

EOCÆNE AFLEJRINGER I ØLST-OMRÅDET OG DERES INDPASNING I OMRÅDETS KVARTÆRGEOLOGI

OLE BJØRSLEV NIELSEN

NIELSEN, O. B.: Eocæne aflejringer i Ølst-området og deres indpasning i områdets Kvartærgeologi. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1972*, side 100–110. København, 5. januar 1973.

I artiklens første del behandles resultaterne af en Kvartærgeologisk undersøgelse af Ølst bakke, som antages dannet ved en oppresning af Eocæne bjergarter ved et isfremstød fra syd. Et senere isfremstød fra øst har kun i mindre grad påvirket området. I artiklens anden del behandles resultaterne af en sedimentologisk undersøgelse af de Eocæne bjergarter. Undersøgelsen tyder på, at der er sket en ændring af sedimentationsforholdene i løbet af Eocæn i retning af aftagende tilførsel af terrigent materiale. Til slut omtales nogle diagenetiske processer knyttet til cementstensdannelsen.

Ole Bjørsløv Nielsen, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, Universitetsparken, 8000 Aarhus C.

Områdets Kvartære historie

Denne del af undersøgelsen falder som en naturlig fortsættelse af og supplement til de Kvartærgeologiske undersøgelser, der allerede er foretaget på Randers-bladet (Larsen, Liboriussen & Villumsen 1972). Undersøgelsen omfatter de høje bakkedrag omkring Ølst, se fig. 1, side 29 i *Årsskrift for 1971*.

På grund af omfattende gravninger af plastisk ler er det muligt at opmåle deformationsstrukturer i både Eocæne og Kvartære aflejringer på ca. 30 forskellige lokaliteter i den sydlige del af Ølst bakkedrag. Den vigtigste af disse lokaliteter ses på fig. 1.

Den lithologiske opbygning af bakken sammenstillet fra flere lokaliteter, ses på fig. 2. Målinger af lagplansorienteringer fra alle centralt beliggende lokaliteter er på fig. 3 angivet i stereografisk projektion sammen med gennemsnitlige foldeakse. Foldeaksens retning og dyk er meget konstant i de centrale områder, og de små variationer der er, er tilsyneladende ikke systematiske. Det må derfor antages, at dette område ikke har været påvirket af senere udskridninger, medens lokaliteter på flankerne af bakken er tydeligt påvirket af skredfænomener. Dette ses også i flere boreriger fra området. Også

N

S

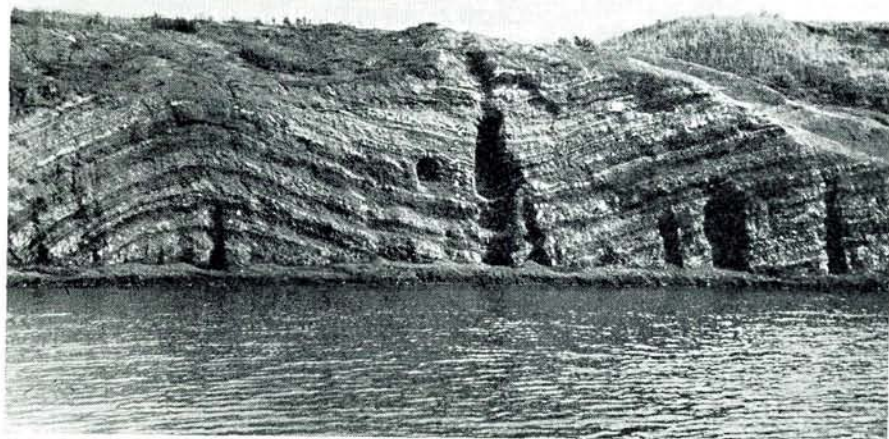


Fig. 1. Hovedlokaliteten i den centrale del af Ølst bakke.

lagserien fra vejgennemskæringen ved Ølst (Andersen, 1937) er stærkt påvirket af skred, som har tydelig relation til morfologien.

Foldeaksens retning indicerer, at den deformerende is er kommet fra nord eller fra syd. For at vurdere dette nærmere er talrige forkastninger undersøgt. De er alle reverse, og den overskudte del er altid den sydlige. Forkastningsplanet danner en større og større vinkel med lagplanet efterhånden som det bevæger sig opad i lagserien. Ofte ender forkastningen i en monoklinal fold eller i en deformationsstruktur, opbygget efter samme princip som angivet på skitsen fig. 6. På baggrund af disse iagttagelser er det mest sandsynligt, at den deformerende is er kommet fra syd, og har afsat det nedre moræneler.

