

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0 - 91/69

MJØSPROSJEKTET

DELRAPPORT NR. 3

DIATOMEER I EN SEDIMENTPROFIL FRA

STRANDSONEN SØR FOR GJØVIK 1973

THE EUTROPHICATION OF LAKE MJØSA, NORWAY

A STUDY OF DIATOM ASSEMBLAGES IN RECENT SUBLITTORAL

SEDIMENTS SOUTH OF THE TOWN OF GJØVIK

Saksbehandler: Cand.real. Frode Berge

Rapporten avsluttet: februar 1974

I N N H O L D

1. INNLEDNING
2. UNDERSØKELSESONRÅDE OG METODIKK
3. SEDIMENTENES KARAKTER
4. DIATOMEFLORAEN
  - 4.1 Relativ forekomst av perifytter og planktondiatomeer
  - 4.2 Diatomefloraens indikasjon av vannets surhetsgrad
  - 4.3 Fordelingen av de vanligste diatomearter
5. KONKLUSJON
6. LITTERATUR

## 1. INNLEDNING

Rapporten omfatter undersøkelser av diatomeskall funnet i bunnvleiringer i Mjøsa sør for Gjøvik. Tilsvarende analyser er tidligere utført på materiale i sedimentprofiler fra henholdsvis Hamarområdet og strandsonen nord for Helgøya (Berge 1973 a, b).

## 2. UNDERSØKELSESONRÅDE OG METODIKK

Den foreliggende analyse er basert på sedimentene i en profil som ble tatt opp i september 1973 fra 8 meters dyp omtrent 70 m fra land i et strandområde ca. 2 km sør for Gjøvik. Den metodikk som anvendes i forbindelse med prøvehenting og analysering av materialet, er nærmere beskrevet i en tidligere rapport (Berge 1973a).

## 3. SEDIMENTENES KARAKTER

De øverste ca. 20 mm av sedimentprofilen bestod av løst materiale med grå farge. Videre nedover var massen av pastaliknende konsistens (se fig. 1). Mellom ca. 20 og 73 mm var sedimentet grått med islett av en del brune flekker med diameter 1-2 mm. Skjønnsmessig bedømt bestod hovedmassen av leirpartikler, og de mikroskopiske preparater fra denne sedimentsonen inneholdt - i motsetning til det løse toppsedimentet - få eller ingen identifiserbare diatomeskall. Innholdet av annet organogent materiale var også svært lavt.

En svak tendens til lagdeling var enkelte steder synlig i form av diffuse, horisontale sjikt med varierende tykkelse.

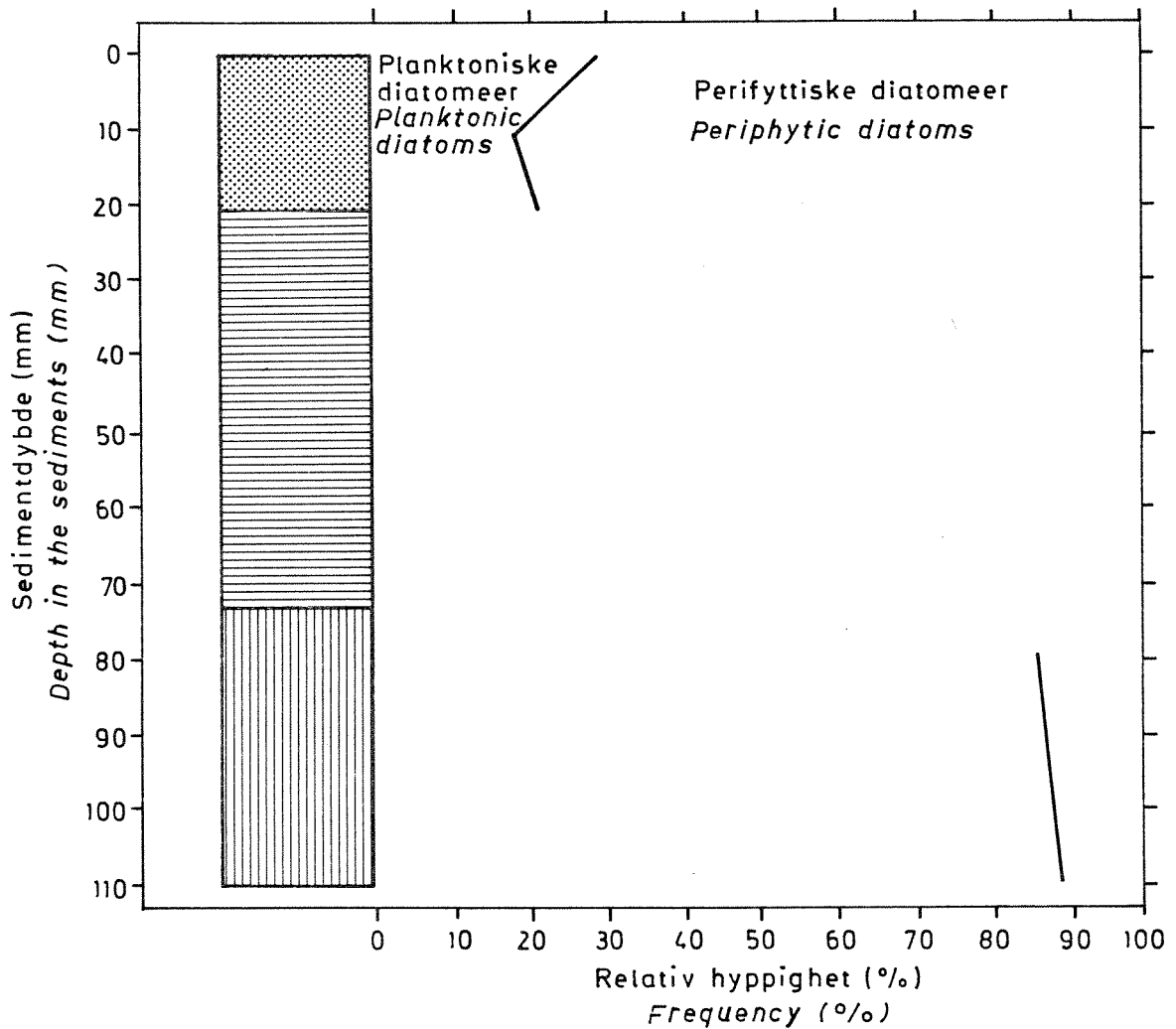
Den neste sone, som kunne skilles ut visuelt, omfattet sedimentene mellom ca. 73 og 170 mm. Her var materialet brunfarget og profilens lengdesnittflate hadde en del mørkebrune flekker med diameter opptil ca. 5 mm. Innholdet av organisk materiale og diatomeskall var også her lavt, men likevel markert høyere enn i forannevnte sone (se tabell 1).


