

En undersøkelse av kvartære, økostratigrafiske soner i Drammen, på grunnlag av foraminiferer

Av

Dag Risdal

Med 5 borprofiler og 1 stratigrafisk profil.

Forord.

Dette arbeidet ble utført for Norges geologiske undersøkelse i samråd med daværende statsgeolog Rolf W. Feyling-Hanssen.

Materialet har jeg dels hentet selv under et par ukers opphold i Drammen og omegn sommeren 1958, dels mottatt fra Norges Geotekniske Institutt, som har drevet grunnboringer i vedkommende distrikt. Undersøkelsen er vesentlig begrenset til å gjelde selve byområdet i Drammen, da de fleste boringer var foretatt nettopp her.

Oppgaven tok ikke sikte på å gi en generell kvartærgeologisk oversikt over Drammensområdet, men er konsentrert om den fossile foraminiferfaunas opptreden og sammensetning i de senkvartære, marine avsetninger.

Jeg vil få rette en hjertelig takk til Feyling-Hanssen for veiledning og råd under arbeidet, og til professorene A. Heintz og L. Størmer for verdifull kritikk. Videre en takk til Norges geologiske undersøkelse ved daværende direktør S. Føyn, for den økonomiske støtte.

I. Innledning.

1. Tidligere undersøkelser i området.

Av den eldre litteratur over Østlandets marine kvartæravsetninger, skal først og fremst nevnes W. C. Brøgger's store arbeide fra 1900–1901, der han etablerte en stratigrafisk soneinndeling på grunnlag av den fossile molluskfauna.

Brøgger karakteriserte de senglaciale leiravsetninger innenfor Svelvik-

morenen ved deres fattige innhold av mollusker. Dette tilskrev han det spesielle marin-økologiske miljø som oppstod da den mektige Svelvikmorenen, på grunn av landhevingen, delvis kom til å hindre det salte havvann i å trenge inn fjorden, samtidig med at smeltevannet ble demmet opp.

En beskrivelse av området, som inngår i det kvartærgeologiske landgeneralkart Oslo, er gitt ved G. Holmsen (1951).

2. Mikropaleontologisk innføring.

Foraminiferene er encellede skalldyr, tilhørende rekken *Protozoa*. Primitive grupper av foraminiferer har ytterst et skall av det organiske stoffet tektin. Mange andre grupper har utenpå tektinlaget fått utskilt et nytt skallag, enten ved sekresjon av en uorganisk forbindelse, eller ved agglutinasjon av fremmede partikler, som for eksempel sandkorn. Hos den langt overveiende del av foraminiferene består dette ytre skallaget av kalsitt.

Foraminiferenes skall består av ett eller flere kamre. Kamrene kan være geometrisk forskjellig anordnet innen skallet, og denne kammeranordningen, kombinert med skallmaterialets kjemiske sammensetning og forskjellige skallstrukturer, danner grunnlaget for den systematiske inndeling.

Foraminiferene er hovedsakelig en marin dyregruppe. Bare en ubetydelig del av dem har tilpasset seg brakkvannsmiljøet. Av de marine arter er den alt overveiende del benthoniske, som vanligvis lever i de øvre 4–5 mm i bunnslammet, der de ernærer seg av det organiske detritus som faller ned mot bunnen.

Økologiske studier viser at foraminiferene har tilpasset seg vidt forskjellige biotoper innen det marine miljø. Miljøfaktorer som temperatur, salinitet, oksygeninnhold og kornstørrelse synes, ved siden av næringsstofftilførselen, å være av stor betydning for de enkelte foraminiferarters oppreden og utbredelse. Dette forhold utnyttes ved de økostratigrafiske studier, der man vil kunne registrere faunale forskyvninger og fluktasjoner i lagrekken på grunn av kronologiske variasjoner av de marin-økologiske betingelser. På den annen side kan synkront avsatte sedimenter innen et større område, for eksempel en fjord, fremvise vidt forskjellige foraminiferfacies, som følge av at det marine miljø i en slik makrobiotop er meget heterogent. Dermed vil kombinasjonene av de enkelte miljøfaktorer variere fra sted til sted.

I Norge er mikropaleontologien som forskningsgren meget ung. Først

nylig er arbeidet tatt opp av Feyling-Hanssen (1950, 1954 a, b og c, 1957 a og b), som har benyttet foraminiferene som grunnlag for økostratigrafiske undersøkelser innen de sen- og postglaciale marine leiravsetninger i Oslofjordområdet.

Ved siden av foraminiferer, opptrer det i de senkvartære leiravsetninger enkelte arter av Ostracoda, og mere tilfeldige eksemplarer av Thecamøba og Radiolaria. Men i denne artikkel benyttes termene *mikropaleontologi* og *mikrofossiler* kun i forbindelse med foraminiferer.

3. Metodikk.

Den mikropaleontologiske teknikk, som her er benyttet, er beskrevet av Feyling-Hanssen (1958 b), og vil således ikke bli gjentatt her.

