

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

O - 91/69

MJØSPROSJEKTET

DELRAPPORT NR. 2

EN UNDERSØKELSE AV FOSSILE DIATOMEER
I EN SEDIMENTPROFIL FRA MJØSA UTENFOR HELGØYA 1972

The eutrophication of Lake Mjøsa, Norway.
A study of the diatom assemblages in recent sediments
of Lake Mjøsa northeast of Helgøya.

Saksbehandler: Cand.real. Frode Berge
Rapporten avsluttet august 1973.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side!
1. INNLEDNING	3
2. UNDERSØKELSESONMRÅDE OG METODIKK	3
3. SEDIMENTENES KARAKTER	3
4. SEDIMENTASJONSHASTIGHET	5
5. DIATOMEFLORAEN	7
5.1 Systematisk oversikt	7
5.2 Relativ forekomst av planktoniske og litorale diatomeer	7
5.3 Mengdeforholdet mellom <i>Centrales</i> , <i>Araphidineae</i> og <i>Raphidiodineae</i> + <i>Mono-/Biraphidineae</i>	7
5.4 Fordelingen av de vanligste diatomearter	11
6. DISKUSJON	13
7. KONKLUSJON	20
8. LITTERATUR	21

FIGURFORTEGNELSE:

Fig. 1. Kartskissen viser den geografiske plassering til henholdsvis Hamarprofilen (P_1) og Helgøyprofilen (P_2)	4
Fig. 2. Oversikt over sedimentstrukturen samt mengdeforholdet mellom diatomegruppene <i>Centrales</i> + <i>Araphidineae</i> og <i>Raphidiodineae</i> + <i>Mono-/Biraphidineae</i>	6
Fig. 3. Illustrasjon av mengdeforholdet mellom tre diatomegrupper: 1. <i>Araphidineae</i> , 2. <i>Raphidiodineae</i> + <i>Mono-/Biraphidineae</i> , 3. <i>Centrales</i>	8
Fig. 4. Diatome-diagram fra Mjøsa nordøst for Helgøya	12
Fig. 5. Triangeldiagram som viser relativ forekomst av Helgøyprofilens tre sentriske diatomeslekter <i>Cyclotella</i> , <i>Melosira</i> og <i>Stephanodiscus</i>	18
Tabell; Diatomearter påvist i en sedimentprofil fra Mjøsa nordøst for Helgøya	9-10

1. INNLEDNING

Denne rapporten omfatter beskrivelse og diskusjon av fossile diatomeer i bunnnavleiringer i Mjøsa nordøst for Helgøya. En tilsvarende undersøkelse er gjennomført for området utenfor Hamar (Berge, 1973). Den foreliggende rapport er således nr. 2 i en serie som tar sikte på å kartlegge eutrofiutviklingen i ulike deler av Mjøsa.

2. UNDERSØKELSESONOMRÅDE OG METODIKK

Sedimentprofilen ble hentet 12. mars 1973 fra 35 meters dyp nordøst for Helgøya (se fig. 1).

I alt vesentlig er det her anvendt den samme metodikk som er beskrevet i rapporten om sedimentene utenfor Hamar (Berge, 1973).

Sedimentene viser relativt stor homogenitet langs den undersøkte delen av profilen. Materialet til de mikroskopiske undersøkelser er derfor hentet fra nivåer med samme innbyrdes avstand, nemlig 1 cm. Undersøkelsen omfatter 9 forskjellige nivåer fra og med sedimentoverflaten og ned til 80 mm under overflaten.

3. SEDIMENTENES KARAKTER

Det er bare sedimentenes innhold av diatomeer som har vært gjenstand for detaljert analyse. Andre forhold vedrørende sedimentenes egenskaper kan derfor kun antydes på skjønsmessig grunnlag.

Bortsett fra betydelig forekomst av pollen og diatomeer inneholdt de mikroskopiske preparater lite organisk materiale. Hovedmassen bestod av gulbrunt sediment dominert av leirpartikler med mindre tilsetninger av silt og svært finkornet sand.

De øverste ca. 3 cm av profilen var av løs konsistens. Særlig tyntflytende var materialet i de øverste 1,5 cm (se fig. 2). For øvrig bestod profilen av en konsolidert, pastaliknende masse.

Fig.1 Kartskissen viser den geografiske plassering til henholdsvis Hamarprofilen (P_1) og Helgöyprofilen (P_2)

The map is indicating the location of two sediment cores from Lake Mjösa, one from the Hamar area (P_1) and another taken northeast of Helgöya (P_2)



Materialet ga inntrykk av å være temmelig homogent nedover langs profilen. I området mellom 15 og 60 mm fra overflaten var det imidlertid mulig å observere 8 mer eller mindre markerte, lyse sjikt på ca. 1 millimeters tykkelse og med en innbyrdes avstand på gjennomsnittlig 6,4 mm. Avstanden mellom disse sjiktene synes å være for stor til å representere varv, og det var ikke mulig å påvise systematiske forskjeller mellom de ulike sjikt med hensyn til innhold av diatomeer.

4. SEDIMENTASJONSHASTIGHET

I området utenfor Hamar antas sedimentasjonshastigheten å ligge mellom 1,5 og 3,5 mm pr. år (Berge, 1973). Av flere grunner er det rimelig å anta at den akkumulerte sedimentmengde pr. år er noe mindre i området nordøst for Helgøya. For det første indikerer sedimentenes diatomeflora og det lave innholdet av organisk materiale at produktiviteten ikke har vært særlig høy. Videre må man i denne delen av Mjøsa regne med liten tilførsel av materiale gjennom elver eller bekker. Vind- og strømforhold samt innsjøens morfometri er også viktige faktorer når det gjelder materialtransport og eventuell omleiring av sedimentene. Foreløpig mangler imidlertid tilstrekkelige data for en vurdering av disse forhold.