Tabell 1. Relativ hyppighet (%) av diatomearter i en sedimentprofil fra Mjåsa 2 km sør for Gjøvik.  
Frequency (%) of diatom species encountered at different levels in a sediment core from Lake Mjåsa  
2 km south of the town of Gjøvik.

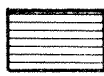
	pH	Avstand fra sedimentoverflaten (mm) Distance from the top of the core (mm)										
		0	10	20	30	40	70	80	110			
<b>CENTRALES</b>												
Cyclotella comta (EHR.) KÜTZ.	indiff.	2.4	2.3	4.4	Kun et eksemplar av Melosira italica subsp. subarctica ble påvist. Only one specimen of M. italica subsp. subarctica observed.	Ingen diatomeer påvist. No diatoms observed.	Ingen diatomeer påvist. No diatoms observed.	4.7	8.9			
" <sup>FRICKE</sup> lana GRALVIN var. planetophora	indiff.			3.5				1.4				
Melosira italica (EHR.) KÜTZ. subsp. subarctica.	alk.fil	3.2	10.5	4.8				65.8	75.5			
" islandica O. MÜLLER	alk.fil	1.3	1.2	1.8				2.8	4.4			
Stephanodiscus astraea (EHR.) GRUN.	alk. biont			0.9								
Centrales indet.		1.6	1.9	2.6					11.7	0.5		
<b>ARAPHIDINEAE</b>												
Asterionella formosa HASSALL	alk.fil	7.5		0.4								
Ceratoneis arcus (EHR.) KÜTZ	alk.fil	0.5	0.8	1.8								
Diatoma elongatum (LYNGB.) C.A.AG.	alk.fil	2.2		0.4								
" hiemale (LYNGB.) HEIB.	?			0.4								
Fragilaria bicapitata A. MAYER	indiff.		0.4									
" crotonensis KITTON	alk.fil	9.4	1.6	0.9								
" lapponica GRUN.	?			0.4		0.5						
" pinnata EHR.	alk.fil	1.3	0.4									
" cf. vaucheriae (KÜTZ.) PETERSEN		0.3	1.6	0.4								
Fragilaria spp.		1.3	1.2	2.2								
Synedra cf. nana MEISTER		0.5	0.8	0.9								
" cf. ulna (NITZSCH) EHR.		0.3										
Tabellaria fenestrata (LYNGB.) KÜTZ.	acidofil	3.2		0.4								
" flocculosa (ROTH) KÜTZ.	acidofil	8.3	7.9	2.6		5.2	4.4					
<b>RAPHIDIOIDINEAE</b>												
Eunotia lunaris (EHR.) GRUN. cf. var. sinuata A. CLEVE-E.	indiff			0.4								
Eunotia spp.			1.2									
<b>MONORAPHIDINEAE</b>												
Achnanthes cf. bergiani A. CLEVE-E.		0.5										
" bicapitellata A. CLEVE-E.	?			0.4								
" crucifera ÖSTR.	?			0.4								
" exigua GRUN.	alk.fil			0.4								
" frigida A. CLEVE-E.	?			0.4								
" grimmei KRASSKE	?			0.4								
" kryophila BOYE PET.	acidofil		0.8									
" cf. laevis ÖSTR.				0.9								
" lanceolata (BRÉB.) GRUN.	alk.fil		0.8									
" laterostrate HUST.	indiff.	0.5	0.4									
" marginulata GRUN.	?		0.4									
" microcephala KÜTZ.	indiff.	6.2	7.8	3.9								
" minutissima KÜTZ.	indiff.			1.8								
" suchlandtii HUST.	indiff.			0.4								
Achnanthes spp.		14.8	22.4	18.9								
Mono-/Biraphidineae indet.		5.9	1.2	3.9								
<b>BIRAPHIDINEAE</b>												
Amphora ovalis KÜTZ. var. pediculus KÜTZ.	alk.fil	1.3	6.2	6.6								
Amphora sp.		0.3										
Anomoeoneis exilis (KÜTZ.) CLEVE	indiff.			0.4								
Cymbella cymbiformis (Ag. ? KÜTZ.) V. HEURCK	alk.fil		0.4									
" sinuata GREG.	indiff.			0.4		0.5						
" tumescens A. CLEVE-E.	?	0.3										
" ventricosa KÜTZ.	indiff.	1.6	1.6	1.8				1.0				
Cymbella spp.		0.8	0.8									
Didymosphenia geminata (LYNGB.) M.SCHMITH	?							0.5				
Diploneis ovalis (HILSE) CLEVE	alk.fil	0.5	0.4	0.4								
" subconstricta A. CLEVE-E.	?					0.5						
Epithemia zebra (EHR.) KÜTZ.	alk.biont	0.3										
Frustulia <sup>frustuloides (EHR.) De Toni var. saxonica</sup> (RABH.) De Toni	acidofil	0.5	0.4									
Comphonema spp.		1.3	3.1	0.4			3.3					
Gyrosigma acuminatum (KÜTZ.) RABH.	alk.biont		0.4									
Navicula cocconeiformis GREG.	?	0.5										
" cryptocephala KÜTZ.	alk.biont	1.6										
" forcipata GREG.	?			0.9								
" järnefeldtii HUST.	acidofil	0.5		0.9								
" rhyngocephala KÜTZ.	alk.fil	0.5	1.6	1.3								
Navicula spp.		0.5	1.2	0.9								
Nitzschia actinastroides (LEMM.) V. GOOR	?	0.5	1.6	1.3								
" fonticola GRUN.	alk.biont	1.6	3.1	3.5								
" hantzschiana RABH.	alk.fil		0.4	0.4								
" parvula LEWIS	indiff.		0.4									
Nitzschia spp.		4.8	4.3	5.7		0.5	0.5					
Pinnularia spp.		0.8	1.9	0.4								
Surirella ladogensis WEISSE	?			0.4								
" subsalsa SMITH	?			0.4								
Biraphidineae indet.		5.1	5.8	9.7		3.3	4.4					

