

# Mikropaleontologiens teknikk

AV

ROLF W. FEYLING-HANSEN

Med 6 tekstfigurer

## *Innledning*

Mikropaleontologien er den del av paleontologien som har med mikroskopiske fossiler å gjøre, eller rettere, som sysler med fossiler som er så små at man må bruke mikroskop for å studere dem nærmere. Den omfatter flere kategorier av fossiler, både av dyr og planter: foraminiferer, ostracoder, radiolarer, diatomacéer, pollen, for å nevne noen. I det følgende betrakter vi utelukkende den førstnevnte gruppen, Foraminifera, og bruker uttrykket mikropaleontologi i betydningen læren om de fossile foraminiferer.

Som ren vitenskap er mikropaleontologien over hundre år gammel; dens pionérer er Alcide D'Orbigny (1826), Chr. G. Ehrenberg (1838) og A. E. Reuss (1844). Men i sin moderne form, med nye metoder og tildels nye problemer, er den ung. Dens utvikling begynte ved de amerikanske oljefelter i 1917, og dens praktiske verdi, først og fremst ved stratigrafiske undersøkelser og aldersbestemmelser av undergrunnen, ble tidlig åpenbar. I dag drives anvendt mikropaleontologi i alle land hvor oljeresursene gjennomforskes eller hvor olje produseres (Cushman 1940, Glaessner 1948, Hiltermann 1947, Matthes 1956); og som vitenskap blir den dyrket og lært ved en lang rekke universiteter og institutter verden over.

I Norge er mikropaleontologien meget ung. Riktignok finner vi i litteraturen spredte opplysninger om funn av foraminiferer i leiravsetninger av pleistocen (kvartær) alder helt tilbake til M. Sars (1865). Men som grunnlag for stratigrafiske undersøkelser er den først nylig

blitt tatt opp (Feyling-Hanssen 1950 og 1954). Den er fremdeles bare anvendt på våre yngste sedimenter, nemlig sen- og postglaciale marine leirer som har sin største utbredelse omkring Oslofjorden og Trondheimsfjorden. Som en følge av foraminiferenes brukbarhet når det gjelder stratigrafien i slike avsetninger, vil disse fossilene vise seg å bli et viktig hjelpemiddel også i den geotekniske forskning (Feyling-Hanssen 1957 og 1958).

Foraminiferene er encellede dyr av gruppen Protozoa. Den aller største del av dem er marine, bare meget få arter lever i brakt eller endog ferskt vann (Cushman 1940). De utvikler et skall som for en del arters vedkommende er dannet av et tynt, bøyelig og gjennom-siktig lag av chitin, hos andre arter er skallet bygget opp av fremmede partikler, først og fremst sandkorn, mer eller mindre fast sementert på en basis av chitin, mens den største gruppen har kalkskall som kan være perforert eller imperforert og vise seg gjennomskinnelige eller porselensaktige. Kiselskall forekommer også.

De fleste foraminiferer i våre norske sen-kvartære, sen-pleistocene, leirer har diametre eller lengder mellom 0,2 og 0,3 mm, i almindelighet varierer de fra 0,1 til 0,5 mm i disse sedimenter. Mikropaleontologiens fordel fremfor mange grener av den klassiske paleontologi ligger nettopp i dette at fossilene den befatter seg med er små og opptrer i store mengder. Men dette medfører samtidig spesielle vanskeligheter når det gjelder håndtering av prøvene og undersøkelse av faunaene. Da mikropaleontologien ble knyttet til oljeindustrien, ble det av essensiell betydning at rutinearbeidet kunne gå hurtig. Problemene ved prøvetagning, opparbeiding og eksaminasjon av prøvene ble løst ved utviklingen av en teknikk som nu er i bruk på omtrent samme måte i mikropaleontologiske laboratorier kloden over. På de følgende sider skal vi se hvorledes disse metoder på enkel måte anvendes i arbeidet med leirsedimenter.

#### *Prøvetagning*

Prøver fra våre marine leiravsetninger tas i almindelighet med en 54 mm prøvetager med stempel og tynnvegget skjæresylinder (se Vold 1956). Prøvene kommer opp fra borehullet i avtagbare prøvesylindere som, når det gjelder leirsedimenter, har en lengde av 80 eller 100 cm. For stratigrafiske undersøkelser ved hjelp av mikrofossilene, i dette tilfelle foraminiferene, behøver prøveavstanden som regel ikke å være

