97	100	47	31	0
Cryptaulax vulgaris	0	13	100	99	5	0
Cryptomonas curvata	0	0	100	99	79	0
Rhodomonas lacustris (+ v.nannoplanc.)	0	21	100	71	31	0
Katablepharis ovalis	0	33	100	75	69	5
Cyathomonas truncata	0	53	99	100	49	75
Cryptomonas spp. (l=20-22)	60	25	49	100	79	0
Chilomonas sp.	0	23	42	100	59	2
Cryptomonas erosa	0	0	14	100	24	0
Cryptomonas spp. (l=24-28)	16	57	81	98	100	1

DINOPHYCEAE (Fureflagellater)

pH

Taxon	pH					
	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
Ubest.dinoflagellater	100	78	40	22	2	0
Peridinium inconspicuum	100	8	4	9	1	0
Gymnodinium lacustre	76	100	45	23	11	0
Gymnodinium uberrimum	8	100	67	39	2	0
Peridinium willei	0	18	100	7	0	0
Gymnodinium helveticum f.achroum	0	0	37	100	3	0
Ceratium hirundinella	0	0	23	100	36	1
Peridinium palustre	0	13	62	100	33	0
Peridinium (Peridiniopsis) elpatiewskyi	0	0	0	5	22	100

Fig. V20

EUGLENOPHYCEAE

pH

Taxon	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0	0	21	100	43	38
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	6	12	100	0

1

RAPHIDIOPHYCEAE (chloromonadine)

pH

Taxon	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
<i>Gonyostomum semen</i>	0	0	26	100	0	0

1

XANTHOPHYCEAE (Gulgrønnalger)

pH

Taxon	4.0- 5.0	5.0- 6.0	6.0- 7.0	7.0- 8.0	8.0- 9.0	9.0- 10.0
<i>Isthmochloron trispinatum</i>	100	76	10	0	0	0

Fordeling av planteplanktonarter v.s. totalfosfor

Fig. V21 - V27

CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)Tot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2-5	5-10	10-25	25-50	50-100	> 100
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0	100	68	4	0	0	0
<i>Gomphosphaeria naegeliana</i>	0	0	10	100	45	15	1
<i>Anabaena flos-aquae</i>	0	1	7	100	27	90	18
<i>Microcystis incerta</i>	0	0	0	20	100	0	0
<i>Chroococcus minutus</i>	0	0	27	44	100	0	0
<i>Anabaena circinalis</i>	0	0	2	38	100	1	0
<i>Aphanothece</i> sp.	0	0	0	36	100	2	0
<i>Anabaena solitaria</i> f. <i>planctonica</i>	0	0	0	75	100	52	5
<i>Anabaena tenericaulis</i>	0	0	0	1	100	56	0
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	0	0	0	5	100	11	2
<i>Anabaena spiroides</i>	0	0	0	5	15	100	7
<i>Oscillatoria limnetica</i>	0	0	0	4	9	100	1
<i>Achroonema</i> sp.	0	0	0	59	66	100	32
<i>Oscillatoria agardhii</i>	0	0	2	1	14	100	66
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	63	6	17	5	31	49	100
<i>Microcystis wesenbergii</i>	0	0	0	8	75	24	100
<i>Aphanocapsa elachista</i>	0	0	0	7	17	45	100
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0	0	0	16	33	79	100

CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)Tot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2- 5	5- 10	10- 25	25- 50	50- 100	> 100
<i>Mougeotia</i> spp.	100	89	79	0	0	0	0
<i>Monoraphidium komarkovae</i> (=setiforme)	100	5	12	2	0	0	0
<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>	0	100	19	19	7	0	0
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>	1	100	37	16	1	0	0
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	0	100	29	26	21	0	1
<i>Scourfieldia cordiformis</i>	7	100	88	92	4	1	5
<i>Koliella</i> sp.	9	100	60	41	16	0	0
<i>Botryococcus braunii</i>	71	37	100	36	7	0	17
<i>Monoraphidium griffithii</i>	0	23	100	8	3	0	0
<i>Staurodesmus indentatus</i>	0	17	100	23	0	0	0
<i>Monoraphidium contortum</i>	20	2	100	46	5	96	60
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	80	30	55	100	0	0	0
<i>Chlorella</i> spp.	11	93	38	100	14	9	28
<i>Quadrigula pfizeri</i>	0	23	37	100	15	0	0
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> v. <i>curvatus</i>	0	29	95	100	1	0	0
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	0	60	65	100	29	0	0
<i>Selenastrum capricornutum</i> (Raph.subc.)	0	0	98	100	2	0	0
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8my)	48	42	53	100	51	16	0
<i>Ankyra lanceolata</i>	0	21	69	100	63	12	0
<i>Paramastix conifera</i>	26	52	74	100	100	11	0
<i>Cosmarium pygmaeum</i>	0	0	17	100	19	0	0
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	0	1	4	100	63	0	0
<i>Crucigenia quadrata</i>	0	11	28	100	46	0	0
<i>Closterium acutum</i> v. <i>variabile</i>	0	0	0	100	19	4	3
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	0	3	19	100	17	43	4
<i>Tetraedron caudatum</i>	0	0	7	100	29	33	10
<i>Elakatothrix viridis</i>	0	0	3	100	57	86	27
<i>Oocystis lacustris</i>	0	25	36	100	89	63	52