Fig.1 Illustrasjon av sedimentstrukturen samt mengdeforholdet mellom perifyttiske og planktoniske diatomeer

*Illustration of the sediment structure and the relative frequency of periphytic and planktonic diatoms*



 Löst, grått sediment  
*Loose greyish sediment*

 Grått, leirholdig sediment med diffus lagdeling  
*Grey clayey sediment with diffuse stratification*

 Brunt sediment  
*Brown sediment*

#### 4. DIATOMEFLORAEN

Tabell 1 gir en oversikt over den relative hyppighet av diatomeer som er funnet i sedimentnivåene fra og med toppsjiktet og ned til og med 110 mm fra sedimentoverflaten. Enkelte av de undersøkte nivåer var uten innhold av identifiserbare diatomeskall.

##### 4.1 Relativ forekomst av perifytter og planktondiatomeer

Fig. 1 viser mengdeforholdet mellom planktondiatomeer og perifyttiske former i hvert enkelt av de undersøkte sedimentnivåer. Artene er fordelt på de to gruppene i overensstemmelse med Cholnoky's (1968) klassifisering av planktoniske diatomeer.

Da den undersøkte profilen stammer fra et gruntvannsområde med vekstmuligheter for en betydelig litoralflora, er det rimelig at de perifyttiske alger viser en så markert dominans i forhold til planktonformene som de tre øverste nivåer i Fig. 1 gir uttrykk for.

En viss tendens i retning av øket andel av planktonalger kan spores aller øverst i sedimentet (fra 10 mm og opp mot overflaten). Dette skyldes hovedsakelig økning i den relative forekomst av *Fragilaria crotonensis* og *Asterionella formosa*. Da *F. crotonensis* er en typisk eutrofiindikator, synes diagrammet i Fig. 1 å antyde en økende eutrofiering i den senere tid. Sammenlignet med tilsvarende sedimentprofiler fra h.h.v. Hamarområdet og nord for Helgøya (Berge 1973 a og b) er det imidlertid tale om moderate endringer for Gjøvikprofilens vedkommende.

I nivåene under 20 mm fra overflaten har materialet tydeligvis vært utsatt for sterk korrosjon. I 30 mm nivået er det således ikke funnet andre diatomeer enn ett eksemplar av *Melosira italica subsp. subarctica*. I 40 og 70 mm nivåene har det overhodet ikke vært mulig å påvise diatomeer. Da sedimentet mellom 20 og 73 mm hele vegen synes å

være av samme leiraktige konsistens, er det ikke foretatt analyse av prøver fra nivåer mellom 40 og 70 mm fra sedimentoverflaten.

Fra 73 til 170 mm er sedimentet mer brunfarget og synes å ha et lavere innhold av leire. Av denne sedimenttypen er det analysert prøver fra nivåene 80 og 110 mm. For disse nivåers vedkommende viser Fig. 1 en voldsom forskyvning i favør av planktoniske alger. Resultatet er imidlertid ikke representativt for den diatomefloraen som eksisterte da sedimentene ble dannet, for materialet er også her sterkt korrosjonspåvirket. Blant de få arter som er påvist, er det sterk dominans av den relativt korrosjonsbestandige *Melosira italica subsp. subarctica* (jfr. Berge 1973b).

#### 4.2 Diatomefloraens indikasjon av vannets surhetsgrad

I tilfeller da miljøfaktorer varierer betydelig i rom og tid, vil ofte indikatororganismer gi mer relevante data enn de som kan oppnås ved hjelp av måleinstrumenter. Diatomeer kan således i visse situasjoner gi gode indikasjoner m.h.t. vannets pH.

På grunnlag av ulike diatomeformers pH-preferanser har Hustedt (1939) stilt opp følgende kategorier:

- Alkalibionte former: Forekommer ved pH > 7.
- Alkalifile former: Forekommer ved pH = 7, men har størst utbredelse ved pH > 7.
- Indifferente former: Mest utbredt ved pH omkring 7.
- Acidofile former: Forekommer ved pH = 7, men har størst utbredelse ved pH < 7.
- Acidobionte former: Forekommer ved pH < 7 og har optimale betingelser ved pH  $\leq$  5,5.

For enkelte diatomeformers vedkommende foreligger det noe avvikende opplysninger angående deres pH-preferanser. I slike tilfeller er det i denne undersøkelsen lagt hovedvekt på forskningsresultater

fra skandinaviske forhold og/eller konklusjoner bygget på fysiologiske (fremfor floristiske eller plantegeografiske) undersøkelser. De mest anvendte kilder i denne forbindelse har vært Hustedt (1939), Foged (1954, 1968, 1969) og Cholnoky (1968).