På den nordlige flanke af den sydligste bakke er der i et lille lokalt bassin aflejret et 0,5 m tykt gruslag ovenpå det nedre moræneler. På det gruslag er der foretaget en fabric-analyse på samme måde som beskrevet af Liboriussen i Larsen, Liboriussen & Villumsen (1972). Resultatet af denne analyse ses på fig. 5. Gruspartiklerne ses at være tydeligt orienterede med hældning mod nord. Da partiklerne i gruslaget udviser en imbricat struktur, må de være aflejret af en smeltevandsstrøm fra nord.

Konkordant på gruslaget ligger et 1,5 m tykt lag bestående af ca. 1 cm tykke finsandslag i rytmisk vekslen med lerede siltlag af samme tykkelse. Gruslaget og den rytmiske serie er svagt deformeret med en strygning nord-syd og en hældning på op til 12° mod vest. Deformationen kunne skyldes et istryk fra øst.

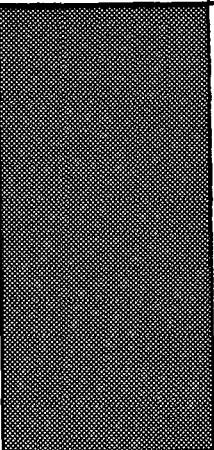
Profil beskrivelse	Lithologi	Lagtykkelse i m
Stenfattig moræneler	▲ ▲ ▲	1/2
Rytmsk aflejret sand og silt svagt deformeret	○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○	1 1/2
Grus - svagt deformeret	○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○	1/2
Moræneler m. store blokke og flager af plastisk ler	▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ ▲	op til 5
Plastisk ler. Vekslen- de rødt og grønt	P P P P P P P P P P P P P	?
Vulkanske askelag og lermellemlag Kraftigt deformerede		10

Fig. 2. Den generelle lithologiske opbygning af Ølst bakke.

På den østlige flanke er der også foretaget målinger af lagplansorienteringer. Resultatet ses på fig. 4. Den næsten nord-syd gående foldeakse tyder på, at der enten er tale om en deformation ved istryk fra øst, eller en tyngdekraftsbetinget udskridning. Deformationsstrukturerne i fig. 6 tyder ikke på, at der er tale om skredfænomener, da overskydningen går mod vest, altså mod den topografiske gradient. Da der også som før nævnt visse steder i de

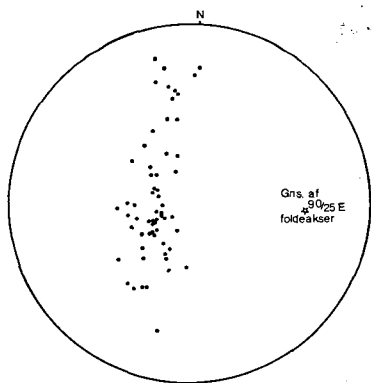


Fig. 3. Lagplansorienteringer fra centralt beliggende lokaliteter i stereografisk projek-
tion.

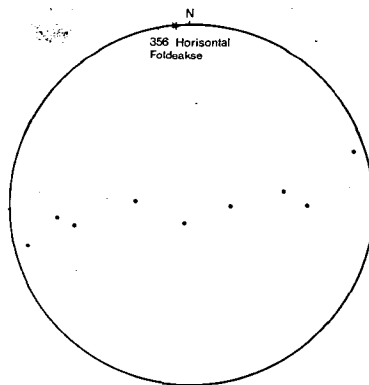


Fig. 4. Lagplansorienteringer fra den øst-
lige flanke i stereografisk projek-
tion.