mindre enn 50 cm. Av de suksessive prøvesylindre fra borehullet kutter man altså med 0,5 meters mellomrom ut en 3—4 cm tykk skive tvers på prøvepølsen. (Når det brukes 80 cm lange prøvesylindre, oppnås 50 cm's avstand mellom foraminiferprøvene når skivene kuttes ut 15 cm inn fra hver ende av sylindren; der er nemlig et mellomrom på 20 cm mellom hver 80 cm's prøvesylinder nedover i borehullet.) Finnes det sandlag i kjernen, bør man unngå disse når man tar ut prøver for foraminiferanalyse, sanden fører som regel lite mikro-fossiler. En prøve for foraminiferundersøkelse bør i tørr tilstand ikke veie mindre enn 100 g. Prøvene blir lagt i sterke papirposer godt lukket og omhyggelig etikettert, lokalitet, boringens nummer, prøvens nummer og dyp under overflaten. Hvis en del av prøvene skal oppbevares som referansmateriale, bør prøvene være det dobbelte av det ovenfor nevnte.

Det er av største viktighet i alt mikropaleontologisk arbeide at prøvene behandles med omhyggelig renslighet, hånden eller instrumentet som flytter prøven fra kjernen til posen, f. eks., må ikke overføre partikler fra foregående prøve. Forurensning med mikro-fossiler fra andre deler av kjernen reduserer prøvens verdi eller gjør den helt ubrukelig for stratigrafisk arbeide.

#### *Disintegrasjon.*

I det mikropaleontologiske laboratorium tørkes prøven, vanligvis i sin papirpose. Når den er tørket, bør den børstes ren for eventuelle fremmedpartikler som kan ha satt seg på overflaten, er den forsiktig behandlet på forhånd, kan man sløyfe dette, og gå rett løs på nedknusningen. Når det gjelder leirprøver, kan dette skje i en skrustikke, helst en hvor kjevne er forsynt med polerte jern- eller stålplater som er stillet horisontalt (Hecht 1933). Prøven legges mellom rene og sterke papirark og utsettes så for gjentagne små press i skrustikken. Mikro-fossilene tåler godt denne behandlingen, de alle fleste er hele efter knusningen av prøven. Forsøker man derimot å knuse prøven ned med en hammer, vil det vise seg at en stor del av foraminiferen ødelegges. Prøven behandles i pressen eller skrustikken til det ikke lenger finnes stykker større enn 1 cm<sup>3</sup> i den.

Derpå legges prøven i en skål, en emaljert metallskål eller en såkalt berlinerkasserolle, og en 2—5 % oppløsning av hydrogenperoksyd (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) slås over. En livlig syding og «koking» oppstår, og den får



pågå i 10—15 minutter. Når flere prøver er under opparbeiding samtidig, bør skålene ikke stå så nær hverandre at partikler kan sprute over fra en skål til en annen. For bergartsprøver anbefales sterkere  $H_2O_2$ -oppløsning, 10—15 % (Wick 1947). En utørret leirprøve vil også kunne oppløses bare ved å stå i vann et døgn eller to. Men ved å tørke prøven, knuse den, og derpå behandle den med hydrogenperoksyd, vil den falle fullstendig sammen i løpet av et kvarter, og gi fossiler som er rene og fullstendig befridd for matrix.

### *Sikting.*

For så å fjerne leirfraksjonen i prøven blir den vasket gjennom sikter. Til dette brukes to messingsikter plasert over hverandre. Siktduken (fosforbronce) i den øvre har en maskevidde på 1.0 mm og i den undre en maskevidde på 0,1 mm. Den disintegreerte prøve helles fra skålen over i den øvre sikten og blir der utsatt for en temmelig kraftig dusj av vann fra ledningsnettet i 2—5 minutter. Meget snart er det bare noen småsten og muligens et og annet skallfragment av et megafossil igjen i den øvre sikten. Denne flyttes da bort, og residuet i den andre sikten blir ytterligere dusjet for å befri det fullstendig for leirpartikler. Foraminiferene tåler vanligvis en ganske sterk vannstråle, men overdrives styrken, vil nok iallfall sandskallformene være utsatt for ødeleggelse, hvis de ikke er sekundært fylt f. eks. med pyritt.

Når prøven er ferdig vasket, skal residuet i den undre sikten utelukkende bestå av rene mikrofosiler samt mineralkorn i fraksjonen 0,1—1,0 mm. Residuet fra siktene føres så over i to skåler for tørking på en varm plate eller i en tørkeovn, og helles derpå over i hver sin lille tette prøvepose eller i glassrør eller aluminiumsrør med skrukork, omhyggelig etikettert. Disse oppbevares så i passende pappesker eller i lave skuffer.

Sikten må renses omhyggelig før en ny prøve helles i. Dette kan gjøres lettere hvis sikten er konstruert slik at siktbunnen kan tas ut av rammen. I slike sikter kan også ødelagte bunner skiftes ut med nye uten at man behøver å kjøpe en ny ramme hver gang (Bartenstein 1954).