Ved å gruppere diatomeene fra en bestemt lokalitet i overensstemmelse med forannevnte system, kan man ifølge Hustedt (1939) beregne følgende pH-intervaller:

1. pH > 7: De hyppige former består nesten utelukkende av alkalibionte og alkalifile former. Dessuten forekommer indifferente former.
2. pH = 6-7: De alkalifile former dominerer, men begynner å minske. De indifferente er hyppige og de acidofile former utgjør ca. 30% av de hyppige former.
3. pH = 4-5: De alkalifile former er forsvunnet. De indifferente utgjør bare ca. 20% av de hyppige former. Ca. 80% er acidofile og acidobionte former.
4. pH < 4: Antall former er svært lavt, og disse former er utpreget acidobionte.

Denne inndelingen er altså basert på såkalte hyppige former med en relativ hyppighet på minst 10% av det totale individtall. I det foreliggende materialet er det imidlertid ingen former som opptrer med en så høy relativ hyppighet. Hvis man derimot tar i betraktning det totale antall former i tabell 2, viser det seg at mellom 11,5 og 13,6 % av de identifiserte former i de tre øverste sedimentnivåer er acidofile, mens resten har høyere pH-preferanser. Dette skulle for alle tre sedimentnivåer indikere pH-verdier i overkant av nøytralt punktet.

Fjerdingsstad (1954) har foretatt en pH-gruppering av diatomeer bygget såvel på antall former som på deres individtall. Ved utarbeidelsen av sitt system har han i vesentlig grad lagt vekt på å omfatte de betydelige pH-variasjoner som ofte finner sted i en vannmasse.



### Konstant surt vann

Acidofile og acidobionte individer utgjør 70% eller mer av det totale antall, mens de indifferente omfatter 0-30%. Dersom alkalifile former er tilstede, finnes de kun i ubetydelige mengder.

### Vekselsvis surt og alkalisk vann

- a) Hovedsakelig surt. Acidobionte individer finnes nesten ikke. Acidofile utgjør ca. 60%, indifferente opptrer med 20-35% av det totale antall. Det finnes flere alkalifile former enn i ovennevnte gruppe.
- b) Hovedsakelig nøytralt-alkalisk. Indifferente og acidofile former utgjør ca. 25-50% av det totale individtall. De alkalifile omfatter ca. 45-65%.

### Konstant alkalisk vann

De alkalifile og alkalibionte individer utgjør ca. 90% av det totale antall.

Etter Fjerdingsstads inndeling vil diatomefloraen i Gjøvik-profilens tre øverste sedimentnivåer uten videre indikere nøytralt-alkalisk vann (se tabell 2) - et resultat som stemmer godt overens med det som ble oppnådd med Hustedts metode.

Nygaard (1956) har også utarbeidet en metode for beregning av pH-intervaller. Følgende indekser inngår i hans beregninger:

$$\alpha = \frac{\text{acid units}}{\text{alkaline units}} \quad \omega = \frac{\text{acid units}}{\text{number of acid species}} \quad \epsilon = \frac{\text{alkaline units}}{\text{number of alkaline species}}$$

Den relative hyppighet av acidobionte pluss acidofile individer utgjør de såkalte "acid units", mens "alkaline units" tilsvarende omfatter den rel. hyppighet av alkalifile og alkalibionte individer. Imidlertid blir det foretatt en korreksjon for de økologisk sett mest indikative former, nemlig de acidobionte og de alkalibionte. Disse tilskrives

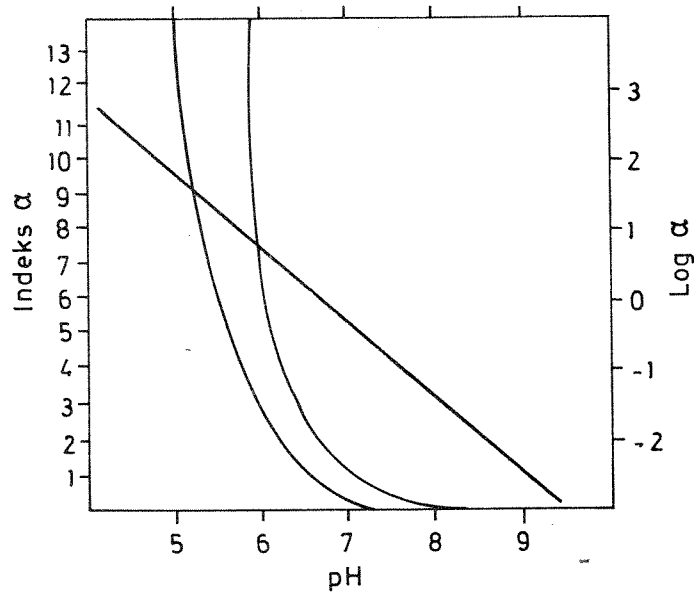


Fig.2 Relasjonen mellom indeks  $\alpha$  og pH. (Meritäinen 1967)  
*The relation between index  $\alpha$  and pH*

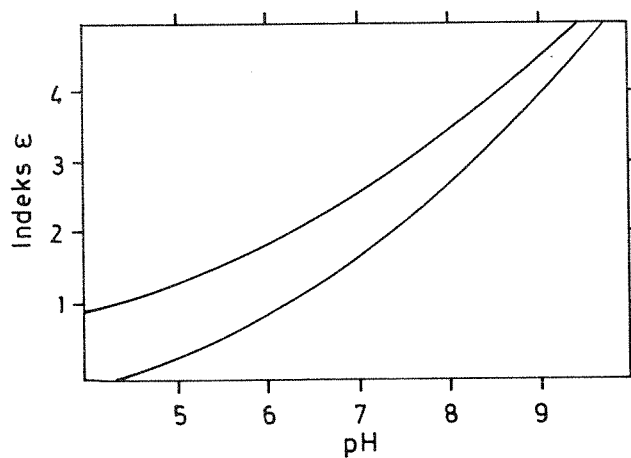


Fig.3 Relasjonen mellom indeks  $\epsilon$  og pH. (Meritäinen 1967)  
*The relation between index  $\epsilon$  and pH*

nemlig en høyere numerisk verdi ved at deres relative hyppighet multipliseres med faktoren 5.