CHLOROPHYCEAE (Grønnalger) (forts.)Tot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2- 5	5- 10	10- 25	25- 50	50- 100	> 100
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> v. <i>minutum</i>	51	48	47	100	27	0	0
<i>Tetraedron minimum</i> v. <i>tetralobulatum</i>	42	72	32	100	5	1	0
<i>Gyromitus cordiformis</i>	18	52	78	100	47	5	0
<i>Staurastrum paradoxum</i> v. <i>parvum</i>	0	0	0	33	100	0	0
<i>Crucigeniella apiculata</i> (+ <i>C. pulchra</i>)	0	1	2	35	100	0	0
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i>	0	0	23	29	100	1	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0	0	0	43	100	12	10
<i>Tetraedron minimum</i>	0	0	5	98	100	54	34
<i>Staurastrum paradoxum</i>	0	0	6	1	100	8	0
<i>Staurastrum planctonicum</i>	0	1	4	5	100	11	0
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0	0	1	17	100	46	12
<i>Monoraphidium minutum</i>	0	0	0	5	100	25	6
<i>Micractinium pusillum</i>	0	0	0	14	21	100	11
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	0	1	41	59	100	0
<i>Trebauria triappendiculata</i>	0	0	6	23	46	100	2
<i>Pandorina morum</i>	0	0	0	0	38	100	31
<i>Cosmarium depressum</i> (v. <i>planctonicum</i>)	0	7	21	42	0	100	45
<i>Pediastrum boryanum</i>	0	0	0	2	7	100	41
<i>Scenedesmus armatus</i>	0	0	0	4	9	100	42
<i>Closterium limneticum</i>	0	0	0	5	36	100	65
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0	0	0	3	11	100	95
<i>Scenedesmus spinosus</i>	0	0	0	89	79	100	12
<i>Eudorina elegans</i>	0	0	3	8	59	100	16
<i>Ankyra judayi</i>	0	0	0	26	22	67	100
<i>Coelastrum microporum</i>	0	0	0	58	55	83	100
<i>Pediastrum duplex</i>	0	0	0	18	27	30	100

Fig. V25

CHRYSOPHYCEAE (Gullalger)Tot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2-5	5-10	10-25	25-50	50-100	> 100
<i>Kephyrion boreale</i>	100	44	29	4	0	0	0
<i>Pseudokephyrion entzii</i>	100	91	78	83	2	0	0
<i>Phaeaster aphanaster</i>	100	80	88	41	10	4	4
<i>Dinobryon sociale</i> v. <i>americanum</i>	20	100	34	21	0	0	0
Små chrysomonader (< 7 μm)	87	100	76	51	27	11	6
<i>Mallomonas maiorensis</i>	0	100	49	0	0	0	0
Store chrysomonader (> 7 μm)	69	100	82	60	28	11	5
<i>Pseudokephyrion taeniatum</i>	0	100	27	20	0	0	0
<i>Dinobryon borgei</i>	0	100	79	14	0	0	0
<i>Dinobryon cylindricum</i>	0	100	21	8	6	0	0
Cyster av <i>Bitrichia chodatii</i>	0	100	59	6	4	0	0
<i>Dinobryon korschikov i</i>	0	100	49	39	9	0	0
<i>Chrysolykos planctonicus</i>	0	100	70	63	12	0	0
<i>Stichogloea doederleinii</i>	0	100	83	64	7	0	0
<i>Bitrichia chodatii</i>	1	100	65	31	2	0	0
<i>Mallomonas crassisquama</i>	0	100	94	90	20	2	0
<i>Mallomonas akrokomos</i> (v. <i>parvula</i>)	0	100	98	60	63	0	0
<i>Bicosoeca planctonica</i>	0	100	94	76	37	0	0
<i>Chrysolykos skujai</i>	84	66	100	16	1	0	0
<i>Uroglena americana</i>	81	43	100	67	55	0	0
<i>Dinobryon crenulatum</i>	44	90	100	34	1	0	0
<i>Bitrichia phaseolus</i>	0	19	100	9	0	0	0
<i>Bitrichia ollula</i>	0	53	100	14	0	0	0
<i>Chromulina</i> sp. (<i>Chr. pseudonebulosa</i> ?)	1	62	100	5	1	0	0
<i>Dinobryon suecicum</i>	5	97	100	33	0	0	0
<i>Spiniferomonas</i> spp.	6	84	100	50	2	0	0