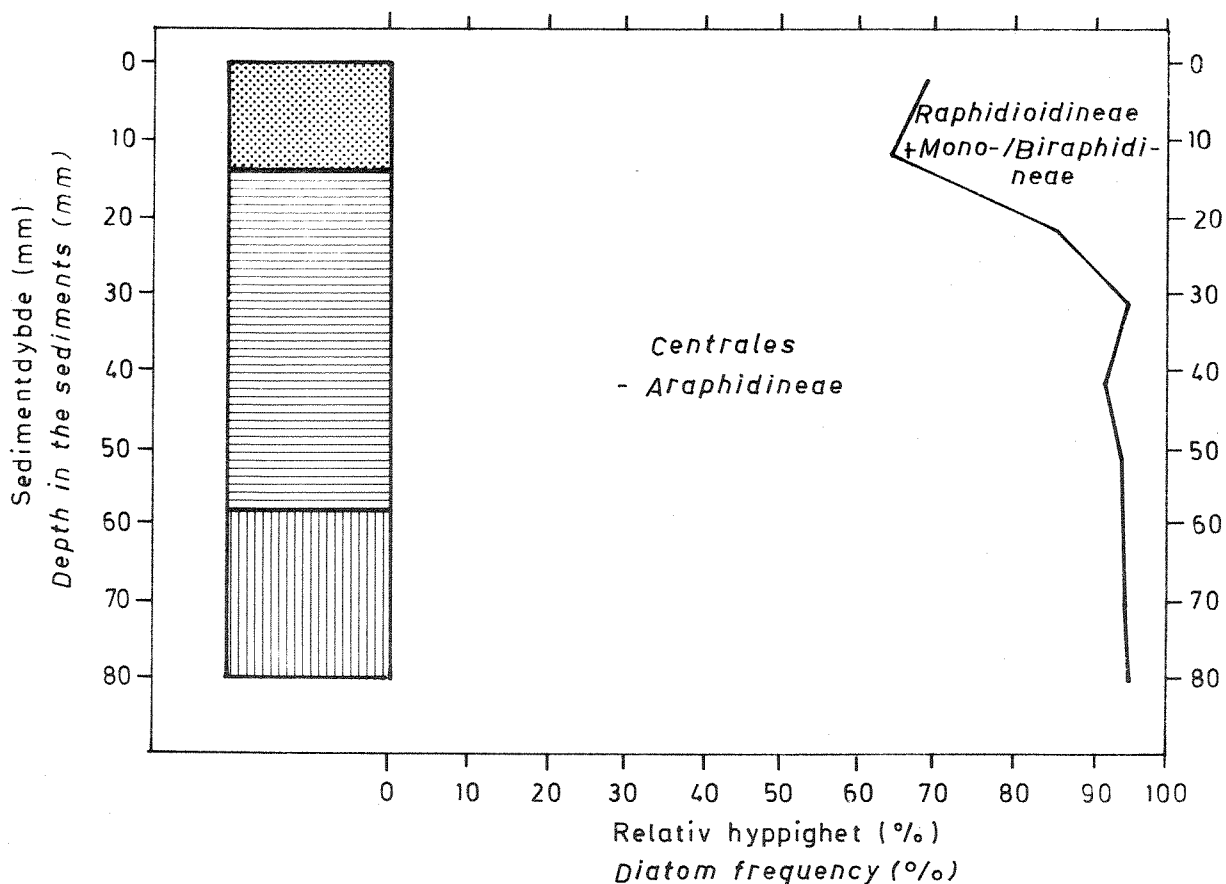
Om man vil forsøke å antyde en mulig størrelsesorden for sedimentasjonshastigheten i det aktuelle området, blir det nødvendig å ty til resultater fra presumptivt sammenlignbare forhold. Stockner (1971) har beregnet en gjennomsnittlig sedimentasjonshastighet på 0,4-0,6 mm pr. år siden siste istid i en oligotrof innsjø i Ontario, Canada. Det tilsvarende tall er 0,7 mm pr. år for Shagawa Lake, Minnesota, U.S.A., før denne innsjøen ble påvirket av menneskelig aktivitet.

I de seinere år er denne innsjøen blitt betydelig eutrofiert og har nå en sedimentasjonshastighet på 2,5 mm pr. år i de dypere avsnitt (Bradbury & Waddington, 1972).

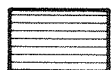
Trofisk sett indikerer diatomefloraen i Helgøyprofilens overflate et stadium som ligger et sted mellom de oligotrofe systemer som er nevnt ovenfor og Hamar-området nåværende tilstand.

Fig. 2 Oversikt over sedimentstrukturen samt mengdeforholdet mellom diatomegruppene Centrales+Araphidineae og Raphidioidineae+Mono-/Biraphidineae

Illustration of the sediment structure and the relative frequency of the diatom groups Centrales+Araphidineae and Raphidioidineae+Mono-/Biraphidineae



Løst, gulbrunt sediment
Loose yellowish brown sediment



Gulbrunt sediment med diffus lagdeling omfattende 8 lyse skikt, hvert med tykkelse ca. 1 mm.
Yellowish brown sediment with 8 ca. 1 mm thick diffuse layers of light color.



Gulbrunt sediment
Yellowish brown sediment

På dette indirekte grunnlag synes det rimelig å gå ut fra at den nåværende sedimentasjonshastighet i det undersøkte området nordøst for Helgøya ligger et sted mellom 0,5 og 2,5 mm pr. år.

5. DIATOMEFLORAEN

5.1 Systematisk oversikt

Tabell 1 omfatter diatomeer som er funnet i sedimentnivåene fra og med toppsjiktet og ned til og med 80 mm fra overflaten. Sammenlignet med profilen fra Hamar-området er Helgøyprofilen relativt artsfattig, hovedsakelig på grunn av beskjedent innhold av litorale alger. I sedimentnivåene fra og med 20 mm og nedover er materialet dessuten betydelig preget av korrosjon, et forhold som ytterligere har bidratt til å begrense antallet av identifiserte arter.