Meriläinen (1967) har anvendt metoden på en rekke finske innsjøer og funnet god overensstemmelse med pH-verdier målt under høstens fullsirkulasjon. Ved å anvende Meriläinens (op.cit.) diagrammer for relasjonen mellom pH og indeksene  $\alpha$  (Fig. 2) og  $\epsilon$  (Fig. 3), er det beregnet pH-intervaller for de tre øverste sedimentnivåer i Gjøvikprofilen. Det viser seg da at indeks  $\alpha$  gir et pH-intervall som samsvarer bra med de resultater som ble oppnådd med Hustedts og Fjerdingstads metoder, mens indeks  $\epsilon$  gir noe høyere pH-verdier (se tabell 2).

TABELL 2 Beregninger av pH-intervaller  
Calculations of pH-intervals.

Level (mm)		Acidophilous	Indifferent	Alkaliphilous	Alkalibiontic	Not classified	Index $\alpha$		Index $\epsilon$	
							$\alpha$	pH	$\epsilon$	pH
0	Frequency (%)	12.5	15.0	27.7	3.5	41.3	0.28	6.9-7.5	3.5	8.0-8.6
	Number of forms	4	5	10	3					
10	Frequency (%)	9.1	14.1	24.3	3.5	49.0	0.22	7.0-7.6	3.2	7.7-8.4
	Number of forms	3	6	11	2					
20	Frequency (%)	3.9	19.6	19.2	4.4	52.9	0.09	7.2-7.8	3.2	7.7-8.4
	Number of forms	3	10	11	2					

Ved vurderingen av disse resultater må man være oppmerksom på at analysen kun omfatter en del av de opptalte kiselskall, nemlig de som er artsbestemte og dessuten har kjente pH-optima. I sediment-overflaten utgjør dette 58,7% av det totale individtall.

De tilsvarende tall for 10 mm og 20 mm nivåene er h.h.v. 51,0% og 47,1%. Selv om man antar at den analyserte andel av de opptalte kiselskall utgjør et representativt utvalg, er det likevel sannsynlig at indeks  $\epsilon$  har gitt et noe for høyt pH-nivå i denne undersøkelsen. Erfaringsmessig avtar nemlig tallforholdet Antall individer/Antall former etter hvert som man øker det totale antall opptalte kiselskall. Dette skyldes at en sedimentprøve ofte inneholder et stort antall "sjeldne" former, d.v.s. former med så liten relativ hyppighet at mange av dem ikke blir registrert før et høyt antall kiselskall er blitt opptalt.

På den annen side er det sannsynlig at de pH-intervaller som er beregnet på grunnlag av indeks  $\alpha$ , ligger noe for lavt. Dette skyldes at den acidofile *Tabellaria flocculosa* trolig er overrepresentert i det foreliggende materialet p.g.a. denne algens tendens til oppsplitting i flere skallkomponenter som hver for seg kan bli registrert som et individ.

Ved å sammenholde resultatene fra forannevnte metoder og beregningsmåter må konklusjonen bli at diatomeene i Gjøvikprofilens øverste 20 mm indikerer et pH-nivå litt i overkant av nøytralt punktet. Da det i så måte er liten innbyrdes forskjell mellom de tre øverste sedimentprøver (overflaten, 10 mm og 20 mm), er det grunn til å anta at vannets surhetsgrad i det aktuelle Mjøsområdet ikke har endret seg vesentlig i den senere tid.

Disse resultater stemmer bra overens med de pH-målinger som ble utført på en rekke stasjoner i Mjøsa i 1972 (Holtan et al. 1973). I dyplagene varierte verdiene mellom 6,6 og 7,0, mens det i overflate-lagene var en betydelig variasjon, tildels med verdier over pH 8. De høyeste verdier ble funnet i Furnesfjorden og skyldes planteplanktonets fotosynteseprosesser. En sammenligning av diatomefloraen i sedimentprofilene fra Hamar (jfr. Berge 1973a) og Gjøvik viser da også et noe sterkere innslag av alkalifile og alkalibionte former i sedimentene utenfor Hamar.

#### 4.3 Fordelingen av de vanligste diatomearter

*Fragilaria crotonensis* og *Asterionella formosa* er de arter som viser størst økning i relativ forekomst fra dypereliggende sedimentlag og oppover mot overflaten (se Fig. 4). Men selv i overflatesedimentet er den relative hyppighet av *F. crotonensis* beskjedne (9,4%) sammenlignet med profilene utenfor Hamar og Helgøya der de tilsvarende tall var h.h.v. 35,9% og 23,2% (Berge 1973 a og b).

Problemer angående korrosjonens innvirkning på analyseresultatene er viet en del oppmerksomhet i to tidligere rapporter (Berge, op.cit.), hvor det bl.a. ble påpekt at arter med skjøre kiselskall kan bli sterkt underrepresentert i dypereliggende sedimentlag. Derimot er det vanskelig å avgjøre i hvilken grad dette også gjelder i de øverste 2-3 cm med ukonsolidert sediment. Her er det nemlig ganske vanlig at kiselskallene synes relativt upåvirket av korrosjon, mens situasjonen ofte endrer seg radikalt ved overgang fra løst til konsolidert sediment. Om man antar at materialet i Gjøvikprofilens øverste ca. 20 mm med ukonsolidert sediment er lite korrosjonspåvirket, kan man slutte at *F. crotonensis* i det siste har hatt sterk framgang. I så fall er diatomefloraen i området i ferd med å nå et stadium karakterisert ved dominans av denne eutrofiindikatoren - en situasjon som allerede er inntrådt nord for Helgøya og utenfor Hamar. Profilene fra de to sistnevnte områder tyder forøvrig på at *F. crotonensis* utgjør et forholdsvis nytt innslag i Mjøsas diatomeflora. Denne algen har nemlig ikke latt seg påvise i dypereliggende sedimentlag. Dette er i god overensstemmelse med nyere planktonundersøkelser i Mjøsa-Øyeren-Glåma (Lindstrøm et al. 1973) hvor *F. crotonensis* først ble påvist i Glåma ved Fetsund og i Øyeren 1958-59. Undersøkelsene har omfattet årene 1958-59, 1965-67 og 1970-71. Siden 1961 har *F. crotonensis* inntatt en dominerende posisjon i hele dette vannsystemet.