Nærværende undersøkelse grunner seg på leirprøver med vekt opp til 100 gram, som ble kuttet ut av de respektive borkjerner, med 0,5 meters mellomrom. Etter prøvenes forbehandling i laboratoriet, ble foraminiferinnholdet studert i et binocularmikroskop. Under mikroskoperingen ble hvert foraminifereksemplar identifisert, og artens navn og hyppighet avmerket. Ved fattige prøver, med et antall mindre enn 400 eksemplarer, ble hele faunaen registrert, og symbolene for absolutt hyppighet er benyttet på vertikalfordelings skjemaene (se tab. 1, venstre kolonne).

Ved rike prøver ble 400 eksemplarer tallet opp, og hyppigheten av hver art er omregnet i prosent. Symbolene for prosenthyppighet er da benyttet på skjemaene (se tab. 1, høyre kolonne). Til slutt ble det foretatt et overslag over det samlede individantall i prøven, som også er angitt på vertikalfordelings skjemaene.

De maksimale lineære dimensjoner av en del eksemplarer innen hver art, ble målt ved hjelp av et okularmikrometer.

Ved plasseringen av artene på vertikalfordelings skjemaene, er det tatt hensyn til følgende faktorer:

- a) Stratigrafiske hensyn — arter som opptrer på det største dyp i borkjernen, er plassert lengst til venstre på skjemaene.
- b) Kvantitative hensyn — arter som er representert ved stor hyppighet, er plassert til venstre for arter med liten hyppighet.
- c) Systematiske hensyn — arter av samme slekt er i størst mulig grad plassert ved siden av hverandre.
- d) Konvensjonelle hensyn — artene er i størst mulig utstrekning plassert i samme rekkefølge på skjemaene. Til høyre for foraminiferartenes plassering, er det anmerket opptredende muslinger.

| SYMBOLS | | | | | |
|------------|-----|------------------------|------------|------|--------------|
| Indicating | | number | Indicating | | percentage |
| · | 1 | 2 specimens | · | | 1.0 per cent |
| × | 3 | 5 | × | 1.1 | 5.0 |
| ○ | 6 | 20 | ○ | 5.1 | 10.0 |
| □ | 21 | 50 | ● | 10.1 | 20.0 |
| ● | 51 | 100 | ■ | 20.1 | 40.0 |
| ■ | 101 | 150 | ● | 40.1 | 60.0 |
| ● | 151 | 250 | ■ | | 60.0 |
| ■ | | 250 | | | |
| | | ■ more frequent than ■ | | | |

Tab. 1. Symbolforklaring. (Etter Feyling-Hanssen 1958 b).

På grunnlag av vertikalfordelingsskjemaene, er de tilsvarende borkjerner inndelt i stratigrafiske soner, i overensstemmelse med de opptredende arter og den relative hyppighet mellom dem, basert på det inndelings-system som er etablert av Feyling-Hanssen (1957, 1958 a og b).

II. Foraminifersonene i Drammen.

1. Innledning.

Av de fem mikropaleontologiske sonene C, D, E, F og G, som Feyling-Hanssen (1957 og 1958 a) har etablert for indre del av Oslofjordområdet, er de fire sistnevnte også påvist i Drammen, på grunnlag av de ti borkjerner som ble stillet til disposisjon for denne undersøkelsen.

Vi skal i det følgende behandle foraminifersonene fra Drammen, slik de fremkommer på vertikalfordelingsskjemaene. Videre skal det antydes en mulig korrelasjon mellom disse soner og Brøggers mollusksoner, samt bli foretatt en vurdering av de marin-økologiske betingelser, etter det man i dag vet om de opptredende foraminiferarters økologi.

2. Sone D.

Den eldste foraminifersonene vi med sikkerhet finner i Drammen, er sone D. Foraminiferartene i denne sone kan leses ut av figurene 1-5.

Som det herav vil fremgå, er *Elphidium incertum clavatum*, *Cassidulina crassa* og *Quinqueloculina stalkerii* dominerende.

Artsantallet i en prøve på 100 gram kan variere noe, som det fremgår av venstre kurve på figurene. Det ligger i det store og hele i intervallet 3–10, men kan være helt nede i 1–2. Eksemplar – eller individantallet pr. prøve kan nå opp til 600, men ligger vanligvis i intervallet 25–200 (sml. fig. 4 og 5).

På fig. 5 er muslingen *Portlandia* (= *Yoldiella*) *lenticula* angitt til høyre for foraminiferartene, og dette kan muligens tyde på at sone D i Drammensområdet, liksom i Oslofjordområdet for øvrig, svarer til Brøggeres portlandialeire (sml. Feyling-Hanssen 1957, s. 13).

På grunnlag av den fossile foraminiferfauna i sone D, kan man til en viss grad trekke slutninger angående de marin-økologiske betingelser i denne avsetningsperiode. Flere faktorer peker her i samme retning, nemlig at det må ha vært brakt vann i Drammensfjordbassenget i dette tidsrom (sml. Feyling-Hanssen 1957, s. 13; O. Holtedahl 1960, s. 388).