Fig. V23

CHRYSOPHYCEAE (Gullalger) (forts.)Tot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2-5	5-10	10-25	25-50	50-100	> 100
<i>Stelexomonas dichotoma</i>	0	30	100	14	5	6	0
<i>Craspedomonader</i>	0	84	100	90	73	12	2
<i>Dinobryon sociale</i>	0	0	100	99	40	0	0
<i>Chrysochromulina parva</i>	0	46	100	60	48	13	36
<i>Aulomonas purdyi</i>	0	98	9	100	21	8	0
<i>Dinobryon sertularia</i>	0	48	68	100	17	0	0
<i>Dinobryon divergens</i>	0	17	87	100	5	0	0
<i>Dinobryon bavaricum</i>	0	0	29	100	24	0	0
<i>Mallomonas caudata</i>	6	21	32	100	67	3	0
<i>Synura</i> spp.	0	1	10	71	100	0	0
<i>Mallomonas reginae</i>	0	0	14	40	100	23	2

Fig. V24

BACILLARIOPHYCEAE (Kieselalger)Tot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2-5	5-10	10-25	25-50	50-100	> 100
<i>Eunotia lunaris</i>	22	100	61	0	0	0	0
<i>Melosira distans</i> v. <i>alpigena</i>	0	100	47	26	0	0	0
<i>Cyclotella</i> sp. (d=5-8)	1	100	54	22	5	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i> (+ v. <i>saxonica</i>)	0	91	100	0	0	0	0
<i>Melosira distans</i>	7	18	100	3	1	0	0
<i>Cyclotella glomerata</i>	0	39	100	2	0	0	0
<i>Cyclotella comta</i>	0	8	100	20	1	0	0
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0	18	100	71	5	2	0
<i>Tabellaria fenestrata</i>	0	85	100	100	73	1	1
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	30	96	93	100	3	0	0
<i>Synedra rumpens</i>	0	0	35	100	76	7	1
<i>Synedra acus</i> v. <i>radians</i>	0	0	1	100	11	36	2
<i>Melosira ambigua</i>	0	0	0	79	100	0	0
<i>Melosira italica</i>	0	0	3	8	100	46	26
<i>Melosira italica</i> v. <i>tenuissima</i>	0	0	9	58	100	79	90
<i>Nitzschia gracilis</i>	0	0	0	6	6	100	4
<i>Diatoma elongata</i>	0	4	6	58	51	100	14
<i>Asterionella formosa</i>	0	19	40	91	96	100	14
<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima</i>	0	0	17	31	41	100	0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	0	0	9	15	69	100	82
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> v. <i>pusillus</i>	0	0	0	1	16	26	100
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	0	5	14	68	100

Fig. V25

CRYPTOPHYCEAETot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2-5	5-10	10-25	25-50	50-100	> 100
<i>Cryptaulax vulgaris</i>	0	100	38	26	2	0	3
Ubest.cryptomonade (<i>Chroomonas acuta</i> ?)	0	92	100	22	11	0	0
<i>Katablepharis ovalis</i>	26	72	100	77	60	20	5
<i>Rhodomonas lacustris</i> (+ v.nannoplanc.)	14	81	100	85	52	64	46
Ubest.cryptomonade (<i>Chroomonas</i> sp.?)	9	81	100	57	25	9	0
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=15-18)	7	42	36	100	51	30	6
<i>Cyathomonas truncata</i>	0	15	32	44	100	52	17
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=20-22)	0	21	27	45	34	100	4
<i>Cryptomonas marsonii</i>	3	31	34	20	100	21	10
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=24-28)	9	38	69	63	98	100	44
<i>Cryptomonas erosa</i>	0	0	7	15	46	100	3
<i>Chilomonas</i> spp.	0	0	0	6	28	100	78
<i>Cryptomonas curvata</i>	0	0	0	1	11	50	100

DINOPHYCEAE (Fureflagellater)Tot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2- 5	5- 10	10- 25	25- 50	50- 100	> 100
<i>Peridinium inconspicuum</i>	100	32	28	16	2	0	0
<i>Gymnodinium lacustre</i>	100	47	32	22	5	1	0
Ubest.dinoflagellater	100	50	27	23	13	0	0
<i>Peridinium willei</i>	65	100	14	6	1	0	0
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	0	100	30	3	0	0	0
<i>Gymnodinium helveticum f.achroum</i>	0	100	79	27	36	18	50
<i>Peridinium palustre</i>	0	4	100	50	3	1	1
<i>Ceratium hirundinella</i>	2	23	25	26	100	1	0
<i>Peridinium (Peridiniopsis) elpatiewskyi</i>	0	0	0	21	100	1	0

EUGLENOPHYCEAETot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2-5	5-10	10-25	25-50	50-100	> 100
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0	0	0	1	8	23	100
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	0	0	83	100

1

RAPHIDIOPHYCEAE (chloromonadine)Tot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2-5	5-10	10-25	25-50	50-100	> 100
<i>Gonyostomum semen</i>	0	0	100	71	9	0	0

1

XANTHOPHYCEAE (Gulgrønnaelger)Tot-P ($\mu\text{g P/l}$)