I noen laboratorier blir prøven splittet i flere fraksjoner ved at den blir vasket gjennom en serie sikter. Maskeviddene for siktsatsen kan f. eks. være 0,50 mm, 0,33 mm, 0,20 mm og 0,15 mm (Hecht 1933), eller 1,00 mm, 0,30 mm, 0,15 mm og 0,05 mm (Voorthuysen 1951). I

de fleste tilfelle vil det imidlertid vise seg tilstrekkelig å splitte i to fraksjoner (Bartenstein 1954), en stor fraksjon,  $> 1,0$  mm, som inneholder megafossiler, eller fragmenter av megafossiler, sammen med større partikler av det minerogene materiale, og en liten fraksjon,  $0,1-1,0$  mm, som inneholder foraminiferene. I fraksjonen mindre enn  $0,1$  mm finnes i almindelighet bare juvenile foraminiferer og dvergformer, og disse ignoreres ved foraminiferanalyser av norske senkvartære leirer.

### *Separasjon.*

Prøven skulle nu være klar for mikroskopering. Men i almindelighet vil den inneholde så meget sand at det er nødvendig å konsentrere fossilene først. Og eftersom foraminiferene som regel er lettere enn mineralkornene, gjøres dette med en tung væske, almindeligst brukt er tetraklorkullstoff ( $\text{CCl}_4$ ). Den siktede og tørkede prøve anbringes f. eks. i en smal trakt med kran. Tetraklorkullstoffet helles i trakten, hvorved foraminiferene flyter opp. Derpå åpnes kranen, og det minerogene materiale som har samlet seg nederst i trakten, slippes ned i en ny trakt med innlagt filterpapir. Væsken oppsamles til ny bruk i et begerglass under siste trakt. Det biogene materiale slippes derpå ned i en tredje trakt med innlagt filterpapir. Hendigere enn denne apparaturen er en som er beskrevet av Hessland, Lukins og Fredén (1949) til separasjon av tungmineraller. Den består av to glasstuber, en yttre, lukket, og en indre, åpen. Væsken helles i den yttre glasstube, og den åpne indre tube settes nedi. Prøven helles i den indre tube, hvorved fossilene flyter opp og mineralkornene synket til bunns. Når den indre tube derpå løftes litt opp, renner den minerogene fraksjon ut i yttre tube. Så lukkes en gummislange med klemmen, og den biogene fraksjon kan bringes over i en trakt med filterpapir. Væsken oppsamles og brukes om igjen. I de fleste tilfelle kan man imidlertid hjelpe seg godt ved ganske enkelt å helle prøven i en skål med tetraklorkullstoff og så dekantere de flytende foraminiferer over i en trakt med filterpapir.

Noen av foraminiferene kan være sekundært fylt med pyritt. Disse vil etter separasjonen befinne seg blant mineralkornene istedenfor blant fossilene. På den måten kan separasjon til en viss grad komme til å forstyrre det statistiske resultat av eksaminasjonen under mikroskopet (Triebl 1947). Når det imidlertid dreier seg om senkvartære norske leirer, er foraminiferene sjelden pyrittisert.

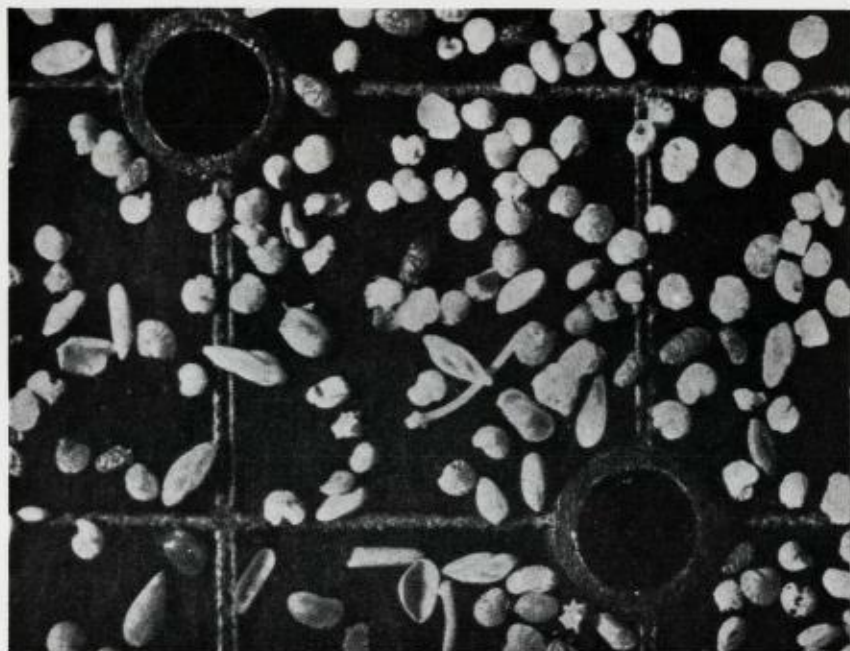


Fig. 1. Bunnen av utlesningsskålen, detalj som viser huller og mikrofosser, (fra Bartenstein 1938). Diameteren på hullene er bortimot 1 mm.