For det første indikeres dette av opptreden av enkelte brakkvannsarter, som for eksempel kalkskallarten *Elphidium excavatum* (sml. Pokorny 1958, s. 132). Arten forekommer på fig. 4.

For det annet tyder det ubetydelige artsantallet i sone D på brakt miljø (sml. Hiltermann 1949).

For det tredje er skalldimensjonene av en rekke opptredende foraminiferarter i denne sonen som regel mindre enn de som er angitt som det normale i litteraturen (sml. Remane 1934, s. 62; Feyling-Hanssen 1954 c).

Det skal her anføres eksempler fra de tre hyppigst opptredende arter, og de to tallkolonnene refererer seg henholdsvis til angitte skalldimensjoner (lengde eller diameter) i litteraturen, og målte dimensjoner fra sone D i Drammen.

Elphidium i. clavatum D: 0,23 til 0,70 mm – 0,19 til 0,37 mm.

Cassidulina crassa D: opp til 1 mm – 0,19 til 0,29 mm.

Quinqueloculina stalkerii L: 0,26 til 0,57 mm – 0,24 til 0,31 mm.

Dette er i overensstemmelse med det som er påvist for *Elphidium i. clavatum*'s vedkommende av Feyling-Hanssen (manus.), som i yoldialeire hadde betydelig større gjennomsnittsdiameter enn i sone D-prøver.

Når det gjelder vanntemperaturen i Drammensfjorden i dette tidsrom, må den antas å ha vært lav, da de tre dominerende artene, som overfor er angitt, i dag har sin hovedutbredelse i arktiske farvann.

Sone D er mektig i Drammen. Fig. 4 viser en mektighet på 21 meter,

men da sonen ikke er gjennomboret, er den sannsynligvis mektigere. Til sammenligning skal nevnes at den største mektighet som er påvist av sone D i Oslo-området, er 11 meter (pers. medd. av Feyling-Hanssen). Den betydelige mektighet av sone D i Drammensområdet, tyder på at sedimentasjonshastigheten må ha vært stor, og dette må igjen sannsynligvis sees i sammenheng med stor smeltevannstilførsel til området. Nå viser kurven over eksemplarantallet fra sone D (fig. 4) et meget ujevnt forløp. Under forutsetning av at foraminiferproduksjonen pr. flate- og tidsenhet har vært konstant i denne periode, er det imidlertid ikke utelukket at disse store svingninger, med hensyn på eksemplarantallet, kan henge sammen med variasjoner i sedimentasjonshastigheten (sml. Lankford 1959, s. 2094).

3. Sone E.

Den mikropaleontologiske sonegrensen mellom D og E, som samtidig markerer overgangen mellom sen- og postglacial tid, fremkommer på figurene 1, 2 og 3. Av disse vil det fremgå at det må ha funnet sted en immigrasjon av en del nye arter, som altså ikke forekom i sone D, bl. a. *Bulimina marginata*, *Virgulina fusiformis*, *Cassidulina laevigata* og *Elphidium incertum*.

Artsantallet pr. 100 gram prøve er meget større enn i sone D. Fig. 1 viser at det kan nå opptil 30, mens det i sone D maksimalt kunne bli halvparten. Mens individantallet i sone D vanligvis ligger i intervallet 25–200, ligger det i sone E stort sett i intervallet 250–600, men det kan også nå opp i et antall av 800.

Den påtagelige økingen av arts- og individantallet på overgangen fra sone D til E, kan tyde på en forbedring av de marin-økologiske betingelser. Smeltevannstilførselen har sannsynligvis avtatt betraktelig i denne periode, med den følge at både saliniteten og temperaturen ble noe høyere. Ved dette tidsavsnitt må Svelvikmorenens høyderykk fremdeles ha ligget under havnivået, slik at det salte sjøvannet har kunnet trenge inn Drammensfjorden.

Et annet forhold som muligens kan bekrefte at saliniteten har vært høyere under avsetningsperioden for sone E enn for D, er skjærfasthetskurvenes forløp på overgangen mellom de to soner (se figurene 1, 2 og 3). Som det herav fremgår, får skjærfastheten en markert og plutselig øking nettopp på overgangen mellom de to mikropaleontologiske soner (sml. Feyling-Hanssen 1957, 1958 a).

Sone E er i Oslofjordområdet for øvrig, parallellisert med mytilus- og cyprinaleiret, samt deler av cardiumleiret (O. Holtedahl 1960, s. 388). Brøgger (1901, s. 477) kom ved enkelte teglverk i Drammensområdet over et leire like under isocardialeiret, med en noe mere termofob (kaldtelskende) molluskfauna enn i dette, bl. a. med *Mytilus edulis*. Sannsynligvis var det mytilus- og cyprinaleiret Brøgger her påviste. Selv analyserte jeg en leirprøve fra en lokalitet like i nærheten av et av disse angitte teglverkene, fra et snitt der det var rikelig med eksemplarer av muslingen *Cyprina islandica* (= *Arctica islandica*). Prøven viste en typisk E-fauna. Sannsynligvis svarer derfor sone E, også i Drammensområdet, noenlunde til mytilus- og cyprinaleiret.