*F. crotonensis* klassifiseres som alkalifil og antas å ha et pH-optimum omkring 8 (Cholnoky 1968).

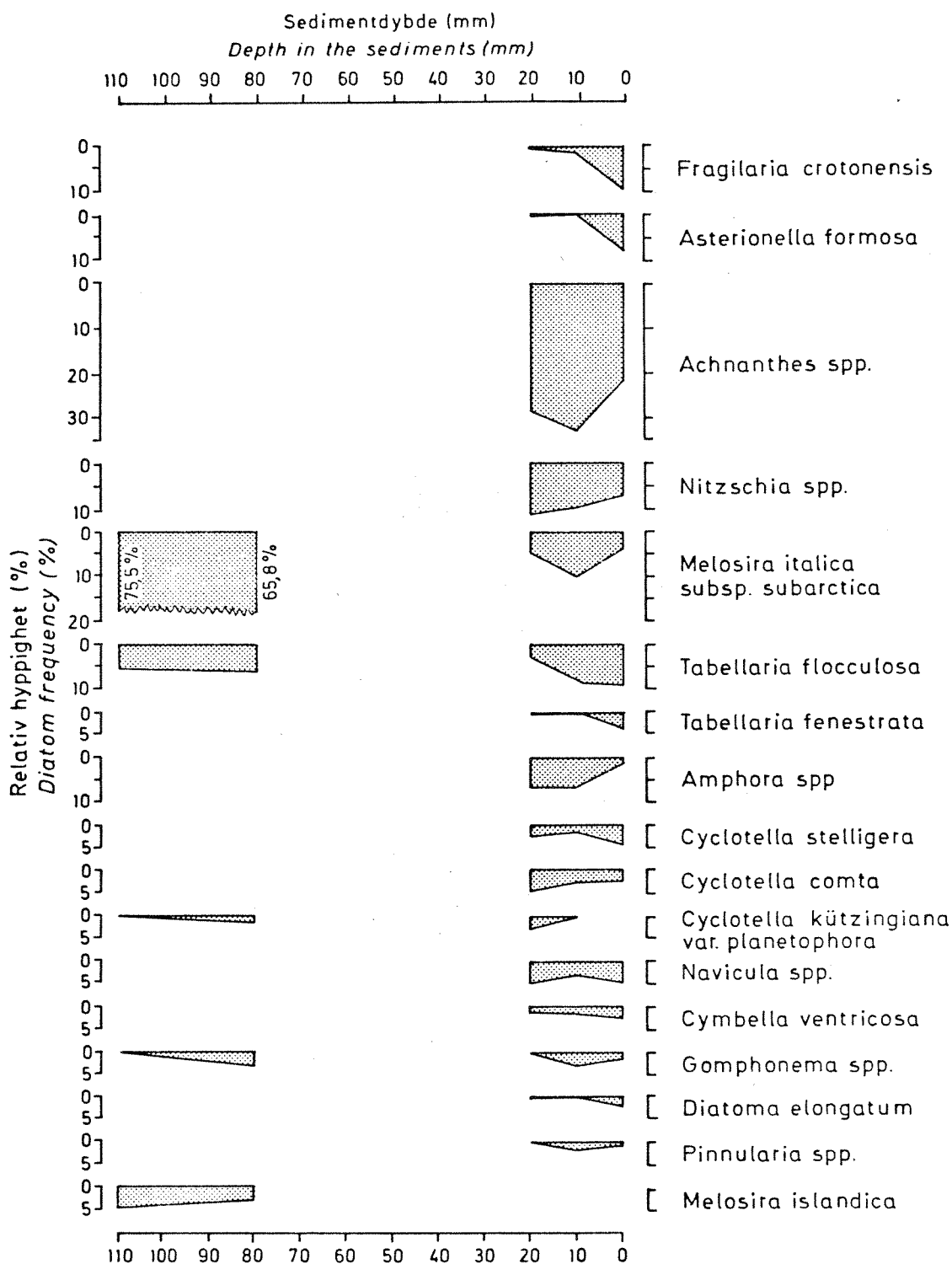


Fig. 4 Diatome-diagram fra Mjösa sør for Gjövik  
*Diatom stratigraphy of Lake Mjösa south of the town of Gjövik*

Fig. 4 viser at de tre øverste sedimentnivåer domineres av slekten *Achnanthes* som omfatter en lang rekke perifyttiske arter. Sikker artsbestemmelse av alger innen denne slekten byr ofte på store problemer, ikke minst fordi mange kiselskall i et ferdig preparat ligger på siden, slik at de taksonomisk viktige valvarflatene ikke kan iakttas. Den hyppigste art synes å være *A. microcephala*, en alge med pH-optimum som av Cholnoky (1968) oppgis til 6,4-6,6, men som av andre forskere (f.eks. Foged 1954) grupperes som indifferent.

Slekten *Achnanthes* er ofte rikelig representert i litoralsonen i eutrofe vann (Foged, op.cit.). I Hamar-profilen viste det seg imidlertid at forekomsten av *Achnanthes* spp. avtok betydelig oppover mot sedimentoverflaten samtidig som mer utpregede eutrofiindikatorer begynte å innta en dominerende posisjon (Berge 1973a). Den markerte tilbakegangen hos *Achnanthes* spp. fra 10 mm nivået og opp mot overflaten (se fig. 4) kan tyde på at en lignende utvikling nå er i gang utenfor Gjøvik.