*Bottom of the extraction tray, detail showing holes and microfossiles. Diameter of holes approx 1 mm.*

### *Mikroskopering.*

Til utlesning av mikrofaunaen anvendes binocularmikroskop med stor dybdeskarphet. Passende forstørrelse under arbeidet er  $50\times$ , men man bør disponere forstørrelser fra  $25$  til  $150\times$ . Største del av mikroskoperingen gjøres med påfallende lys, lysstrålen bør falle temmelig skrått inn mot objektbordet slik at ornamentikken på skallene kommer frem ved skyggevirkingen.

Den ferdige opparbeidede prøve helles fra posen eller prøverøret over i et såkalt extraction tray eller utlesningsskål. Dette er en flat skål av messing eller aluminium. Bunnen er rektangulær, f. eks.  $6\times 20$  cm. Den er malt sort og inndelt i ruter ved hvite linjer. I hvert eller annet hvert skjæringspunkt av disse linjene er det boret hull i bunnen, diameter bortimot 1.0 mm, og slik at hullranden hever seg litt over



skålens bunn (fig. 1). Prøves strøs ut på skålens bunn i ett lag slik at hver enkelt parikkel tegner seg klart mot den svarte bakgrunn. Med ledning av linjenettet forskyves utlesningsskålen frem og tilbake på objektbordet slik at man efterhvert får sett igjennom alt som befinner seg på skålen (Bartenstein 1954, Glaessner 1948, p. 42, Triebel 1938 og 1947).

De foraminiferer som plukkes ut under mikroskoperingen, oppbevares i såkalte slides eller celler. De fabrikkeres av papp og mest i to størrelser:  $26 \times 76$  mm og  $28 \times 48$  mm. Konstruksjonen fremgår av figur 2. De har en rund åpning med diameter på f. eks. 12 mm og med sort bunn og kan lukkes med et dekkglass som skyves inn mellom pappen og det overliggende papir. Denne sliden kan som en skuff skyves inn under objektbordet slik at den åpne cellen blir liggende under et tilsvarende hull i objektbordet (fig. 3). Dette hullet er stort nok til å dekke det felt man ser i mikroskopet ved vanlig arbeidsforstørrelse og ubetydelig mindre enn hullet i sliden. Fossilene plukkes ut med en nål som er stukket i voks eller stearin for at de skal henge på. Ofte er det nok bare av og til å gni nålen med en tørr finger så den blir elektrisk. Fossilet blir overført fra utlesningsskålen til sliden ved ganske enkelt å slippe det ned i nærmeste hull i bunnen på utlesningsskålen. Det faller da gjennom hullet i objektbordet ned i cellen. På denne måten behøver man ikke å løfte øynene fra okularene hver gang et fossil plukkes ut, derved går mikroskoperingen raskere og anstrengelsen for øynene blir mindre.

Når de ønskede foraminiferer er plasert i cellen, lukkes denne ved at et dekkglass skyves inn. Cellen får så den nødvendige påskrift og plasseres på pappbrett med plass for to rader celler som så skyves inn

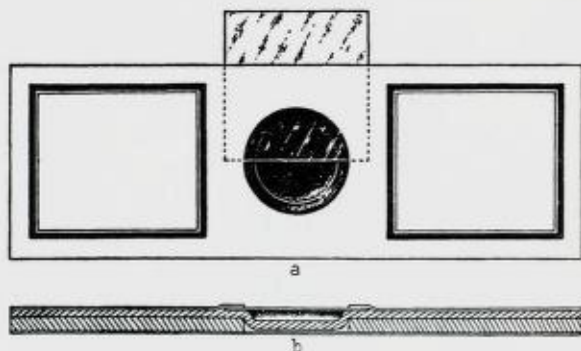


Fig. 2. Slide, eller celle, til oppbevaring av mikro-fossiler. a. sett ovenfra med dekkglasset halvt innskjøvet; b. tverrsnitt (Glaessner 1948). Naturlig størrelse.

Carboard slide. Nat. size.