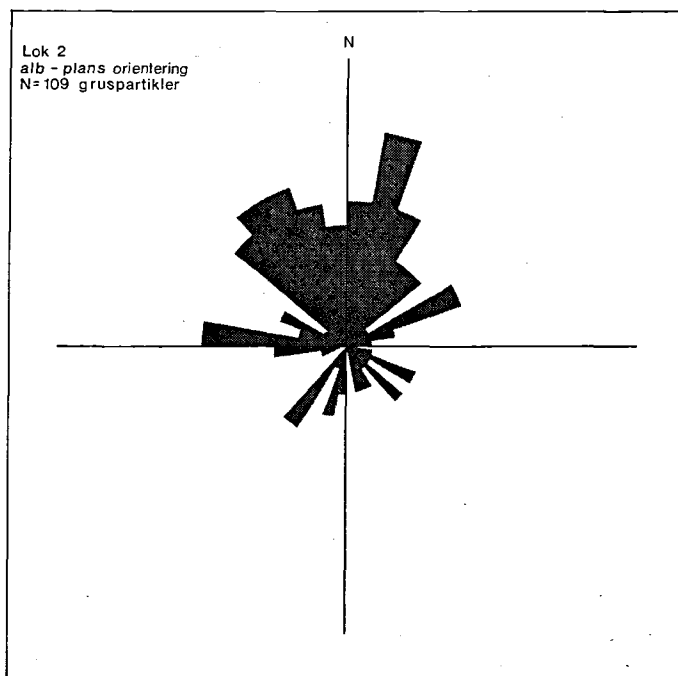


Fig. 5. Fabric-diagram af smeltevandsgrus.

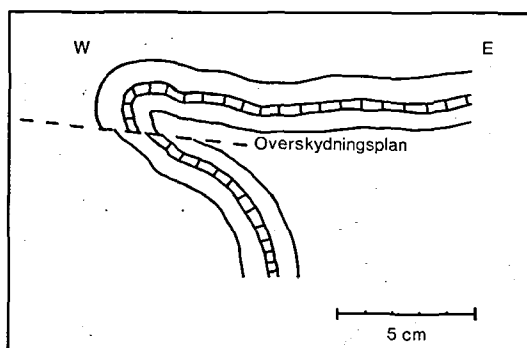


Fig. 6. Skitse af deformationsstruktur fra en lokalitet på den østlige flanke.

centrale områder er tegn på en østis, synes det rimeligt at betragte denne deformation som opstået ved istryk.

På grundlag af det hidtil opnåede kendskab til området kan man antage, at der har været et ældre isfremstød fra syd, som har deformeret de Eocæne bjergarter, presset dem op så de danner relativt høje bakker og endelig afsat det blokkrige moræneler med flager af plastisk ler. Et senere og svagere fremstød fra øst kan have sendt en lille isløbe op i en sadel mellem den nordlige og sydlige del af Ølst bakke. Smeltevand fra denne har først aflejret gruspartiklerne i en lille lavning i den gamle moræne. Derefter er den rytmiske serie aflejret. Isen er gledet over bakken, har deformeret den rytmiske serie og gruslaget og til sidst afsat det tynde stenfattige moræneler på toppen.

Undersøgelse af de Eocæne sedimenter

Der har hidtil ikke været foretaget en systematisk sedimentologisk undersøgelse af den Eocæne lagserie. Gry (1935) har bl. a. beskæftiget sig med grænseforholdene Paleocæn-Eocæn, Tank (1963) har undersøgt lermineralfordelingen i bl. a. nogle Eocæne prøver og en række andre forfattere har i tidens løb taget disse og andre emner op til nærmere undersøgelse.

I det følgende skal der kort redegøres for de resultater, der hidtil er kommet ud af forsøget på at udrede de Eocæne sedimenter dannelsesmiljø, samt en vurdering af de processer, der senere har påvirket materialet under diagenesen og under en senere begyndende forvittringscyklus.

Til en stratigrafisk indplacering af de opnåede resultater er anvendt askelagene med den af Bøggild (1918) foretagne nummerering.

Analyserne er fortrinsvis foretaget på lermellemlag og lag af plastisk ler, da de lag i højere grad end de mellemliggende askelag afspejler sedimentationsforholdene. Askelagene kan i den forbindelse betragtes som relativt