5.2 Relativ forekomst av planktoniske og litorale diatomeer

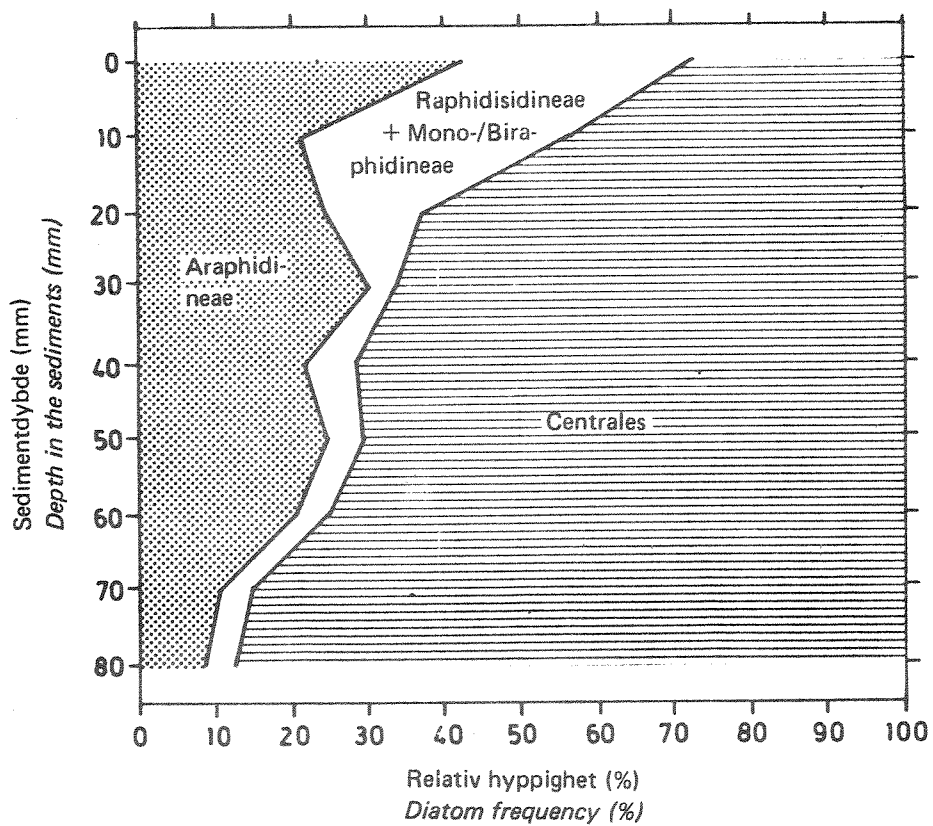
Fig. 2 viser den relative forekomst av algegruppene *Araphidíneae* + *Centrales* (A+C) og *Raphidíodíneae* + *Mono-/Biraphidíneae*. Førstnevnte gruppe omfatter hovedsakelig planktonalger, mens de øvrige diatomeer er perifytter hvorav hovedmengden tilhører litoralsonen. Fra 80 og opp til 30 mm fra overflaten viser materialet en sterk og stabil dominans av A+C (93,0 - 96,2%). Over 30 mm skjer en markert forskyvning i favør av litorale alger, slik at gruppen A+C reduseres til 64,7% og 69,5% i henholdsvis 10 mm nivået og overflaten.

5.3 Mengdeforholdet mellom *Centrales*, *Araphidíneae* og *Raphidíodíneae* + *Mono-/Biraphidíneae*.

Den relative forekomst av *Centrales* avtar stort sett hele vegen fra 80 mm nivået og oppover mot overflaten (se fig. 3). Nedgangen er særlig markert over 20 mm nivået. I området fra 80 og opp til 30 mm har nedgangen hos *Centrales* gjennomgående vært fulgt av en tilsvarende oppgang hos *Araphidíneae* idet forekomsten av *Raphidíodíneae* + *Mono-/Biraphidíneae* har holdt seg temmelig konstant. Fra 30 og opp til 10 mm skjer det så en minking i forekomsten av *Araphidíneae* etterfulgt av en markert økning mot overflaten. *Raphidíodíneae* + *Mono-/Biraphidíneae* øker fra 4,0% i 30 mm nivået til 35,3% og 30,6% i henholdsvis 10 mm nivået og overflaten.

Fig. 3 Illustrasjon av mengdeforholdet mellom tre diatomegrupper : 1. Araphidineae, 2. Raphidioidineae + Mono-/Biraphidineae, 3. Centrales

*The relative abundance of three diatom groups:
1. Araphidineae, 2. Raphidioidineae + Mono-/
Biraphidineae, 3. Centrales*



Tabell 1. Diatomearter påvist i en sedimentprofil fra Mjøsa nordøst for Helgøya.
Diatom species encountered at different levels in a sediment core
from Lake Mjøsa northeast of Helgøya.

	Avstand fra sedimentoverflaten (mm)								
	Distance from the top of the core (mm)								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
CENTRALES									
<i>Cyclotella comta</i> (E.) Kz.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cyclotella</i> cf. <i>stelligera</i> Cl. & Grun.	x								
<i>Cyclotella</i> spp.	x								
<i>Melosira islandica</i> O.M.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>M. italica</i> (E.) Kz. subsp. subarctica O.M.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Stephanodiscus astraea</i> (E.) Grun. var. <i>minutulus</i> (Kz.) Grun.	x	x							
ARAPHIDINEAE									
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	x	x							
<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	x	x							
<i>D. hiemale</i> (Lyngb.) Heib.		x		x					
<i>Fragilaria crotonensis</i> (Edw.) Kitton	x	x							
<i>F. pinnata</i> E.	x	x	x			(x)	x		
<i>Fragilaria</i> cf. <i>Vaucheriae</i> (Kz.) Boye Pet	x	x							
<i>Fragilaria</i> spp.		x							x
<i>Synedra tenera</i> W.Sm.				x					
<i>S. ulna</i> (Nitzsch) Kz.		x			x	x			
<i>Synedra</i> spp.					x	x			
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kz.	x	x	x	x					
<i>T. flocculosa</i> (Roth.) Kz.									
<i>T. flocculosa</i> cf. var. <i>pelagica</i> Holmboe	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tetracyclus lacustris</i> Ralfs							x	x	
RAPHIDIROIDINEAE									
<i>Eunotia</i> spp.		x					x	x	x

Forts.