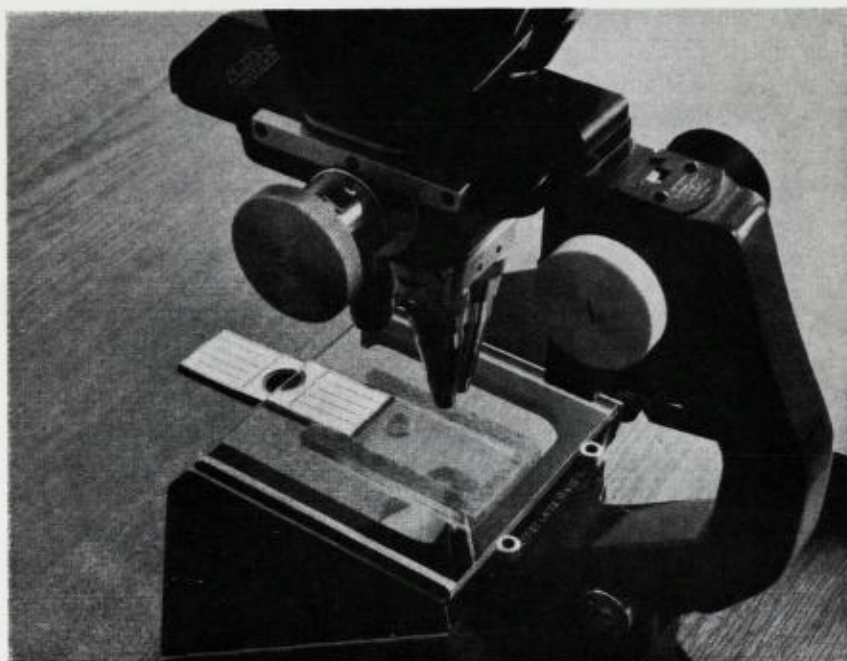


Fig. 3. Objektbordet, detalj som viser hullet i objektbordet, samt hvordan sliden (cellen) skyves inn under hullet som en skuff og således samler opp de fossiler som slipper fra utlesningsskålen gjennom hullet i objektbordet.

*The stage of the microscope, detail showing the hole in the stage and also how the slide is placed under this hole like a drawer, thus collecting the fossils falling from the extraction tray through the hole in the stage. Slide half inserted.*

i fossilskapet, et stålkabinett 110 cm høyt, 95 cm bredt og 40 cm dypt. I dette kan det oppbevares 9600 slides av størrelsen  $26 \times 76$  mm. Skal slidens innhold studeres senere, kan dekkglasset skyves til side med et stykke platemetall.

Ofte blir fossilene festet til cellens bunn. Dette gjøres med gummi (tragakant) eller ved bare å væte bunnen med vann før fossilet plasseres. Ved forsendelse av fossilene er det en fordel å ha dem festet i sliden.

For studium av indre strukturer er tynnslip i bruk. Man kan imidlertid komme langt ved å betrakte fossilet i en dråpe anisolje og bruke gjennomfallende lys.

Når det gjelder fotografering av foraminiferene, henvises til Cushman (1940, p. 33), Fournier (1956), Hecht (1934, p. 65), Schenck og Bradford (1943), Triebel (1947) og andre.



### *Registrering og plotting.*

Under mikroskoperingen skyves analyseskålen (extraction tray) langsomt frem og tilbake på objektbordet, hvert foraminifereksemplar blir identifisert, og dets navn og hyppighet anmerkes på et dertil bestemt skjema. Hyppigheten markeres ved at man setter en liten strek ut for det tilhørende fossilnavn hver gang arten blir observert eller plukket ut. Etterpå telles strekene sammen og antallet noteres. Som regel omregnes også frekvensen i procent av hele faunaen i prøven. I fattige prøver telles hele populasjonen, i rike bare en del av den, 300, 500 eller 1000, eftersom tiden tillater. Antall ostracodeskall noteres også, dividert med 2, eftersom hvert individ har to skall.

Når en borkjerne er undersøkt på denne måten, er det første resultat en rekke fossillister, en liste for hver halve meter nedover i kjernen. Disse gir såvel et kvalitativt som et kvantitativt bilde av foraminiferfaunaen for hver prøve. For å få et mer samlet bilde av foraminiferfaunaens variasjoner i kjernen, kan man plote opplysningene fra fossillistene sammen i et såkalt vertikalfordelingsskjema. Herved benyttes symboler som enten angir den absolutte eller den procentiske hyppighet (fig. 4 og 5). Sjeldent forekommende arter behøver ikke å komme med på et slikt skjema.