Taxon	< 2	2-5	5-10	10-25	25-50	50-100	> 100
<i>Isthmochloron trispinatum</i>	100	11	15	8	1	0	0

Fordeling av planteplanktonarter v.s. totalnitrogen

Fig. V28 - V34

CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)Tot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200- 500	500- 800	800- 1500	1500- 2500	> 2500
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0	100	45	0	0	0
<i>Anabaena tenericaulis</i>	0	0	100	50	0	0
<i>Microcystis incerta</i>	0	0	100	92	0	0
<i>Anabaena circinalis</i>	0	7	100	82	0	0
<i>Anabaena solitaria f. planctonica</i>	0	0	100	94	0	1
<i>Aphanocapsa elachista</i>	0	0	0	100	0	0
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	0	23	6	100	2	0
<i>Chroococcus minutus</i>	0	26	67	100	5	0
<i>Aphanothece</i> sp.	0	0	16	100	3	0
<i>Microcystis wesenbergii</i>	0	0	43	100	22	0
<i>Gomphosphaeria naegeliana</i>	0	1	32	100	3	0
<i>Anabaena spiroides</i>	0	0	0	100	32	0
<i>Oscillatoria limnetica</i>	0	0	5	100	62	0
<i>Achroonema</i> sp.	0	0	51	100	58	0
<i>Oscillatoria agardhii</i>	0	2	22	100	23	0
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	0	0	0	100	13	15
<i>Anabaena flos-aquae</i>	0	2	6	91	100	0
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0	0	20	76	5	100

CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)Tot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200- 500	500- 800	800- 1500	1500- 2500	> 2500
Mougeotia spp.	100	55	0	0	0	0
Paramastix conifera	100	33	23	2	7	0
Tetraedron minimum v. tetralobulatum	100	19	7	8	0	0
Koliella sp.	100	61	45	1	0	0
Monoraphidium komarkovae (=setiforme)	79	100	24	0	0	0
Chlorella spp.	60	100	21	15	3	0
Selenastrum capricornutum (Raph.subc.)	0	100	1	0	0	0
Dictyosphaerium subsolitarium	0	100	4	0	0	0
Staurodesmus indentatus	0	100	8	0	0	0
Ankyra lanceolata	2	100	8	0	0	0
Oocystis submarina v. variabilis	22	100	33	0	0	0
Scourfieldia cordiformis	45	100	51	21	6	2
Monoraphidium griffithii	0	100	6	1	0	0
Crucigeniella rectangularis	0	100	32	5	0	0
Staurodesmus cuspidatus v. curvatus	0	100	87	48	0	0
Crucigenia quadrata	12	100	81	27	12	0
Crucigenia tetrapedia	4	100	42	5	0	0
Elakatothrix gelatinosa	7	100	63	10	1	0
Gyromitus cordiformis	0	100	81	72	22	0
Cosmarium pygmaeum	0	100	97	30	0	0
Monoraphidium contortum	0	100	7	32	96	0
Closterium acutum v. variable	1	100	6	4	6	8
Crucigeniella apiculata (+ C. pulchra)	0	0	100	0	0	0
Dictyosphaerium pulchellum v. minutum	57	92	100	0	1	0
Quadrigula pfizeri	26	36	100	16	0	0
Monoraphidium dybowskii	39	78	100	10	0	0
Chlamydomonas sp. (l=8my)	33	48	100	16	12	0
Sphaerocystis schroeteri	0	29	100	19	12	0

Fig. V29

CHLOROPHYCEAE (Grønmalger) (forts.)Tot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200-500	500-800	800-1500	1500-2500	> 2500
<i>Tetraedron caudatum</i>	0	0	100	49	0	0
<i>Staurastrum paradoxum</i>	0	4	100	9	9	0
<i>Staurastrum planctonicum</i>	0	54	100	86	52	0
<i>Trebauria triappendiculata</i>	0	11	11	100	0	0
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i>	0	17	25	100	0	0
<i>Cosmarium depressum</i> (v. planctonicum)	22	67	0	100	24	0
<i>Staurastrum paradoxum</i> v. parvum	0	0	67	100	0	0
<i>Tetraedron minimum</i>	0	5	33	100	5	0
<i>Eudorina elegans</i>	0	2	8	100	8	0
<i>Monoraphidium minutum</i>	0	0	66	100	6	0
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	1	28	100	3	0
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0	2	58	100	19	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0	1	47	100	7	3
<i>Pandorina morum</i>	0	0	0	100	53	0
<i>Pediastrum boryanum</i>	0	0	2	100	4	0
<i>Scenedesmus armatus</i>	0	0	10	100	13	0
<i>Closterium limneticum</i>	0	0	10	100	19	0
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0	0	1	100	70	0
<i>Scenedesmus spinosus</i>	0	0	10	100	88	0
<i>Micractinium pusillum</i>	0	1	19	100	61	0
<i>Pediastrum duplex</i>	0	2	34	100	79	0
<i>Botryococcus braunii</i>	33	62	6	4	100	0
<i>Ankyra judayi</i>	0	3	19	43	100	0
<i>Oocystis lacustris</i>	11	23	47	46	100	0
<i>Coelastrum microporum</i>	3	0	23	97	100	0
<i>Elakatothrix viridis</i>	0	1	8	49	100	0