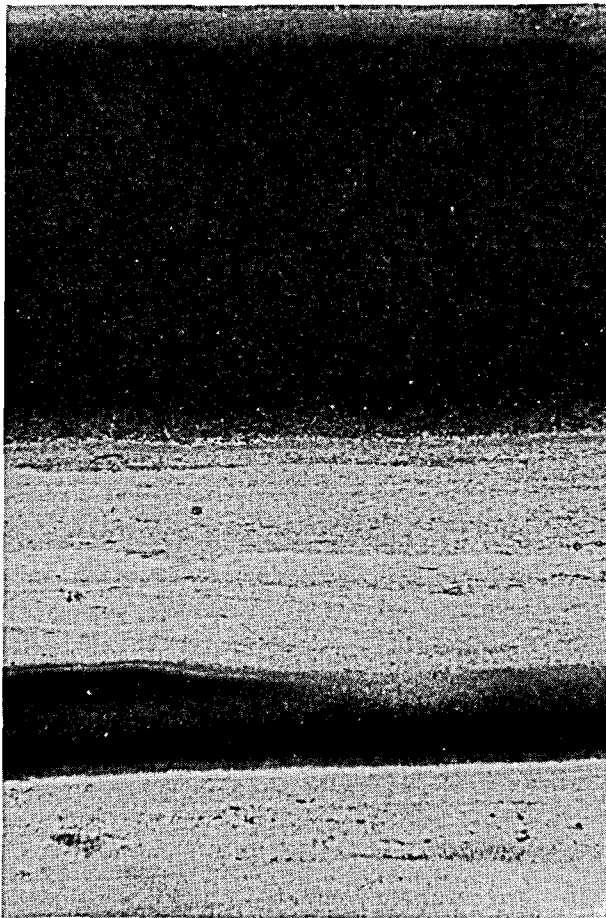


Fig. 7. Poleret flade fra et cementstenslag omkring askelag + 30 og + 31. X 1,5.

hurtigt sedimenterede »fremmedlegemer«, der dog har haft afgørende betydning for diagenesens forløb.

Undersøgelserne omfatter en analyse af sedimentstrukturer, kornstørrelsesfordeling, mineralogisk sammensætning, kalkindhold, indhold af organisk kulstof samt fordelingen af enkelte anioner.

Alle lermellemlag og hele den undersøgte del af det plastiske ler er aflejret med lamineret struktur. Ganske få steder har det været muligt at iagttage små erosioner, medens ormerør og andre tegn på biologisk betinget benthonisk aktivitet kun undtagelsesvis er fundet i det plastiske ler.

Mange af askelagene viser mere eller mindre tydelig graderet lagdeling. På fig. 7 ses både laminationen, den graderede lagdeling og små erosioner. Der er foretaget kornstørrelsesanalyse på 26 lermellemlag samt 4 lag af plastisk

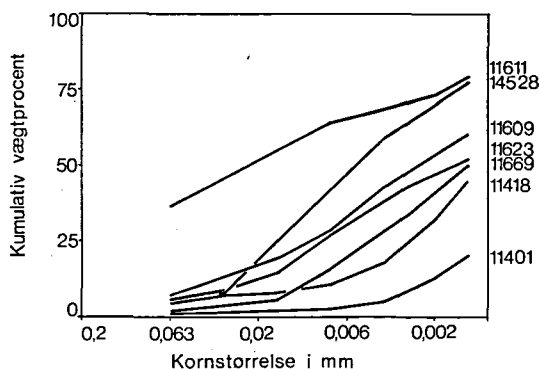


Fig. 8.
Kornstørrelsesfordelingskurver
af 7 udvalgte prøver.

ler ved hjælp af Andreasen-pipette metoden. Kornstørrelsesfordelingskurver af 7 udvalgte prøver ses på fig. 8. På fig. 9 er de samme 7 prøver afsat i et trekantdiagram, der viser fordelingen i vægt-procent af sand-silt-ler. Grænsen sand-silt er placeret ved 0,063 mm, og grænsen silt-ler er placeret ved 0,002 mm. Gennemsnitskornstørrelsen – medianen – er afsat på fig. 10 a, der også viser den stratigrafiske placering af de 7 udvalgte prøver. Af de tre figurer fremgår, at lermellelagene er grovest nederst i profilet og bliver finere opad. Den mindre kornstørrelse fremkommer ved, at lerindholdet øges på bekostning af siltindholdet, medens sandindholdet er nogenlunde konstant.

I alle lermellelag er der i sandfraktionen fundet pyrit, ofte som udfyldninger af diatoméer. Pyrit optræder også som konkretioner i det plastiske ler. På polerede flader af cementstenslag kan man se pyrit både i ler- og askelag. Identifikationen er baseret på røntgendiffraktometeroptagelser. Glaukonit, der i lighed med pyrit er et meget vigtigt miljøindikatormineral, er ikke iagttaget.