På grunnlag av vertikalfordelingsskjemaet kan vedkommende boring inndeles i stratigrafiske enheter overensstemmende med det fordelingsbilde artene gir, altså overensstemmende med enkelte karakteristiske arters forekomst og hyppighet i kjernen. En slik inndeling skjer til venstre i skjemaet hvor kjernen og dypet er angitt (fig. 4). Når kjerner fra flere borerer innen et bestemt undersøkelsesområde er analysert med hensyn til mikrofossiler, sammenlignes de enkelte vertikalfordelingsskjemaer med hverandre. Og på denne måten får man frem en lokal stratigrafi for det omhandlede område. Denne stratigrafi kan illustreres ved et forenklet skjema basert på den vertikale forekomst og hyppighet av noen få, viktige foraminiferarter som opptrer i alle eller de fleste borerer fra området (fig. 6). Dette forenklete skjema vil under det fortsatte arbeide vise seg å være en overordentlig nyttig nøkkel til områdets stratigrafi.

Når slike analyser er utført på materiale fra flere lokaliteter innen et større område, kan man etterhvert komme frem til en regional stratigrafi. Herunder må man stadig ha øynene åpne for lokale faciesforskjeller i faunaens utvikling, og ikke la disse gripe forstyrrende inn i det stratigrafiske bilde (se Schenck 1940).

OSLO.		PILESTREDET 48 B.										SERIE V														
CORE LEVELS IN METRES BELOW SURFACE		ELPHIDIUM CLAVATUM	CASSIDULINA CRASSA	CASSIDULINA TERETIS	VIRGULINA LOEBLICHII	PULLENIA OSLOENSIS	QUINQUELOCULINA STALKERI	PYRGO CF. SIMPLEX	NONION LABRADORICUM	ELPHIDIUM SUBARCTICUM	ELPHIDIUM INCERTUM	VIRGULINA FUSIFORMIS	PYRGO WILLIAMSONI	QUINQUELOCULINA SEMINULUM	CASSIDULINA LAEVIGATA	BULMINA MARGINATA	QUINQUELOCULINA SUBROTUNDA	NONION BARLEEANUM	ALVEOLOPHRAGMIUM CRASSIMARGO	EPISTOMINELLA EXIGUA	STREBLUS BECCARII	LAGENA DISTOMA	FISSURINA LUCIDA	GLOBOBULIMINA TURGIDA	OPHTHALMIDIUM INCONSTANS	OSTRACODA
6	G	○	○					•	X	□	•				●	●					□	•				○
		○	X						X	X	□		•	X	○	■		•	•		•					•
7	G	•	•							○	•				X	□	X									
		■	□			X					•				X	•	■	X	X							○
8	F	X								•	●			X	•	■	X	X		○	•	•				X
		○					•			•	□	•		X	•	•	•	○		•	•	•				○
9	F	□						•		■	•	•	X	○	●	■	•	○				X		•		○
		□	□					•		•	○	X	○	○	■	■	○	○	○			X		X		○
10	F	□	•		□	•	○			•	X	X	□	□	■	■	X					○	•	•	•	○
		■	•		○			•		•	●	X	X	□	□	■	X	•				○	•			X
11	F	●	■		•					■				○	•	•						○				X
		■	□			X			•	•	•															•
12	D	■	•		•	○	•			•				•					•				X			•
		●	○	•	X	•	○			X														•		•
13		□	•		○	•							•								X					•

Fig. 4. Vertikalfordelingsskjema for en boring fra Oslo; symbolene angir antall eksemplarer (se venstre side av fig. 5).

Vertical distribution chart of a boring from Oslo; the symbols indicate number of specimens.

### Summary

#### *Technique of micropaleontology.*

The article describes the treatment of Foraminifera samples from Norwegian Late Pleistocene marine clays. The samples are collected with a thin-wall, stationary piston sampler with entrance diameter 5.4 cm (Vold 1956). For micropaleontological purposes 3 to 4 cm thick transverse slices are cut out of the core at intervals of 50 cm. A dry sample should not weigh less than 100 g. The dried sample is

S Y M B O L S			
Indicating	number		
·	= 1 - 2	specimens	
X	= 3 - 5	"	
○	= 6 - 20	"	
□	= 21 - 50	"	
●	= 51 - 100	"	
■	= 101 - 150	"	
●	= 151 - 250	"	
■	= > 250	"	

Indicating	percentage		
·	: < 1.0	per cent	
X	: 1.1 - 5.0	" "	
○	: 5.1 - 100	" "	
●	: 10.1 - 200	" "	
■	: 201 - 400	" "	
●	: 40.1 - 600	" "	
■	: > 60	" "	



	more frequent than	
---	--------------------	---

Fig. 5. Symbolforklaring.