Tabell 1. Forts.

	Avstand fra sedimentoverflaten (mm)									
	Distance from the top of the core (mm)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	
MONORAPHIDINEAE										
<i>Achnanthes elliptica</i> (Cl.) A. Cl.	x									
<i>A. lapponica</i> Hust.		x								
<i>Achnanthes</i> spp.	x	x	x							
<i>Cocconeis calcar</i> (Cl.) A. Cl.		x								
<i>Cocconeis</i> spp.	x									
BIRAPHIDINEAE										
<i>Amphora</i> spp.	x	x								
<i>Anomoeoneis exilis</i> (Kz., Grun.) Cl.	x	x	x							
<i>Cymbella cymbiformis</i> Kz.	x		x							
<i>C. sinuata</i> Greg.						x				
<i>C. ventricosa</i> Kz.	x	x	x							
<i>Cymbella</i> spp.		x			x					
<i>Gomphonema</i> spp.	x	x	x	x						
<i>Navicula cocconeiformis</i> Greg.		x								
<i>N. cryptocephala</i> Kz.		x								
<i>N. Järnefelti</i> Hust.				x						
<i>N. rhynchocephala</i> Kz.	x									
<i>Navicula</i> spp.		x	x							
<i>Nitzschia</i> spp.	x	x								
<i>Pinnularia</i> spp.		x	x							
<i>Surirella</i> spp.		x						x	x	

5.4 Fordelingen av de vanligste diatomearter

Fig. 4 viser den relative hyppighet hos alle arter eller slekter som er representert med 0,5% eller mer i minst ett av de undersøkte sedimentnivåer.

Materialet er skilt i to kategorier (Del A og Del B) der Del A omfatter alger som har sin største relative forekomst i de tre øverste sedimentnivåer (d.v.s. 20 mm, 10 mm og overflaten), mens Del B består av arter med størst forekomst i nivåene under 20 mm fra overflaten.

DEL A

Fig. 4 viser en sterk økning hos *Fragilaria crotonensis* fra 0% i 20 mm nivået til 23,2% i overflaten. Denne arten har det ikke vært mulig å påvise under 10 mm nivået.

Achnanthes spp. viser også sterk økning mot overflaten hvor forekomsten utgjør 17,5%. Ingen *Achnanthes*-arter er blitt påvist under 20 mm nivået.

Fragilaria pinnata øker også jevnt mot overflaten (til 7,4%) og forekommer kun sporadisk i enkelte av de undersøkte nivåer under 20 mm.

Asterionella formosa er påvist kun i de to øverste nivåer. Forekomsten er størst i overflaten (6,1%).

Diatoma elongatum er også bare funnet i de to øverste nivåer. Relativ hyppighet er 1,5% i 10 mm nivået og 1,3% i overflaten. Små mengder (1% eller mindre) av følgende arter er også påvist bare i de to øverste nivåer: *Stephanodiscus astraea* v. *minutulus*, *Nitzschia* spp. og *Amphora* spp.

Følgende sparsomt representerte slekter har maksimal forekomst (2,7 - 5,0%) i 10 mm nivået: *Fragilaria* spp.+ *Synedra* spp. og *Nivacula* spp.

En del eksemplarer av *Cymbella* spp. er påvist i alle nivåer fra og med 40 mm og oppover. Forekomsten øker noe fra 30 til 20 mm og holder seg deretter nokså konstant mot overflaten. Spredte individer av *Tabellaria*