CHRYSOPHYCEAE (Gulhaalger)Tot-N [$\mu\text{g N/l}$]

Taxon	< 200	200-500	500-800	800-1500	1500-2500	> 2500
<i>Kephyrion boreale</i>	100	39	9	3	0	0
<i>Dinobryon borgei</i>	100	40	39	2	0	0
<i>Uroglena americana</i>	100	50	40	4	0	0
<i>Dinobryon sociale</i> v. <i>americanum</i>	100	77	29	1	0	0
<i>Bitrichia ollula</i>	0	100	0	0	0	0
<i>Bitrichia phaseolus</i>	0	100	0	0	0	0
<i>Mallomonas maiorensis</i>	0	100	0	0	0	0
<i>Chromulina</i> sp. (<i>Chr.pseudonebulosa</i> ?)	7	100	0	0	0	0
<i>Bitrichia chodatii</i>	43	100	25	1	0	0
<i>Dinobryon crenulatum</i>	66	100	56	4	0	0
<i>Chrysolykos skujai</i>	81	100	60	1	0	0
<i>Mallomonas akrokomos</i> (v. <i>parvula</i>)	79	100	49	8	9	0
Store chrysomonader (> 7 μm)	79	100	77	23	25	0
Cyster av <i>Bitrichia chodatii</i>	0	100	14	0	0	0
<i>Pseudokephyrion taeniatum</i>	0	100	25	0	0	0
<i>Dinobryon cylindricum</i>	4	100	7	0	0	0
<i>Stichogloea doederleinii</i>	2	100	61	0	0	0
Små chrysomonader (< 7 μm)	83	100	86	18	21	0
<i>Spiniferomonas</i> spp.	0	100	78	1	0	0
<i>Dinobryon korschikovii</i>	0	100	85	27	0	0
<i>Dinobryon bavaricum</i>	0	100	44	33	4	0
<i>Dinobryon divergens</i>	0	100	79	3	6	0
<i>Chrysolykos planctonicus</i>	8	100	31	17	0	0
<i>Chrysochromulina parva</i>	2	100	68	78	0	0
<i>Stelexomonas dichotoma</i>	36	100	64	9	0	0
<i>Pseudokephyrion entzii</i>	37	59	100	8	0	0

CHRYSOPHYCEAE (Gullalger) (forts.)Tot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200-500	500-800	800-1500	1500-2500	> 2500
<i>Mallomonas crassisquama</i>	81	79	100	36	0	0
<i>Craspedomonader</i>	85	79	100	20	4	0
<i>Dinobryon suecicum</i>	16	85	100	6	0	0
<i>Dinobryon sertularia</i>	0	25	100	21	0	0
<i>Phaeaster aphanaster</i>	3	58	100	4	5	0
<i>Mallomonas caudata</i>	0	65	100	26	8	6
<i>Dinobryon sociale</i>	0	49	68	100	0	0
<i>Synura</i> spp.	0	7	30	100	92	0
<i>Aulomonas purdyi</i>	0	22	78	91	100	0
<i>Bicosoeca planctonica</i>	0	0	5	8	24	100
<i>Mallomonas reginae</i>	0	0	22	14	19	100

BACILLARIOPHYCEAE (Kieselalger)Tot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200-500	500-800	800-1500	1500-2500	> 2500
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	100	78	19	5	0	0
<i>Frustulia rhomboides</i> (+ v.saxonica)	0	100	0	0	0	0
<i>Eunotia lunaris</i>	27	100	0	0	0	0
<i>Melosira distans</i>	23	100	12	0	2	0
<i>Tabellaria flocculosa</i>	43	100	97	32	0	0
<i>Cyclotella comta</i>	3	100	11	13	0	0
<i>Cyclotella glomerata</i>	0	47	100	0	0	0
<i>Cyclotella</i> sp. (d=5-8)	12	34	100	11	0	0
<i>Melosira distans</i> v.alpigena	48	79	100	9	0	0
<i>Synedra rumpens</i>	14	19	15	100	0	0
<i>Tabellaria fenestrata</i>	0	64	75	100	3	0
<i>Synedra acus</i> v.radians	0	1	2	100	0	0
<i>Melosira ambigua</i>	0	1	14	100	4	0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	0	7	1	100	12	0
<i>Asterionella formosa</i>	0	31	75	100	94	0
<i>Nitzschia gracilis</i>	0	0	7	100	10	0
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> v.pusillus	0	0	0	15	100	0
<i>Diatoma elongata</i>	0	3	0	54	100	0
<i>Melosira italica</i>	0	2	0	61	100	0
<i>Melosira italica</i> v.tenuissima	0	8	7	47	100	0
<i>Synedra acus</i> v.angustissima	0	9	6	56	100	0
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	0	43	100	80