*Explanation of symbols.*

crushed between the jaws of a vice until no fragment is larger than 1 cm<sup>3</sup>. For the purpose of further disintegration the sample is placed in a 2 to 5 per cent solution of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) for 10 to 15 min. (Wick 1947). The fossils are separated from the clay fraction of the disintegrated sample by washing it through two sieves, the screen of the upper one having a mesh diameter of 1.0 mm and that of the lower one a mesh diameter of 0.1 mm. The construction of the sieve allows the screen to be detached from the frame (see Bartenstein 1954). In sandy samples the fossils are concentrated by the use of a heavy liquid, carbon tetrachloride (CCl<sub>4</sub>). The washed and dried residue is poured in a single layer into a perforated, rectangular extraction tray, and studied under a binocular microscope at a usual magnification of 50×. The cardboard slide is placed under the stage of the microscope so that the open cell of the slide is situated under a corresponding hole in the stage (fig. 3). A fossil is transferred from the extraction tray to the slide simply by dropping it through any one hole in the bottom of the tray within the actual microscope field; it will then fall through the hole in the stage down into the cell. To make internal structures visible, the microfossil may be placed in a drop of anis oil and studied there. At the end of the article recording and plotting of species and frequencies are also mentioned, and a simplified visual chart for the stratigraphy of Late Pleistocene clays in the city of Oslo is presented (fig. 6).



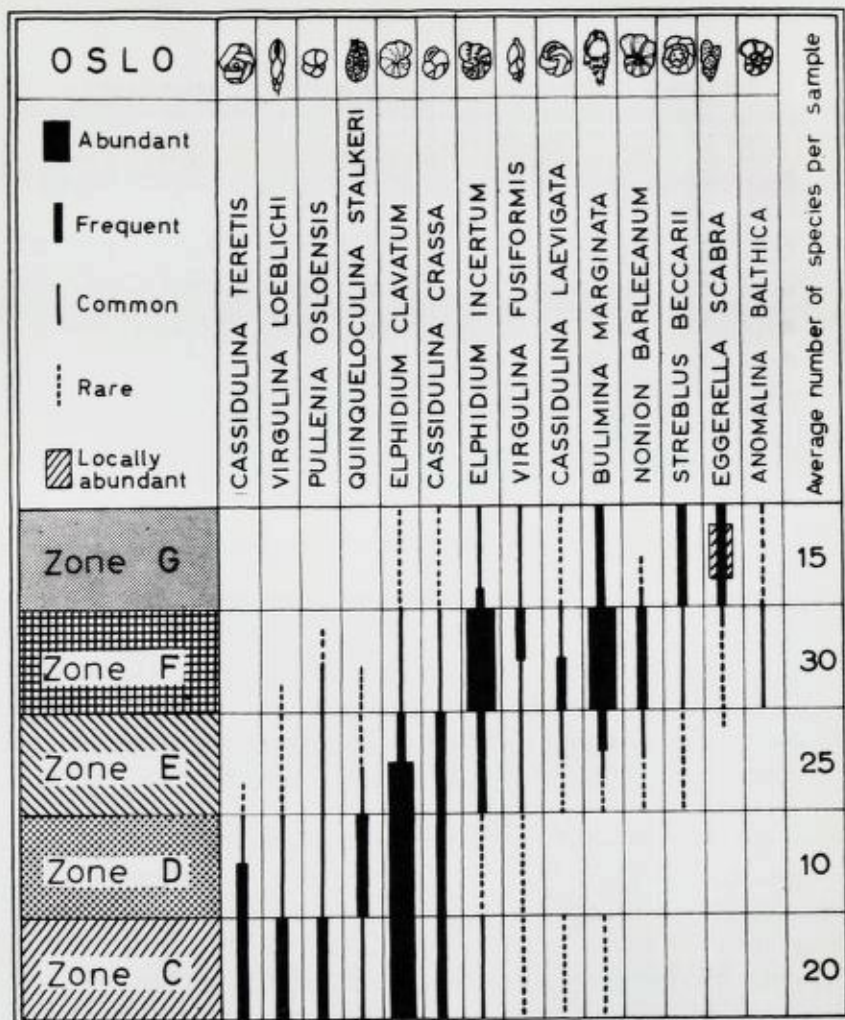


Fig. 6. Forenklet stratigrafisk standardskjema for Senkvartære leirer i Oslo-området. Stratigrafien karakterisert ved 14 alminnelig forekommende foraminiferarter. Tykkelsen av søylene antyder hyppigheten av artene i de respektive soner. Til høyre er angitt det gjennomsnittlige antall forskjellige arter i hver sone. Sonene E, F, G er av postglacial alder, sonene C og D av senglacial (sammenlign Feyling-Hanssen 1957 og 1958).