4. Sone F.

Sone F fremkommer på figurene 1 og 3. Som det herav sees, er grensen mellom E og F ikke så markert som mellom D og E. Særlig har det vært vanskelig å trekke grensen på fig. 1, der det mangler to leirprøver fra et dyp av omkring 13 meter, så faunaen der ikke kunne bli undersøkt. Av den grunn er det her satt spørsmålsteget på vertikalfordelingsskjemaet. Men i det store og hele har jeg latt grensen mellom E og F gå der *Elphidium i. clavatum* avtar og *Bulimina marginata* tiltar i relativ hyppighet. Dessuten opptrer det en del nye arter i sone F, som ikke forekom i sone E, bl. a. *Ammonia beccarii* (se fig. 3).

I undre del av sone F ligger artsantallet i hver prøve stort sett i intervallet 20–30, mens det i øvre del av sonen ligger under 10, til dels under 5. Et tilsvarende forhold finner vi med hensyn til individantallet i prøvene, som i undre del av sone F kan nå opp i 2000, mens det i øvre del ligger til dels under 100 (sml. fig. 1).

Den rike fossile foraminiferfauna, i hvert fall fra undre del av sone F, kan tyde på meget gode betingelser.

Sone F svarer sannsynligvis i Drammensområdet, likesom i Oslofjordområdet, i store trekk til Brøggers isocardialeire (sml. O. Holtedahl 1960, s. 388). Som en støtte for denne antagelse, skal nevnes at det ble påvist et juvenilt eksemplar av muslingen *Isocardia cor* (= *Glossus humanus*) i en prøve fra sone F (se fig. 3).

Mens det som antydnet, har vært gode marin-økologiske betingelser i Drammensfjorden under eldste del av sone F's avsetningsperiode, synes enkelte faktorer å tyde på at en forverring av disse betingelser må ha

funnet sted fra midtre del av F-perioden, som sannsynligvis må sees i sammenheng med landhevningen.

For det første viser det ubetydelige arts- og individantallet i øvre F, at saliniteten, og muligens også oksygeninnholdet må ha blitt noe lavere. For det annet forekommer arten *Ammonia beccarii* i øvre F (se fig. 3), som ved recente undersøkelser finnes på grunt vann, med lav salinitet (sml. Pokorny 1958, s. 132).

For det tredje tyder den sterke tilbakegangen av *Bulimina marginata* i øvre F (se fig. 1 og 2) på en oppgrunning, da denne arten vanligvis trives på noe dypere vann (Høglund 1947, s. 228).

Den markerte foraminiferfaunistiske uttynning i denne periode, synes å være av lokal natur. I Oslo-området finner man ikke noen tilsvarende reduksjon av arts- og individantallet i øvre del av sone F (sml. Feyling-Hanssen 1958 b, s. 44, fig. 4). Man må med andre ord anta at Drammensfjorden nå begynte å få mere preg av å bli et stagnerende basseng, på grunn av landhevningen, og den dermed tiltagende avstengning av det indre fjordområdet ved Svelvikmorenen (sml. Strøm 1936).

5. Sone G.

Sone G er den yngste foraminifersone i den stratigrafiske rekkefølge, og fremkommer på figurene 1 og 3. På grunn av de spesielle marin-økologiske forhold allerede i øvre halvdel av F-perioden i Drammensfjorden, finner man her en mere gradvis, faunistisk overgang mellom sone F og G enn i Oslo-området (sml. Feyling-Hanssen 1958 b, s. 44, fig. 4). Jeg har imidlertid latt sone G begynne der de agglutinerende artene *Protonina fusiformis*, *Verneulina media* og *Miliammina fusca* plutselig opptrer (se fig. 3).

Artsantallet er omtrent som i øvre del av sone F, og ligger under 5. Individantallet er også svært lite, nemlig omkring 20.

De opptredende arter i sone G, og deres ringe hyppighet, kan tyde på en tiltagende oppgrunning av fjordbassenget, kombinert med det forhold at det muligens har funnet sted en temperaturdepresjon. Det siste indikeres av tilsynekomsten av de termofobe artene *Quinqueloculina stalkerii* og *Nonion labradoricum* (se fig. 1). Dog skal det bemerkes at to arter er et noe spinkelt grunnlag å basere antagelsen av en temperaturdepresjon på. Imidlertid er det fra paleobotanisk hold påvist en klimaforverring på overgangen mellom subboreal og subatlantisk tid (Blytt 1876). Om det er den tilsvarende klimaforverringen som her har gjort seg gjeldende for

foraminiferenes vedkommende er foreløbig et åpent spørsmål, men sannsynligheten kan tale for dette (sml. Feyling-Hanssen 1957, s. 14). Fremtidige radiologiske dateringer vil kunne bringe mere klarhet i dette spørsmålet.

På grunnlag av borprofilene som fremkommer på figurene 1, 2 og 3, samt et eldre dybdeprofil over Dramselva, er det tegnet et stratigrafisk profil (fig. 6). (Se også vedlagt bykart, hvorpå rette linjer forbinder de lokaliteter der de tilsvarende borer er foretatt).