Fig. V32

CRYPTOPHYCEAETot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	Tot-N ($\mu\text{g N/l}$)					
	< 200	200-500	500-800	800-1500	1500-2500	> 2500
<i>Cryptaulax vulgaris</i>	100	54	81	34	8	0
Ubest.cryptomonade (<i>Chroomonas acuta</i> ?)	0	100	24	0	0	0
Ubest.cryptomonade (<i>Chroomonas</i> sp.?)	24	100	67	6	2	0
<i>Katablepharis ovalis</i>	20	100	97	49	16	0
<i>Rhodomonas lacustris</i> (+ v.nannoplanc.)	29	73	100	55	33	0
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=15-18)	34	50	100	53	38	0
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=20-22)	7	54	45	100	23	0
<i>Cyathomonas truncata</i>	0	25	79	100	19	6
<i>Chilomonas</i> spp.	0	0	2	100	27	39
<i>Cryptomonas marsonii</i>	3	38	24	100	13	0
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=24-28)	29	46	76	76	100	0
<i>Cryptomonas erosa</i>	0	4	11	76	100	0
<i>Cryptomonas curvata</i>	0	1	9	9	28	100

Fig. V33

DINOPHYCEAE (Fureflagellater)**Tot-N** ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200- 500	500- 800	800- 1500	1500- 2500	> 2500
Ubest.dinoflagellater	100	26	14	6	0	0
Peridinium inconspicuum	100	37	11	4	0	0
Gymnodinium lacustre	100	64	48	7	4	0
Gymnodinium helveticum f.achroum	100	50	48	32	57	0
Gymnodinium uberrimum	0	100	3	0	0	0
Peridinium willei	0	100	0	2	0	0
Peridinium palustre	0	100	37	29	1	0
Peridinium (Peridiniopsis) elpatiewskyi	0	0	75	100	3	0
Ceratium hirundinella	0	10	9	24	100	0

EUGLENOPHYCEAETot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200- 500	500- 800	800- 1500	1500- 2500	> 2500
<i>Trachelomonas hispida</i>	0	0	0	40	100	0
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0	1	0	2	4	100

1

RAPHIDIOPHYCEAE (chloromonadine)Tot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200- 500	500- 800	800- 1500	1500- 2500	> 2500
<i>Gonyostomum semen</i>	0	100	0	0	0	0

1

XANTHOPHYCEAE (Gulgrønnalger)Tot-N ($\mu\text{g N/l}$)

Taxon	< 200	200- 500	500- 800	800- 1500	1500- 2500	> 2500
<i>Isthmochloron trispinatum</i>	100	27	7	0	0	0

Fordeling av planteplanktonarter v.s. N/P-forhold

Fig. V35 - V41

CYANOPHYCEAE (Blågrønnaelger)**N/P-forhold**

Taxon	< 5	5- 10	10- 20	20- 50	50- 100	> 100
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	13	100	20	12	1	1
<i>Microcystis aeruginosa</i>	4	100	28	5	0	0
<i>Aphanocapsa elachista</i>	0	100	18	3	3	0
<i>Oscillatoria agardhii</i>	0	100	96	12	2	0
<i>Microcystis wesenbergii</i>	0	100	9	13	1	0
<i>Anabaena spiroides</i>	20	67	100	11	0	0
<i>Achroonema</i> sp.	0	77	100	68	11	2
<i>Oscillatoria limnetica</i>	0	4	100	9	4	0
<i>Anabaena tenericaulis</i>	0	0	100	8	1	0
<i>Anabaena solitaria</i> f. <i>planctonica</i>	0	3	100	47	64	0
<i>Microcystis incerta</i>	0	0	0	100	0	0
<i>Anabaena flos-aquae</i>	0	33	20	100	19	11
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	0	0	18	100	16	1
<i>Chroococcus minutus</i>	0	0	0	100	43	0
<i>Anabaena circinalis</i>	0	0	2	100	14	0
<i>Aphanothece</i> sp.	0	0	44	100	77	0
<i>Gomphosphaeria naegeliana</i>	0	3	36	76	100	0
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0	0	0	56	100	28

CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)