*Simplified vertical distribution chart for the Late Pleistocene of the Oslo region, the stratigraphy characterized by 14 common species of Foraminifera (see Feyling-Hanssen 1957 and 1958).*

## Litteratur

- Bartenstein, H.* 1954. Derzeitiger Stand der mikropaläontologischen Arbeitstechnik in Deutschland. — *Paläont. Zeitschr.* 28, pp. 208—212. Stuttgart.
- Cushman, J. A.* 1940. Foraminifera, their classification and economic use. Pp. 1—1535. Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts. (First ed. 1928.)
- Ehrenberg, C. G.* 1838. Ueber dem blossom Auge unsichtbare Kalkthierchen und Kieselthierchen als Hauptbestandtheile der Kreidegebirge. — *Berichte d. kgl. Preuss. Akad. Wiss.* Berlin.
- Feyling-Hanssen, R. W.* 1950. Foraminiferer og foraminiferforskning. *Naturen* nr. 9, pp. 271—279. Bergen.
- 1954. Late-Pleistocene Foraminifera from the Oslofjord Area, Southeast Norway. *Norsk Geol. Tidsskr.* 33, pp. 109—152. Oslo.
- 1957. Micropaleontology applied to soil mechanics in Norway. *Norges Geol. Unders.* Nr. 197, pp. 1—69. Oslo. (Also *Norges Geotekniske Inst., Publ. Nr.* 20.)
- 1958. Stratigrafi og skjærfasthet, et geoteknisk problem geologisk belyst. *Naturen* Nr. 1, pp. 5—19. Bergen.
- Fournier, G.* 1956. New methods and techniques in the photography of microfossils. — *Micropaleontology*, 2. No. 1, pp. 37—56.
- Glaessner, M. F.* 1948. Principles of micropaleontology. Pp. 1—296. Melbourne Univ. Press, Melbourne. (Also Cambridge Univ. Press. First ed. 1945.)
- Hecht, F.* 1933. Arbeitsweisen der Mikropaläontologie. *Senckenbergiana*, 15, pp. 346—362. Frankfurt a. M.
- 1934. Einfache Geräte zum Fotografieren von Mikrofossilien, insbesondere Foraminiferen. — *Senckenbergiana*, 16, pp. 65—77. Frankfurt a. M.
- Hessland, I., J. Lukins and S. Fredén.* 1949. Separation of glauconite by means of a modified Berg dielectric procedure. *Bull. Geol. Inst. Upsala*, 33, pp. 571—578. Uppsala.
- Hiltermann, H.* 1947. Fortschritte der stratigraphischen Mikropaleontologie in Deutschland. — *Naturhist. Gesellsch. Hannover, Jahresber.* 1942/43—1946/47. Festschrift zur 150-Jahrfeier, pp. 7—33. Hannover.
- Matthes, H. W.* 1956. Einführung in die Mikropaläontologie. Pp. 1—348. — Hirzel Verlag. Leipzig.
- D'Orbigny, A. D.* 1826. Modèles de Céphalopodes microscopique vivans et fossiles, représentant un individu de chacun des genres et des sous-genres de ces coquilles. Paris.
- Reuss, A. E.* 1844. Geognostische Skizzen aus Böhmen. Prague.
- Sars, M.* 1865. Om de i Norge forekommende Fossile Dyelevninger fra Quartærperioden. Et bidrag til vor Faunas Historie. — Universitetsprogram. Christiania.
- Schenck, H. G.* 1940. Applied paleontology. — *Bull. American Ass. Petroelum Geologist*, 24, pp. 1752—1778.
- Schenck, H. G. and C. A. Bradford.* 1943. Operations of commercial micropaleontologic laboratories. — *Journal of Paleontology*, 17, pp. 554—583.
- Triebel, E.* 1938. Über das Auslesen von Mikrofossilien. — *Senckenbergiana*, 20 pp. 292—296. Frankfurt a. M.
- 1947. Methodichse und technische Fragen der Mikropaläontologie. — *Natur-Museum Senckenberg*. Frankfurt a. M.

- Vold, R. C.* 1956. Opptagning av uforstyrrede jordprøver. — Teknisk Ukeblad nr. 8.  
(Also Norges Geotekniske Institutt, publ. Nr. 17, pp. 1—14. Oslo.)
- Voorthuysen, J. H. van*, 1951. Recent (and derived Upper Cretaceous) Foraminifera of the Netherlands Wadden Sea (tidal flats). — Med. Geol. Sticht. N. Ser. No. 5, pp. 23—34.
- Wicher, C. A.* 1942. Praktikum der angewandten Mikropaläontologie. — Berlin.
- Wick, W.* 1947. Aufbereitungsmethoden in der Mikropaläontologie. — 94.—98. Jahresber. Naturhist. Gesellsch. Hannover für die Jahre 1942/43 — 1946/47, pp. 35—41. Hannover.