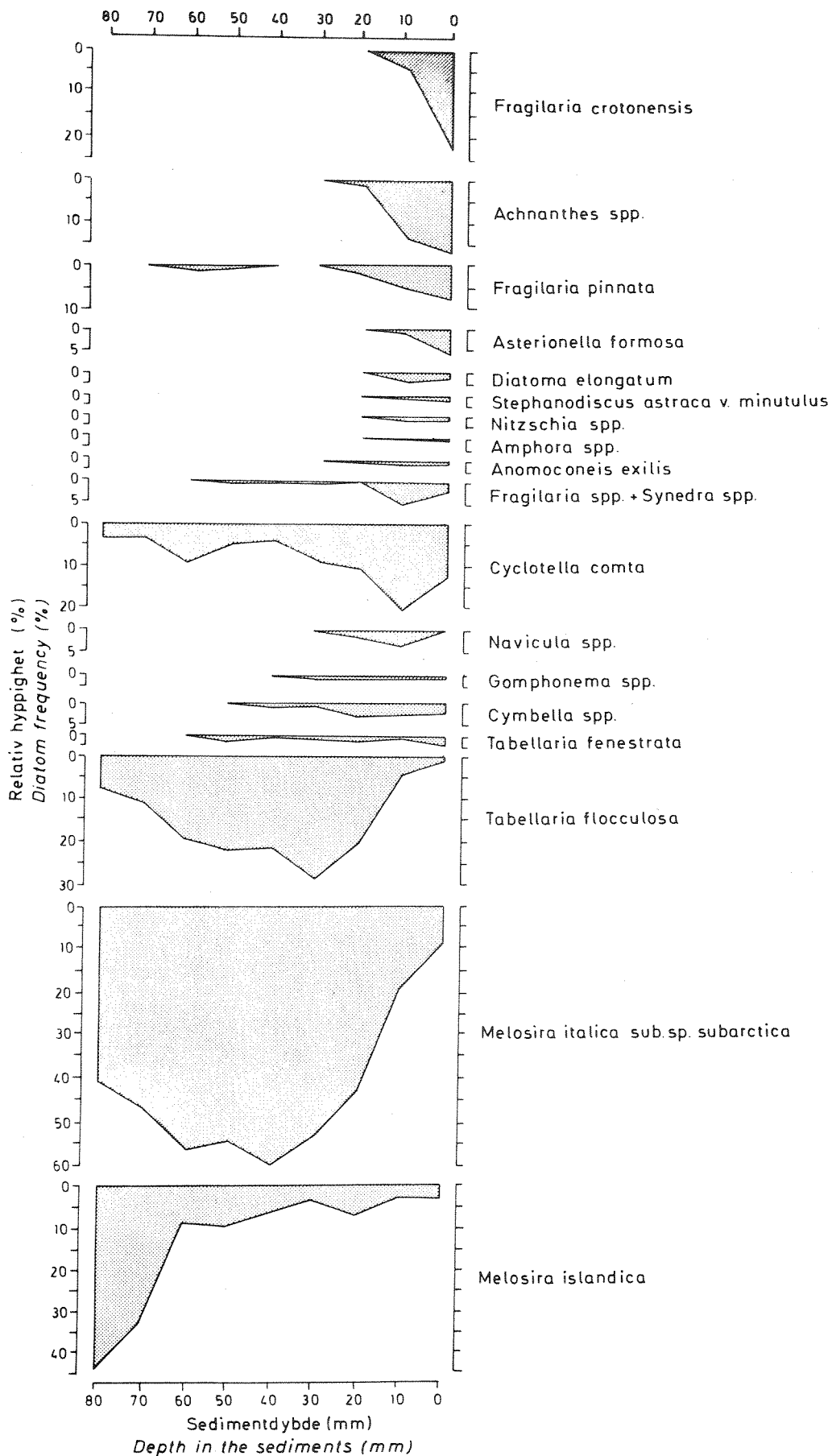


Fig.4 Diatome-diagram fra Mjösa nordöst for Helgöya
Diatom stratigraphy of Lake Mjösa northeast of Helgöya

fenestrata er funnet fra og med 50 mm nivået og opp mot overflaten. Det samme gjelder for *Gomphonema* spp. fra og med 30 mm og videre oppover.

Cyclotella comta finnes i alle nivåer, til dels i betydelige mengder. Forekomsten viser økende tendens mot overflaten. Maksimal forekomst, 19,9%, nås i 10 mm nivået mens den relative hyppighet i overflaten er sunket til 12,5%.

DEL B

Denne delen omfatter tre arter:

Melosira italica subsp. *subarctica*, *M. islandica* og *Tabellaria flocculosa*.

M. italica viser gjennomgående økning fra 80 mm og opp til 40 mm. Deretter skjer det en jevn og til dels sterk tilbakegang mot overflaten. *M. italica* har høyere relativ hyppighet enn noen annen alge langs mesteparten av profilen. Bare i det nederste og i de to øverste nivåer rangerer andre alger foran *M. italica* med hensyn til relativ forekomst.

Melosira islandica dominerer (tett fulgt av *M. italica*) i 80 mm nivået. Mellom 80 og 60 mm skjer en sterk tilbakegang. Deretter er forekomsten temmelig stabil med svakt avtagende tendens hele vegen mot overflaten.

Bortsett fra de to øverste nivåer er det påvist temmelig mye *Tabellaria flocculosa*. Forekomsten øker stort sett hele vegen fra laveste undersøkte nivå (80 mm) inntil maksimum (28,3%) nås i 30 mm nivået. Deretter skjer en sterk tilbakegang der den relative hyppighet kommer helt ned på 0,7% i overflaten.

6. DISKUSJON

Materialet viser at det i den seinere tid har funnet sted markerte økologiske endringer i Mjøsområdet nordøst for Helgøya. På grunn av betydelig korrosjonspåvirkning er det imidlertid umulig å gi noe detaljert bilde av diatomefloraens suksesjonsforløp. Bortsett fra de to øverste sedimentnivåer (10 mm og overflaten) bærer kiselskallene tydelig preg av korrosjon. En må således regne med at det opprinnelige antall sedimenterte kiselskall er blitt vesentlig redusert ned gjennom de undersøkte

nivåer. En rekke arter med skjøre skall er sannsynligvis blitt totalt oppløste eller sterkt fragmenterte etter lengre tids opphold i disse sedimentene. Dette forhold fører nødvendigvis til at de dypereliggende sedimenter nå inneholder en artsfordeling som ikke er representativ for den diatomeflora som opprinnelig ble sedimentert.

Av de arter som er påvist i overflatesedimentet, har trolig følgende blitt eliminert eller fått sitt antall sterkt redusert på grunn av korrosjon: *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella formosa*, *Diatoma elongatum*, *Fragilaria* spp.+ *Synedra* spp., *Fragilaria pinnata* og *Achnanthes* spp.

Noen diatomeer har relativt solide skall, og følgende arter er trolig av den grunn blitt overrepresentert (selv om det absolutte antall også her kan ha blitt redusert) i et korroderende miljø: *Melosira italica*, *M. islandica* og *Tabellaria flocculosa*. For *Tabellaria flocculosa*'s vedkommende kan overrepresentasjonen bli særlig sterk på grunn av oppspaltning i mange skallkomponenter som hver for seg kan risikere å bli registrert som ett individ.

Cyclotella comta inntar trolig en mellomstilling. Denne algen er riktignok langt sterkere påvirket av korrosjon enn *Melosira*-artene og *T. flocculosa*. I forhold til disse artene er den således utvilsomt underrepresentert i dyplagene. Men det faktum at *C. comta* lar seg påvise i alle nivåarter, tyder på at denne algen kan være overrepresentert i forhold til mindre robuste arter. Når man sammenligner ulike nivåers *Cyclotella*-skall, synes det klart at korrosjonsfaktoren har tiltatt i styrke nedover langs den undersøkte sedimentprofilen.

Med hensyn til overflatesedimentets øvrige arter (se fig. 4), mangler det her grunnlag for en sikker vurdering av deres representasjon i forhold til originalfloraen. Forekomstene avtar mer eller mindre jevnt nedover i sedimentene for til slutt å forsvinne helt. Dermed er det nærliggende å anta at også disse arter har fått sine skall ødelagt etter lengre tids innleiring i sedimentene. Men hvor korrosjonsfølsomme disse artene er sammenlignet med dem som er diskutert foran, er det foreløpig umulig å avgjøre.