N/P-forhold

Taxon	< 5	5- 10	10- 20	20- 50	50- 100	> 100
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	100	38	21	2	0	0
<i>Closterium limneticum</i>	100	75	83	7	4	0
<i>Pediastrum duplex</i>	100	0	2	1	1	0
<i>Monoraphidium contortum</i>	100	25	43	84	13	0
<i>Cosmarium depressum</i> (v. planctonicum)	0	100	87	36	4	0
<i>Tetraedron minimum</i>	55	100	77	73	49	7
<i>Pediastrum boryanum</i>	76	95	100	3	1	0
<i>Scenedesmus armatus</i>	32	98	100	4	1	0
<i>Coelastrum microporum</i>	0	67	100	4	0	0
<i>Pandorina morum</i>	4	10	100	50	0	0
<i>Trebauria triappendiculata</i>	0	23	100	30	15	0
<i>Closterium acutum</i> v. variabile	0	10	100	54	0	0
<i>Monoraphidium minutum</i>	18	28	100	58	3	0
<i>Ankyra judayi</i>	0	3	100	25	1	0
<i>Staurastrum planctonicum</i>	0	14	100	95	8	0
<i>Micractinium pusillum</i>	0	1	100	24	21	0
<i>Paramastix conifera</i>	1	3	100	27	24	12
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	6	4	100	96	11	5
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	0	0	100	30	33	0
<i>Eudorina elegans</i>	0	10	100	31	32	0
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> v. minutum	0	4	100	45	30	57
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	36	62	71	100	17	0
<i>Tetraedron caudatum</i>	0	52	66	100	45	0
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	0	4	49	100	49	14
<i>Ankyra lanceolata</i>	0	0	61	100	56	0
<i>Staurastrum paradoxum</i>	0	0	22	100	4	4
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	0	7	74	100	11	5
<i>Staurastrum paradoxum</i> v. parvum	0	0	0	100	38	0

Fig. V36

CHLOROPHYCEAE (Grønnalger) (forts.)**N/P-forhold**

Taxon	< 5	5- 10	10- 20	20- 50	50- 100	> 100
<i>Selenastrum capricornutum</i> (Raph.subc.)	0	0	0	100	44	0
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> v. <i>curvatus</i>	0	0	0	100	52	0
<i>Quadrigula pfizeri</i>	0	7	0	100	69	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	12	36	35	100	45	0
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i>	0	0	2	100	82	0
<i>Cosmarium pygmaeum</i>	0	0	40	100	62	0
<i>Chlorella</i> sp. (?)	0	0	33	100	75	20
<i>Crucigenia quadrata</i>	0	0	0	100	30	8
<i>Scourfieldia cordiformis</i>	0	0	3	100	60	40
<i>Staurodesmus indentatus</i>	0	0	0	100	12	18
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8my)	0	0	16	100	43	47
<i>Koliella</i> sp.	0	1	24	100	59	71
<i>Scenedesmus spinosus</i>	0	5	56	94	100	0
<i>Mougeotia</i> spp.	0	0	0	22	100	0
<i>Monoraphidium griffithii</i>	0	0	3	66	100	8
<i>Gyromitus cordiformis</i>	0	0	30	80	100	35
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	0	1	18	39	100	22
<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>	0	0	0	35	100	69
<i>Oocystis submarina</i> v. <i>variabilis</i>	0	0	4	66	100	71
<i>Elakatothrix viridis</i>	48	11	40	21	100	18
<i>Oocystis lacustris</i>	2	72	76	64	100	15
<i>Monoraphidium komarkovae</i> (=setiforme)	0	0	0	42	100	9
<i>Botryococcus braunii</i>	0	0	0	34	56	100
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	0	0	0	17	85	100
<i>Tetraedron minimum</i> v. <i>tetralobulatum</i>	0	0	0	40	85	100
<i>Crucigeniella apiculata</i> (+ <i>C. pulchra</i>)	0	0	0	0	0	100

CHRYSOPHYCEAE (Gullalger)**N/P-forhold**

Taxon	< 5	5- 10	10- 20	20- 50	50- 100	> 100
Mallomonas caudata	0	0	70	100	23	19
Dinobryon sociale	0	0	0	100	40	0
Bitrichia phaseolus	0	0	0	100	54	0
Dinobryon cylindricum	0	5	19	100	77	0
Chrysolykos planctonicus	0	0	5	100	75	0
Dinobryon bavaricum	0	0	3	100	34	2
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	0	0	40	100	90	32
Chrysochromulina parva	0	1	73	100	96	29
Dinobryon sertularia	0	0	0	100	67	41
Dinobryon sociale v.americanum	0	0	0	100	88	51
Craspedomonader	0	0	53	100	98	75
Bitrichia ollula	0	0	0	21	100	0
Bicosoeca planctonica	0	0	0	47	100	0
Stelaxomonas dichotoma	0	0	10	21	100	0
Synura spp.	0	0	6	66	100	0
Pseudokephyrion taeniatum	0	0	15	81	100	0
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0	0	0	31	100	7
Dinobryon korschikovii	0	0	0	55	100	2
Cyster av Bitrichia chodatii	0	0	0	48	100	18
Kephyrion boreale	0	0	0	48	100	20
Uroglena americana	0	0	19	54	100	37
Aulomonas purdyi	0	0	14	98	100	31
Bitrichia chodatii	0	0	7	88	100	64
Chrysolykos skujai	0	0	0	42	100	97
Dinobryon divergens	0	0	0	78	100	79
Store chrysomonader (> 7 µm)	0	19	19	72	100	74

CHRYSOPHYCEAE (Gullalger) (forts.)