Da jeg desverre mangler en del leirprøver fra borkjerne 2, er forløpet av sonene F og G i dette profilet ukjent. Mektigheten av sone D, er heller ikke kjent.

6. Sone C.

I det indre Oslofjordområdet opptrer også sone C, som ved siden av å inneholde de dominerende artene *Elphidium i. clavatum* og *Cassidulina crassa*, er særpreget ved *Virgulina loeblichii* og *Cassidulina teretis* (Feyling-Hanssen 1958 a, s. 7).

I de undersøkte borkjerner fra Drammen, har jeg ikke funnet noen leirprøver med en foraminiferfauna svarende til sone C i Oslo-området. Selv de dypeste prøver i borprofil 2, som er tatt fra et dyp av 35 meter under overflaten, inneholder en typisk D-fauna. Men dertil er jo selvsagt det å bemerke, at man heller ikke her har nådd ned til fast fjell, slik at den eventuelle sonegrense mellom C og D kan ligge ennu dypere. Materialet fra eventuelle dypboringer, vil kunne bringe sikkerhet i dette spørsmål.

III. Diskusjon.

Ved studier av mikrofossiler er det, på grunn av det letthet hvormed disse lar seg transportere, viktig å ta det forhold i betraktning at det kan foreligge faunale blandinger. Den primære, autochtone komponent fra en biotop, kan ha fått tilførsel av en sekundær, allocton komponent fra en annen biotop, enten ved slamstrømmer («turbidity-currents»), eller ved hjelp av andre transportmidler i vann (Phleger 1960, s. 295). Phleger (1954, s. 606) påpeker at levende foraminiferindivider kan transporteres like lett fra en biotop til en annen, ved hjelp av bunnstrømmer, som døde, tomme skall. Derved kan en biotop komme til å bestå av former som vanligvis ikke inngår i dens foraminiferassosiasjon.

I glaciasjonsperioder synes transport av foraminiferskall også å kunne foregå ved drivende is (sml. H. Holtedahl 1959).

I områder med kvikkleire, kan ras og utglidninger lett forårsake forstyrrelse i den primære lagdeling (sml. Feyling-Hanssen 1957). Finner man derimot samme rekkefølge av sonene i borkjerner tatt spredt fra et større område, som tilfellet har vært i Drammen, kan man imidlertid anta at sedimentene ligger in situ der boringene er foretatt. Et ennu sikrere kriterium på at det må foreligge primær lagdeling i de undersøkte borkjerner fra Drammen, er det forhold at rekkefølgen av de suksessive soner der, er identisk med den som er etablert innen Oslofjordområdet for øvrig (sml. Feyling-Hanssen 1957). På den annen side, finnes det ingen sikker garanti for at det ikke kan ha foregått interne ras innenfor en av sonene, for eksempel i sone D.

Et sentralt problemkompleks innen mikropaleontologien, er tolkningen av foraminiferersonene. Representerer de reelle økostratigrafiske soner som gir et adekvat bilde av de marin-økologiske fluktuasjoner i kronologisk rekkefølge, eller er de å betrakte som bathygrafisk betingede facies av foraminiferfaunaen. Spørsmål av denne art, med henblikk på de norske, kvartære foraminifersoner, blir for tiden studert av forfatteren under en pågående undersøkelse av den recente foraminiferfauna i Oslofjorden, og vil bli nærmere behandlet på et senere tidspunkt.