Dårlig konservering av diatomeer kan her bl. a. skyldes lav sedimentasjonshastighet som følge av liten organisk produksjon og/eller lokale

strømforhold som kan virke hemmende på sedimentakkumuleringen. Dermed kan sedimenterte kiselskall ha blitt liggende relativt lenge uten tilstrekkelig beskyttelse mot kjemisk og mekanisk forvitring (jfr. Bradbury & Waddington, 1972).

En annen faktor som også kan ha bidratt til å redusere forekomsten av diatomeer, er sedimentenes leirholdige konsistens. I en rekke summarisk undersøkte sedimentprofiler fra forskjellige deler av Mjøsa har det vist seg at utpreget leirholdig materiale kan være praktisk talt uten forekomst av diatomeer. Tilsvarende forhold er observert i engelske innsjøer og i marin leire utenfor California (Round, 1961, 1964).

Som nevnt er det vesentlig i nivåene under 10 mm at korrosjonen kompliserer tolkningen av det foreliggende materiale. De to øverste nivåer (10 mm og overflaten) gir trolig et temmelig pålitelig bilde av de seinere års utvikling innen den sedimenterte diatomefloraen nordøst for Helgøya.

Resultater av strøm- og temperaturmålinger (Holtan & al., 1973) indikerer at det utenfor Helgøya i stor utstrekning skjer en blanding av vann fra Furnesfjorden og fra Mjøsas hovedbasseng sør for Helgøya. Vinden sørger for betydelig transport av overflatevann. Dette gir sekundært opphav til såkalte *seiches* (en type stående bølgebevegelser) som medfører vesentlige forflytninger av vannmassene også under sprangsjiktet. Det er således grunn til å anta at de produksjonsbiologiske forhold kan veksle sterkt i området nordøst for Helgøya. I perioder med liten horisontal vanntransport kan trolig lokale forhold tre klart fram, men situasjonen kan fort endres slik at produksjonsbildet blir preget enten av Furnesfjordens eller hovedbassengets vannmasser. En floraregistrering i dette området antas derfor å gi liten lokalbiologisk presisjon. Derimot vil man få en viss regional oversikt. Dessuten har det atskillig interesse å få klarlagt eutrofitilstanden nettopp i en overgangssone hvor man får anledning til å vurdere den relative innflytelse til to innsjøavsnitt som trofisk sett antas å stå på nokså forskjellig nivå (jfr. Holtan & al., 1973).

Som man kan vente av en sedimentprofil såpass langt fra land nordøst for Helgøya, er det diatomeer innen gruppene *Centrales* og *Araphidineae* som dominerer i alle nivåer (se fig. 2). Disse to gruppene omfatter hoved-

sakelig typiske planktonalger mens flertallet av artene innen *Raphidioidineae* + *Mono-/Biraphididneae* er knyttet til litoralsonen der de har et perifyttisk levevis.

Diagrammet i fig. 2 har et forløp som umiddelbart indikerer vesentlig tilbakegang for planktonalgene fra 30 mm nivået og oppover mot sedimentoverflaten. Dette må imidlertid betraktes som en korrosjonseffekt.

I alle nivåer under 20 mm domineres nemlig sedimentfloraen av de to planktonalgene *Melosira italica* subsp. *subarctica* og *M. islandica* og dessuten av *Tabellaria flocculosa*. Dette er arter som later til å være atskillig mer korrosjonsbestandige enn materialet forøvrig. Dermed er det god grunn til å anta at fig. 2 gir et sterkt fortegnet bilde av mengdeforholdet mellom planktonalger og litorale former i nivåene under 10 mm fra overflaten. Det er derfor ikke utelukket at en korrekt representasjon av områdets tidligere algeflora ville gitt en kurve med et annet forløp, kanskje endog med motsatt tendens av den fig. 2 viser. I så fall har områdets algeflora i tidligere perioder hatt et sterkere innslag av perifyttiske alger fra litoralsonen. Imidlertid er det sannsynlig at den relative andel av planktonalger alltid har vært større nordøst for Helgøya enn i det forholdsvis grunne Hamarområdet (se Berge, 1973) hvor det er bedre vilkår for omfattende perifyttisk algevekst.

Fig. 3 viser minkende forekomst av *Centrales* oppover langs sedimentprofilen. Denne algegruppens relativt store andel av totalfloraen i dypere liggende sedimenter skyldes de korrosjonsbestandige *Melosira*-artene. Man kan dessuten ikke se bort fra at diagrammet i fig. 3 også avspeiler en produksjonsnedgang hos *Centrales* i den seinere tid.

Gruppen *Araphididneae* er trolig i likhet med *Raphidioididneae* + *Mono-/Biraphididneae* betydelig underrepresentert i nivåene under 10 mm fra overflaten. Økningen hos *Araphididneae* i de øverste avsetninger skyldes først og fremst sterk framgang for *Fragilaria crotonensis* og kan betraktes som et resultat av tiltagende eutrofiering.

Den korrosjonsbetingede artsfattigdommen i de dypere liggende sedimenter umuliggjør noen detaljert vurdering av områdets eldre diatomeflora. Man kan imidlertid legge merke til at *Melosira islandica* viser markert tilbakegang fra 80 til 60 mm, mens *M. italica* subsp. *subarctica* gjennom-

gående øker fra 80 og opp til 40 mm nivået. Den økologiske bakgrunn for en slik kvantitativ forskyvning er det vanskelig å forklare da disse to *Melosira*-artene ikke synes å ha særlig ulike miljøkrav. Foged (1954) påpeker således at de fleste *Melosira*-arter utvikler seg best "- - - in more markedly eutrophic localities".

Bradbury & Waddington (1972) slutter ut fra *M. italica*'s vide utbredelse at den lett tilpasser seg variasjoner i næringstilgang og kjemiske forhold. At det samme også kan gjelde for *M. italica* subsp. *subarctica*, synes suksesjonsmønstrene i Hamar- og Helgøyprofilene å bekrefte.