Det er umulig å antyde noen bestemt utviklingstendens på grunnlag av de sterkt varierende forekomstene av *Melosira italica* subsp. *subarctica*. De store relative forekomster i 80 mm og 110 mm nivåene er sikkert ikke representative, men skyldes denne artens forholdsvis korrosjonsbestandige kiselskall (jfr. Berge 1973b). *M. italica* subsp. *subarctica* klassifiseres som alkalifil og skal, i likhet med de fleste *Melosira*-arter, indikere et moderat eutroft miljø (Foged 1954).

*Asterionella formosa* har som nevnt en betydelig høyere relativ hyppighet i overflatesedimentet enn i de dypere liggende lag hvor den ofte ikke kan påvises. Da såvel nyere som eldre undersøkelser har vist at denne algen ofte har dominert Mjøsas planktonflora (Lindstrøm et al. 1973, Huitfeldt-Kaas 1906, Strøm 1921, Braarud, Føyn & Gran 1928), er det uten videre klart at størsteparten av dens kiselskall ødelegges av korrosjon etter en tids opphold i sedimentene. Mye tyder dessuten på at en vesentlig del av korrosjonen inntreffer allerede i vannfasen før

eventuell sedimentering finner sted (Juse 1966). Dette bekreftes for *A. formosus* vedkommende av Granberg (1972) som har sammenlignet en rekke diatomearters forekomst såvel i plankton som i overflatesediment.

Trofisk sett kan det være vanskelig å plassere *A. formosa*. Med visse forbehold mener Round (1964) at denne algen kan indikere økning i vannets nitrogen - og fosfatnivå. Kukkonen & Tynni (1972) påpeker at en rekke observasjoner tyder på at *A. formosa* indikerer eutrofi, men den kan også være vanlig i oligotrofe innsjøer. pH-optimum ligger ifølge Cholnoky (1968) på 7,8, og den klassifiseres da også av andre forskere som alkalifil.

Slekten *Nitzschia* rangerer på annen plass etter *Achnanthes* m.h.t. relativ hyppighet i de tre øverste sedimentnivåer. Forekomstene avtar temmelig jevnt fra 11,0% i 20 mm nivået til 7,0% i overflaten. Materialet omfatter en rekke arter med *N. fonticola* som den hyppigste. Vesentlige mengder av denne arten indikerer, i likhet med de fleste *Nitzschia*-arter, eutrofe forhold med god tilgang på organiske nitrogenforbindelser (Cholnoky 1968, Huber-Pestalozzi 1942, Cleve-Euler 1951-53).

*N. fonticola* klassifiseres som alkalifil (f.eks. Foged 1954) og har ifølge Cholnoky (1968) et pH optimum mellom 8,2 og 8,6.

Forekomstene av *Nitzschia* spp. i Gjøvikprofilen overgår tilsvarende tall fra sedimentene utenfor Hamar og Helgøya (jfr. Berge 1973 a, b). Dette kan tyde på at de økologiske forhold i vannmassene utenfor Gjøvik i vesentlig grad er påvirket av tilført organisk materiale.

*Tabellaria flocculosa* er den eneste typiske oligotrofiindikator som bidrar med mer enn 5% av det totale individtall i noen av de tre øverste sedimentnivåer (se fig. 4). Det er imidlertid mulig at en god del av de registrerte kiselskall er av allohton opprinnelse, da det her er tale om en kolonidannende, periphyttisk alge som ofte løsriver i store mengder og deretter kan opptre "planktonisk" (Cholnoky 1968). Derfor kan man ikke se bort fra at mange av *Tabellaria*-skallene i Gjøvikprofilen har sin opprinnelse i andre deler av Mjøsa eller i tilknyttede vassdrag.



Ifølge Cholnoky (op.cit.) har *T. flocculosa* et pH-optimum omkring 5 "----- sicher nicht höher als 5,3". Av Foged (1954) klassifiseres *T. flocculosa* som acidofil, men han påpeker samtidig at "----- they may be extremely frequent in circum neutral water ---".

På dette grunnlag synes det umulig å trekke vesentlige økologiske slutninger ut fra Gjøvik-profilens innhold av *T. flocculosa*.

Slekten *Cyclotella* er ikke særlig sterkt representert i Gjøvik-profilens øverste nivåer (se fig. 4). De foreliggende hyppighetstall (som omfatter artene *C. comta*, *C. stelligera* og *C. kützingiana*) inntar samlet en mellomstilling mellom resultatene fra h.h.v. Hamar- og Helgøyprofilene. Utenfor Hamar ble nemlig ingen *Cyclotella*-arter påvist i de to øverste sedimentnivåer (13 mm og overflaten) under ordinær opptelling av kisel-skall (Berge 1973a). I Helgøy-profilens to øverste nivåer var derimot den relative hyppighet av *Cyclotella* 19,9% i 10 mm nivået og 12,5% i overflaten.

Bortsett fra *C. meneghiniana* er det vanlig å anse *Cyclotella*-artene som typiske oligotrofiindikatorer (jfr. f.eks. Digerfelt 1972). Man bør imidlertid også ta et visst forbehold angående *C. comta* som næringsfysiologisk synes å ha nokså vide toleransegrense (jfr. Bradbury & Waddington 1972).

Samtlige av Gjøvik-profilens *Cyclotella*-arter (se tabell 1) kan ifølge Foged (1968) klassifiseres som pH-indifferente.

Av de resterende arter er det kun *Amphora ovalis* v. *pediculus* som opptrer med en relativ hyppighet på mer enn 5% i noen av de tre øverste sedimentnivåer. Fig. 4 viser at forekomsten avtar markert (til 1,3%) mot overflaten.

Denne algen lever ofte epifyttisk på store diatomeer, særlig på visse *Nitzschia*-arter (Foged 1947-48). Den klassifiseres (av f.eks. Foged 1969) som alkalifil, og Cholnoky (1968) oppgir et pH-optimum på 8,2-8,4.