IV. Summary.

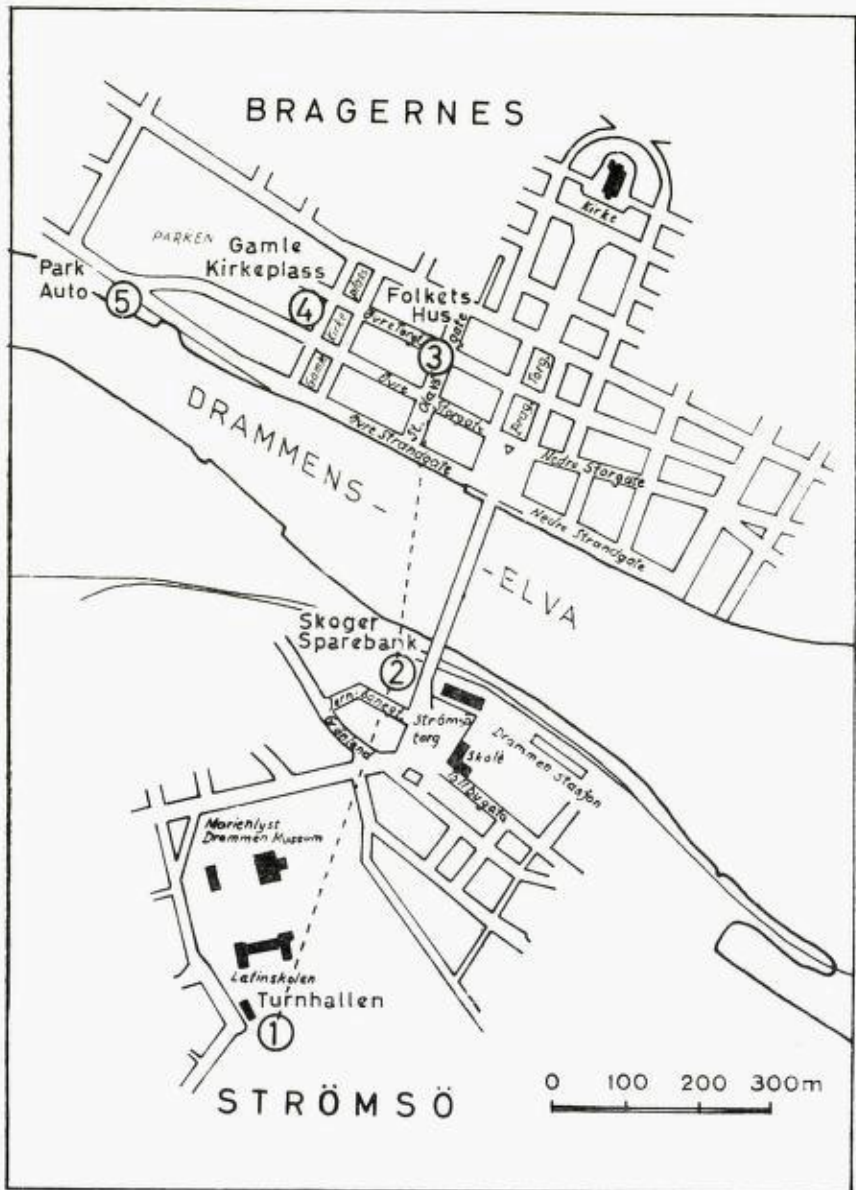
1. The present paper is a report on a quantitative study of the fossil, benthonic foraminifera of Late- and Post-Glacial clay samples from Drammen, Norway.
2. On the basis of their content of foraminifera, it has been possible to divide the marine clays in the Drammen area into four ecostratigraphical zones, D, E, F and G, in accordance with the zonation established by Rolf W. Feyling-Hanssen from the Oslofjord area, of which D being of Late-Glacial age; E, F and G of Post-Glacial age.
3. An attempt has been made to correlate the foraminiferal zones in Drammen with W. C. Brøgger's classical division based on Mollusca.
4. The reduced foraminiferal fauna from D, indicating originally brackish environments, combined with thick sediment deposits from the same period, may be seen in connection with a large supply of melt-water to the area, and a partial closing of the inner fjord basin by the Svelvik moraine.
5. The sharp faunistic transition between the zones D and E, must be the result of a climatic amelioration, as for the whole Oslofjord area.

6. Comparisons made between F in the Drammen and Oslofjord area, show that the fauna is more reduced in the upper part of the zone in the former area, probably because of a lowering of the salinity. This lowering may be caused by a further closing of the inner Drammensfjord basin by the Svelvik moraine, resulting from the land-uplift after the ice-recession.
7. A sharp discontinuation of the shear strength at the transition between D and E appears, which corroborates the relation between the ecostratigraphical zones and the geotechnical properties of the corresponding clay deposits, pointed out by Feyling-Hanssen.

Litteraturliste.

- Blytt, A.*, 1876. Essay on the Immigration of the Norwegian Flora during alternating rainy and dry Periods. Christiania.
- Brøgger, W. C.*, 1900–1901. Om de senglaciale og postglaciale nivåforandringer i Kristianafeltet (Molluskfaunan). — Norges Geol. Unders. Nr. 31, s. 1–731. Kristiania.
- Feyling-Hanssen, R. W.*, 1950 Foraminiferer og foraminiferforskning. — Naturen. Nr. 9, s. 271–279. Bergen.
- 1954 a. Late Pleistocene Foraminifera from the Oslofjord area, Southeast Norway. — Norsk Geol. Tidsskr. 33, s. 109–152. Bergen.
 - 1954 b. The Stratigraphic position of the quick clay at Bekkelaget, Oslo. — Norsk Geol. Tidsskr. 33, s. 185–196. Bergen.
 - 1954 c. *Elphidium clavatum* Cushman from the Late-Glacial of Romerike, Norway. — Norsk Geol. Tidsskr. 33, s. 228–229. Bergen.
 - 1957. Micropaleontology applied to soil mechanics in Norway. Norges Geol. Unders. Nr. 197, s. 1–69. Oslo.
 - 1958 a. Stratigrafi og skjærfasthet, et geoteknisk problem geologisk belyst. — Naturen. Nr. 1, s. 5–19. Bergen.
 - 1958 b. Mikropaleontologiens teknikk. — Norges Geol. Under. Nr. 203, s. 35–48. Oslo.
- Hiltemann, H.*, 1949. Klassifikation der natürlichen Brackwässer. — Erdöl und Kohle, 2. Jahrg. Nr. 1, s. 4–8. Hamburg.
- Holmsen, G.*, 1951. Beskrivelse til kvartærgeologisk landgeneralkart. — Norges Geol. Unders. Nr. 176, s. 1–62. Oslo.
- Holtedahl, H.*, 1959. Geology and Paleontology of Norwegian Sea Bottom Cores. — Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 29, No. 1, s. 16–29.
- Holtedahl, O.*, 1960. Stratigraphy based on foraminifera. — Norges Geol. Unders., Nr. 208, s. 387–389.
- Høglund, H.*, 1947. Foraminifera in the Gullmar Fjord and the Skagerak. — Zoolog. Bidr. Från Uppsala. Bd. 26. Uppsala.