N/P-forhold

Taxon	< 5	5-10	10-20	20-50	50-100	> 100
<i>Stichogloea doederleinii</i>	0	0	4	17	100	36
<i>Dinobryon crenulatum</i>	0	0	2	41	100	57
<i>Mallomonas reginae</i>	0	0	34	99	100	9
<i>Pseudokephyrion entzii</i>	0	0	0	49	21	100
<i>Mallomonas maiorensis</i>	0	0	0	9	10	100
<i>Dinobryon suecicum</i>	0	0	0	41	58	100
<i>Dinobryon borgei</i>	0	0	0	75	76	100
<i>Mallomonas crassisquama</i>	0	10	38	63	91	100
<i>Phaeaster aphanaster</i>	0	0	11	13	17	100
<i>Spiniferomonas</i> spp.	0	0	2	39	44	100
Små chrysomonader (< 7 µm)	0	13	26	77	97	100

Fig. V38

BACILLARIOPHYCEAE [Kiselalger]

N/P-forhold

Taxon	< 5	5-10	10-20	20-50	50-100	> 100
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	100	70	20	6	0	0
<i>Fragilaria crotonensis</i>	100	10	48	26	7	0
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> v. <i>pusillus</i>	4	1	100	5	12	0
<i>Synedra rumpens</i>	0	0	100	35	53	10
<i>Nitzschia gracilis</i>	0	0	100	2	6	4
<i>Melosira italica</i> v. <i>tenuissima</i>	18	49	67	100	2	0
<i>Melosira italica</i>	0	11	61	100	3	0
<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima</i>	0	0	97	100	97	68
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0	0	34	100	24	0
<i>Cyclotella comta</i>	0	0	0	100	12	0
<i>Melosira ambigua</i>	0	0	1	100	100	0
<i>Synedra acus</i> v. <i>radians</i>	0	0	58	13	100	0
<i>Frustulia rhomboides</i> (+ v. <i>saxonica</i>)	0	0	0	28	100	0
<i>Cyclotella glomerata</i>	0	0	0	41	100	0
<i>Eunotia lunaris</i>	0	0	0	60	100	0
<i>Diatoma elongata</i>	0	0	38	71	100	0
<i>Asterionella formosa</i>	0	3	77	84	100	1
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	0	0	0	51	100	12
<i>Melosira distans</i>	0	0	0	92	100	39
<i>Cyclotella</i> sp. (d=5-8)	0	0	2	11	11	100
<i>Melosira distans</i> v. <i>alpigena</i>	0	0	0	10	41	100
<i>Tabellaria fenestrata</i>	0	0	1	73	80	100

CRYPTOPHYCEAE

N/P-forhold

Taxon	< 5	5-10	10-20	20-50	50-100	> 100
Chilomonas spp.	0	100	58	7	0	0
Cryptomonas curvata	4	95	100	2	0	0
Cryptomonas erosa	0	0	100	24	14	1
Cryptomonas spp. (l=20-22)	0	9	100	45	34	24
Cryptomonas spp. (l=24-28)	0	15	100	74	42	33
Cyathomonas truncata	18	40	100	43	52	9
Cryptomonas spp. (l=15-18)	0	87	96	100	39	16
Cryptomonas marsonii	0	2	55	100	53	40
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	0	3	62	100	71	26
Ubest.cryptomonade (Chroomonas acuta ?)	0	0	0	38	100	0
Katablepharis ovalis	0	1	41	98	100	91
Cryptaulax vulgaris	0	3	3	20	100	34
Rhodomonas lacustris (+ v.nannoplanc.)	0	63	67	91	73	100

DINOPHYCEAE (Fureflagellater)

N/P-forhold

Taxon	< 5	5- 10	10- 20	20- 50	50- 100	> 100
<i>Peridinium</i> (<i>Peridiniopsis</i>) <i>elpatiewskyi</i>	0	0	7	100	9	4
<i>Peridinium palustre</i>	0	0	0	100	18	10
<i>Ceratium hirundinella</i>	0	0	0	100	89	62
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	0	0	0	35	100	0
<i>Gymnodinium helveticum</i> f. <i>achroum</i>	0	0	25	58	100	0
<i>Peridinium inconspicuum</i>	0	0	3	32	100	5
Ubest. dinoflagellater	0	0	11	79	100	52
<i>Gymnodinium lacustre</i>	0	3	3	60	100	93
<i>Peridinium willei</i>	0	0	0	6	43	100

EUGLENOPHYCEAE**N/P-forhold**

Taxon	< 5	5- 10	10- 20	20- 50	50- 100	> 100
Trachelomonas hispida	3	4	100	13	0	0
Trachelomonas volvocina	0	4	100	10	1	0

1

RAPHIDIOPHYCEAE (chloromonadine)**N/P-forhold**

Taxon	< 5	5- 10	10- 20	20- 50	50- 100	> 100
Gonyostomum semen	0	0	0	100	0	0

1

XANTHOPHYCEAE (Gulgrønnalger)**N/P-forhold**

Taxon	< 5	5- 10	10- 20	20- 50	50- 100	> 100
Isthmochloron trispinatum	0	0	0	69	100	41