For de øvrige arters vedkommende (se fig. 4) blir det nødvendigvis temmelig spekulativt å antyde utviklingstendenser på grunnlag av det korrosjonspregede materialet under 10 mm nivået. *Tabellaria flocculosa*'s sterke representasjon i dyplagene kan hovedsakelig være et resultat av denne algens evne til å motstå korrosjon, men det synes vanskelig å forklare hvorfor forekomsten er så vidt liten i de to nedste nivåer (se fig. 4).

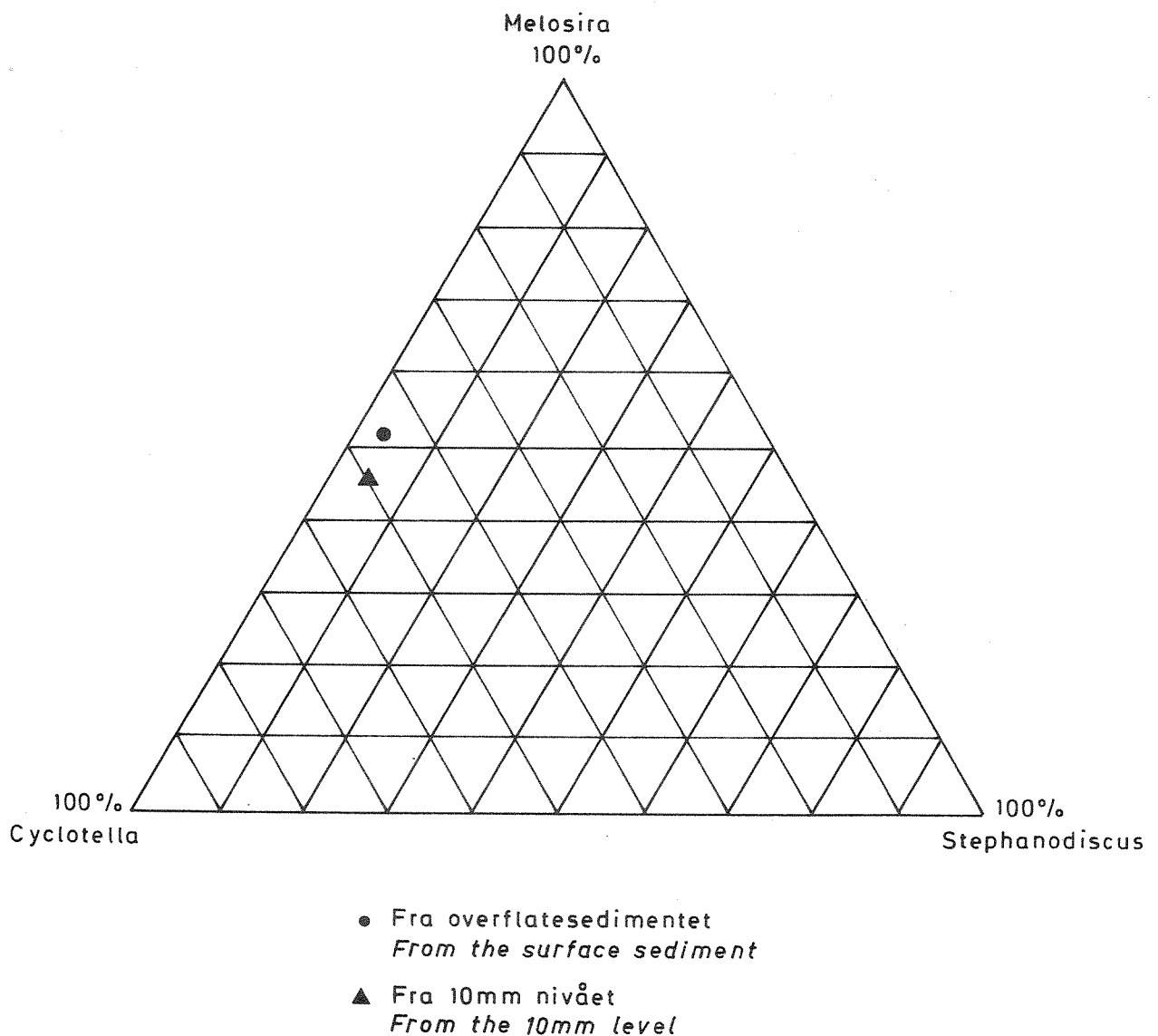
De eksemplarer som ble funnet av *Cyclotella comta* i nivåene under 10 mm, var i en så dårlig forfatning at denne algen trolig er betydelig underrepresentert nedover langs sedimentprofilen. *C. comta* og de fleste andre *Cyclotella*-arter blir ofte betraktet som typiske indikatorer for oligotrofi (Foged, 1954, Rawson, 1956, Stockner & Benson, 1967). Bradbury & Waddington (1972) hevder imidlertid at *C. comta* har stor næringsfysiologisk tilpasningsevne. For Mjøsas vedkommende ser det ut til at veksten hos *C. comta* stimuleres av moderat eutrofiering, mens forekomsten reduseres sterkt ved ytterligere økning i næringstilførselen (jfr. Berge, 1973).

Profilens diatomeforekomster under 10 mm nivået er altså små og lite representative for den opprinnelig sedimenterte floraen. Om man likevel skal forsøke å trekke noen konklusjon angående Mjøsas trofiske status før profilens øverste 10 mm ble sedimentert, må det bli utelukkende på grunnlag av den relative fordeling av følgende tre alger: *Melosira italica* subsp. *subarctica*, *M. islandica* og *Cyclotella comta*.

Foged (1954) har ved hjelp av et triangeldiagram gitt uttrykk for eutrofigraden i fem danske innsjøer. Diagrammet illustrerer den relative forekomst av materialets tre sentriske diatomeslekter: *Cyclotella*, *Melo-*

Fig. 5 Triangeldiagram som viser relativ forekomst av Helgøy-
profilens tre sentriske diatomeslekter Cyclotella, Melosira
og Stephanodiscus

*Triangle diagram showing the relative occurrence of the
three centric genera Cyclotella, Melosira and Stephano-
discus in the sediments northeast of Helgöya*



sira og *Stephanodiscus*. En høy *Cyclotella*-prosent skulle her tilsi oligotrofi, mens en stor *Melosira*-andel peker i retning av eutrofi. Dominans av *Stephanodiscus* (især *S. Hantzschii*) skulle indikere ekstrem eutrofi.