## 5. KONKLUSJON

Da den undersøkte sedimentprofilen er hentet fra et gruntvannsområde i strandsonen sør for Gjøvik, har den naturlig nok et høyt innhold av perifyttiske diatomeer. Analyseresultatene tyder imidlertid på at det i den senere tid har funnet sted en økning i den relative forekomst av planktoniske alger. Dominerende planktonarter er nå *Fragilaria crotonensis* og *Asterionella formosa* hvorav førstnevnte er en typisk eutrofiindikator.

Eutrofieringen synes imidlertid ikke å være så fremskreden som i området utenfor Hamar eller i strandsonen nord for Helgøya hvor innholdet av planktonalger generelt, og spesielt av *F. crotonensis*, er atskillig høyere (jfr. Berge 1973 a, b).

Fravær av typiske eutrofiindikatorer som f.eks. *Stephanodiscus hantzschii* v. *pusillus* og *Melosira granulata* v. *augustissima* indikerer også en lavere eutrofigrad sør for Gjøvik. Forekomstene av *Nitzschia* spp. (bl.a. *N. fonticola*) er imidlertid noe større i Gjøvik-profilen enn i materialet fra de to forannevnte områder. Dette kan tyde på at vesentlige tilførsler av organisk materiale påvirker de økologiske forhold i vannmassene utenfor Gjøvik.

Diatomefloraens sammensetning indikerer et pH-nivå litt i overkant av nøytralt punktet under høstens fullsirkulasjon. Vesentlige endringer av vannets generelle pH-nivå synes ikke å ha funnet sted i det aktuelle Mjøsområdet i den senere tid.

## 6. LITTERATUR

Berge, F. 1973a. En undersøkelse basert på fossile diatomeer i en sedimentprofil utenfor Hamar 1972.

Norsk institutt for vannforskning. Mjøsprosjektet. Delrapport nr. 1. 31p.

Berge, F. 1973b. En undersøkelse av fossile diatomeer i en sedimentprofil fra Mjøsa utenfor Helgøya 1973.

Norsk institutt for vannforskning. Mjøsprosjektet. Delrapport nr. 2. 21p.

Braarud, T., Føyn, B. und Gran, H.H. 1928. Biologische Untersuchungen in einigen Seen des östlichen Norwegens August-September 1927.

Avh. Vidensk.-Akad. Oslo. 1.M.-N.K1. 1928, 2.

Bradbury, J.P. & Waddington, C.B. 1972. The impact of European settlement on Shagawa Lake, Northeastern Minnesota, U.S.A.

Contribution No. 112, Limnological Research Center, University of Minnesota. 32p.

Cholnoky, B.J. 1968. Die Oekologie der Diatomeen in Binnengewässern.

J. Cramer, Lehre. 699p.

Cleve-Euler, A. 1951-54. Die Diatomeen von Schweden und Finnland.

Almquist & Wiksells Boktryckeri, Stockholm. 1171p.

Fjordingstad, E. 1954. The subfossil algal flora of the Lake Bølling Sø and its interpretation.

Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 7:6. Copenhagen.

Foged, N. 1947-48. Diatoms in water-courses in Funen, I-IV.

Dansk bot. arkiv. 12:5, 6, 9, 12. Copenhagen.

Foged, N. 1954. On the diatom flora of some Funen lakes.

Folia Limnol. Scand. 6:1-80.

Foged, N. 1968. Diatoméerne i en postglacial boreprøve fra bunden av Esrom Sø, Danmark.

Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening. 18(2):161-180.

Foged, N. 1969. Diatoms in a postglacial core from the bottom of the Lake Grane Langsö, Denmark.

Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening. 19(3):237-256.

Granberg, K. 1972. The diatom successions in the recent sediments and the eutrophication of Ristiselkä, Lake Päijänne, central Finland. Aqua Fennica (1972): 20-27.

Holtan, H. et al. 1973. Mjøsprosjektet. Fremdriftsrapport nr. 3A. Undersøkelser 1972. Resultater og kommentarer. 113p.

Huber-Pestalozzi, G. 1942. Das Phytoplankton des Süßwassers.

In: Thienemann, A. Die Binnengewässer. Band XVI. Teil 2, 2. Hälfte. 549p.

Huitfeldt-Kaas, H. 1906. Planktonundersøgelser i Norske Vande.  
Christiania 1906.

Hustedt, F. 1939. Systematische und ökologische Untersuchungen  
über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra nach dem  
Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. III. Die  
ökologischen Faktoren und ihr Einfluss auf die Diatomeenflora.  
Arch. Hydrobiol. Suppl. 16. Stuttgart.

Juse, A. 1966. Diatomeen in Seesedimenten.  
Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 4:1-32.

Lindstrøm, E.-A., Skulberg, R. & Skulberg, O.M. 1973. Observations  
on planktonic diatoms in the lake-river system Lake Mjøsa - Lake  
Øyeren - River Glåma, Norway.  
Norw. J. Bot. 20, 183-195.

Meriläinen, J. 1967. The diatom flora and the hydrogen-ion  
concentration of the water.  
Ann. Bot. Fenn. 4. Helsinki.

Nygaard, G. 1956. Ancient and recent flora of diatoms and chryso-  
phyceae in Lake Gribsø.  
Folia Limnol. scand. 8. Copenhagen.

Round, F.E. 1964. The diatom sequence in lake deposits: Some  
problems of interpretation.  
Verh. Internat. Verein. Limnol. XV. 1012-1020.

Strøm, K.M. 1921. The phytoplankton of some Norwegian lakes.  
Vidensk. Selsk. Skr. I M.-N.Kl. 1921, 4.

Tynni, R. 1972. The development of Lovojärvi on the basis of its  
diatoms. Aqua Fennica (1972): 70-82.