- Lankford, R. R.*, 1959. Distribution and Ecology of Foraminifera from East Mississippi Delta margin. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 43, No. 9, s. 2068–2099.
- Phleger, F. B.*, 1954. Eology of Foraminifera and Associated Micro-Organisms from Mississippi Sound and Environs. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 28, No. 4, s. 584–647.
- 1960. Sedimentary Patterns of Microfaunas in Northern Gulf of Mexico. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., s. 267–301.
- Pokorný, V.*, 1958. Grunzüge der zoologischen Mikropaleontologie. Band I — Veb deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin.
- Remane, A.*, 1934. Die Brackwasserfauna. — Verh. Dtsch. Zool. Ges. 36. Zool. Anz. Suppl. 7. Leipzig.
- Strøm, K.*, 1936. Land-locked waters. — Skr. Norsk Vid. Akad. i Oslo. I. Mat. — Nat. Kl. Nr. 7. Oslo.



Kart over Drammen sentrum.

Tallene refererer seg til de respektive borprofilers figurumre.

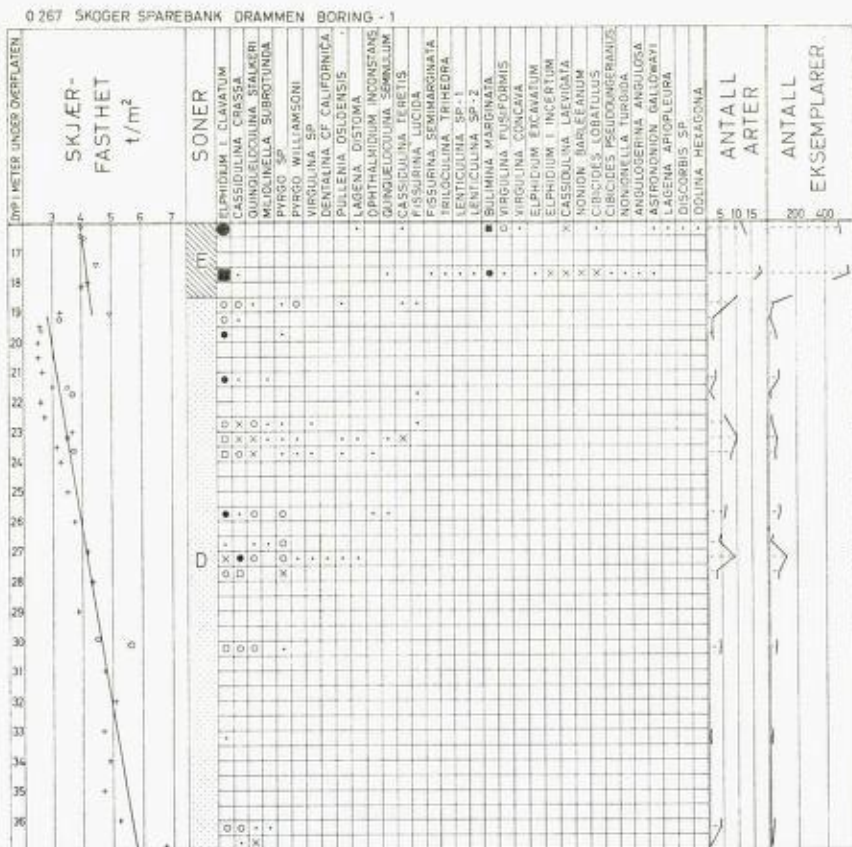


Fig. 2

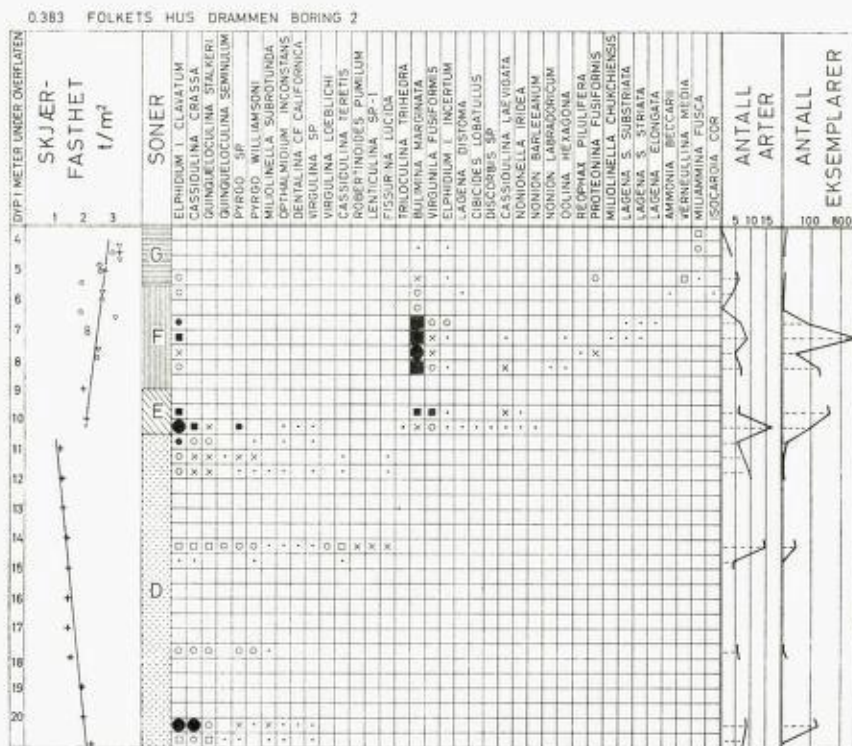


Fig. 3

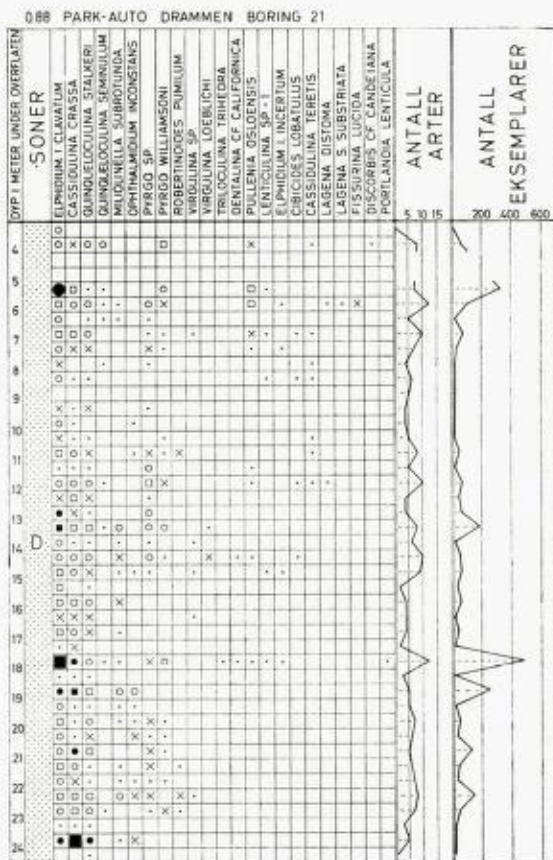


Fig. 5

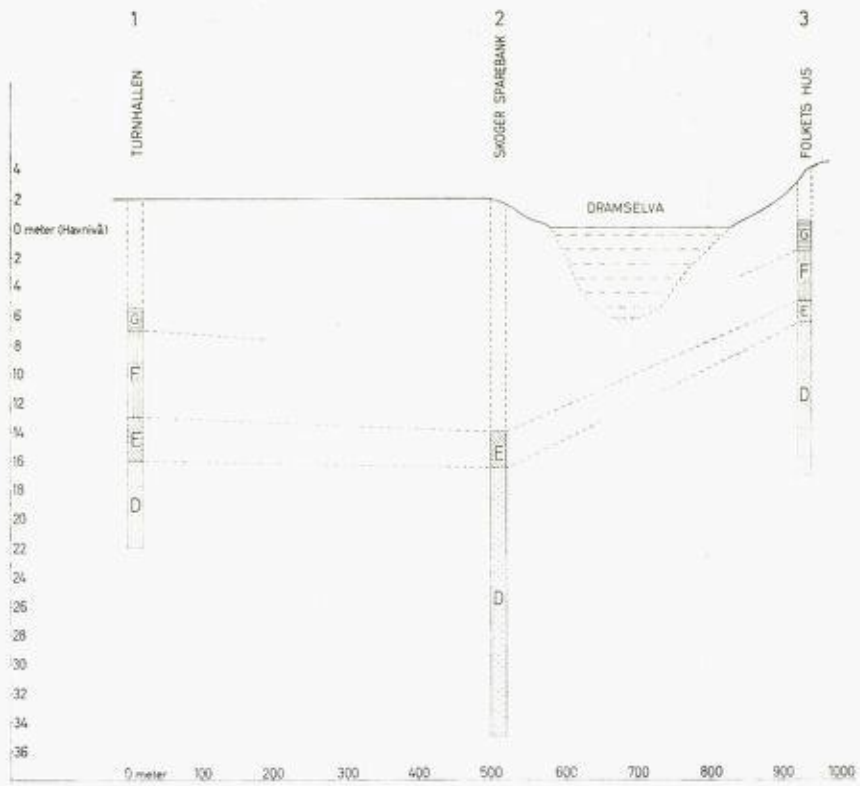


Fig. 6