Fig. 5, som viser et triangeldiagram for 10 mm nivået og overflate-laget i Helgøyprofilen, skulle etter Fogeds system uttrykke en intermediær eutrofitilstand. Siden *Cyclotella comta* er underrepresentert i dypereliggende sedimenter, er det sannsynlig at et triangeldiagram basert på en korrekt representasjon av den opprinnelige floraen for dyplagenes vedkommende ville gitt et mindre eutroft bilde enn det sedimentene nær overflaten nå viser. Noen utpreget oligotrofi vitner imidlertid heller ikke dyplagene om da *Melosira* hele tiden må ha vært til stede i betydelige mengder.

Bare fra 10 mm nivået og til overflaten gir materialet grunnlag for en vurdering av den seinere tids trofiske utvikling. Forekomster (riktignok små) av *Fragilaria crotonensis*, *Diatoma elongatum* og *Stephanodiscus astraeva* v. *minutulus* gir 10 mm nivået et visst eutroft preg.

På den annen side viser bl.a. mengdene av *Cyclotella comta* og *Achnanthes* spp. at eutrofieringen utenfor Helgøya ikke var så fremskreden som i samme sedimentnivå i Hamarprofilen. Man må imidlertid anta langsommere sedimentering utenfor Helgøya (se s. 5) slik at Helgøyprofilens 10 mm nivå representerer et eldre stadium enn samme nivå i Hamarprofilen.

Sammenligner man de to profilers overflatesediment, er det tydelig at området nordøst for Helgøya ikke er så eutroft som Hamarområdet. Hamarprofilen inneholder atskillig mer *Fragilaria crotonensis* og *Diatoma elongatum*. Dessuten forekommer to eutrofiindikatorer som ikke er påvist i Helgøyprofilen, nemlig *Melosira granulata* v. *angustissima* og *Stephanodiscus Hantzschii* (Berge, 1973). Betydelig forekomst av *Achnanthes* spp. og *Cyclotella comta* utenfor Helgøya mens *C. comta* mangler og *Achnanthes* spp. nesten ikke finnes i Hamarområdets overflatesediment, bekrefter også at eutrofieringen er sterkest utenfor Hamar.

Korrosjonsfaktoren kan nok representere en viss usikkerhet også ved vurderingen av Helgøyprofilens diatomesuksesjon fra 10 mm nivået og opp til overflaten. Likevel er det neppe tvil om at det har skjedd en tydelig

økning i produksjonen av *Fragilaria crotonensis* og da relativt sett særlig på bekostning av *Melosira italica* subsp. *subarctica*, *Tabellaria flocculosa* og *Cyclotella comta*.

Achnanthes spp. synes fortsatt å være i framgang utenfor Helgøya. Dette kan bl.a. skyldes en eutrofi-indusert ekspansjon av høyere litoralvegetasjon som gir bedre vekstvilkår for epifyttiske *Achnanthes*-arter.

Med en antatt sedimentasjonshastighet på mellom 0,5 og 2,5 mm pr. år (se s.5-7) ser det ut til at eutrofieringen av Helgøyområdet tidsmessig har løpt parallelt med utviklingen utenfor Hamar (se Berge, 1973), men eutrofigraden har trolig hele tiden vært mildere nordøst for Helgøya.

7. KONKLUSJON

Mjøsområdet nordøst for Helgøya synes nå å gjennomgå en markert eutrofiering kjennetegnet bl.a ved plutselig tilsynekomst og nåværende dominans av *Fragilaria crotonensis*.

Da materialet under 10 mm nivået er betydelig korrosjonspåvirket, er det umulig å gi noe detaljert bilde av områdets trofiske status på den tid da de dypereliggende avsetninger ble sedimentert. Vesentlig forekomst av *Melosira italica* subsp. *subarctica* og *M. islandica* i eldre sedimenter vitner imidlertid ikke om utpreget oligotrofi.

Mindre relativ forekomst av *Fragilaria crotonensis* samt fravær av *Melosira italica* var. *angustissima* og *Stephanodiscus Hantzschii* i Helgøyprofilen er blant de faktorer som tyder på at vannmassene nordøst for Helgøya er noe mindre preget av eutrofi enn Hamarområdet. Tidsmessig synes imidlertid eutrofieringen i de to undersøkte områder å ha løpt parallelt (jfr. Berge, 1973).

Fr.B/IBO

10/9-73

8. LITTERATUR

- Berge, F. 1973. En undersøkelse basert på fossile diatomeer i en sedimentprofil utenfor Hamar 1972.
Norsk institutt for vannforskning. Mjøsprosjektet.
Delrapport nr. 1. 31 p.
- 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. 32 p.
- Foged, N. 1954. On the diatom flora of some Funen Lakes. *Folia Limnol. Scand.* 6: 1-80.
- Holtan, H. & al. 1973. Mjøsprosjektet. Fremdriftsrapport nr. 3A.
Undersøkelser 1972. Resultater og kommentarer. 113 p.
- Rawson, D.S. 1956. Algal indicators of trophic lake types. *Limnol. Oceanogr.* 1: 18-25.
- Round, F.E. 1961. The diatom of a core from Esthwaite Water.
New Phytol. 60: 45-59.
- Round, F.E. 1964. The diatom sequence in lake deposits: Some problems of interpretation. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* XV. 1012-1020.
- Stockner, J.G. 1971. Preliminary characterization of Lakes in the Experimental Lakes Area, northwestern Ontario, using diatom occurrences in the sediments. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 28 (2): 265-275.
- Stockner, J.G. & Benson, W.W. 1967. The succession of diatom assemblages in the Recent sediments of Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.* 12: 513-532.