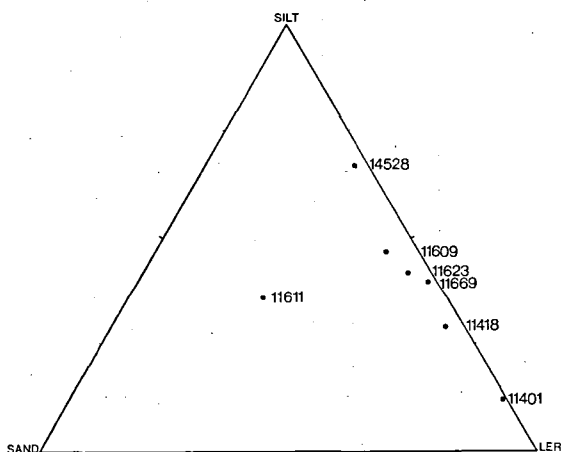


Fig. 9.
Fordelingen af sand-silt-ler
af 7 udvalgte prøver.

Lerfraktionen er undersøgt med røntgendiffraktometertagelser på orienterede prøver (Pollmann 1960). Der er undersøgt 46 prøver fra kalkfattige lermellemlag og 6 prøver fra kalkcementerete lermellemlag. Ved den kvantitative beregning er anvendt de principper, som er angivet af Johns, Grim & Bradley (1954).

Et udsnit af disse data ses på fig. 10 b. Den undersøgte lagserie kan på grundlag af lermineralfordelingen opdeles i 3 zoner. Den nedre zone er domineret af montmorillonit, men der er både kaolinit og illit til stede i mindre mængder. Den mellemste zone er også domineret af montmorillonit, der i flere lag er det eneste identificerede lermineral. Illit er i visse lag til stede i lille mængde, medens kaolinit ikke findes i denne zone. I øvre zone er montmorillonit, illit og kaolinit til stede i næsten lige store mængder.

Den øvre zone er meget strengt begrænset til det plastiske ler. Nedre og mellemste zone ligger i askeserien, grænsen mellem dem er ikke så skarp, men ligger mellem askelag + 62 og + 79.

Mange forfattere har sat dannelsen af montmorillonit i forbindelse med nedbrydning af vulkansk materiale. Grim (1968) omtaler, at montmorillonit dannes ved nedbrydning af Fe-, Mg-mineraler og feldspat fra mafiske bjergarter især frisk pyroklastisk aske i et miljø med moderat pH og negativt Eh, forhold som nok har været fremherskende i det Eocæne askeseriemiljø. Tank (1963) anser lerminerallerne i askeserien for at være opstået ved nedbrydning af vulkansk materiale. Kaolinit vil sandsynligvis ikke være stabil under disse forhold og vil i hvert fald ikke nydannes der.

Indholdet af organisk kulstof er udregnet som en forskel i CaCO_3 ækvivalenter bestemt ved CO_2 analyse og ved syre-base titrering. Denne forskel er så omregnet til rent C, og beregnet i vægtprocent af den tørre prøve, reduceret for kalk. Resultatet ses på fig. 10 b. I nedre del af profilet er der fundet mange grenstumper og vedstykker, og sedimenternes sorte farve kan også tyde på et indhold af finfordelt organisk materiale. I øvre del er indholdet begrænset til enkelte lag. Den sorte farve følger laggrænserne gennem alle senere deformationer, og må derfor anses for at være en primær sedimentær egenskab.

Resultaterne af de hidtil beskrevne undersøgelser har vist, at der er sket en ændring af sedimentationsforholdene i den Eocæne lagserie. De nedre, sorte og grove bundlag med et indhold af organisk C og lidt kaolinit går opad over i lysere, finere lag uden organisk materiale og uden kaolinit. Dette kunne tyde på en aftagende tilførsel af terrigent materiale. Det problem kunne belyses nærmere ved lignende undersøgelser på andre lokaliteter.

Efter aflejringen er diagenetiske processer begyndt at påvirke materialerne. Tilstedeværelsen af pyrit og organisk materiale tyder på, at processerne er foregået med underskud af ilt. Efter den diagenesemodel, der er opstillet af Fairbridge (1967) kan man antage, at den begrænsede iltmængde, der har

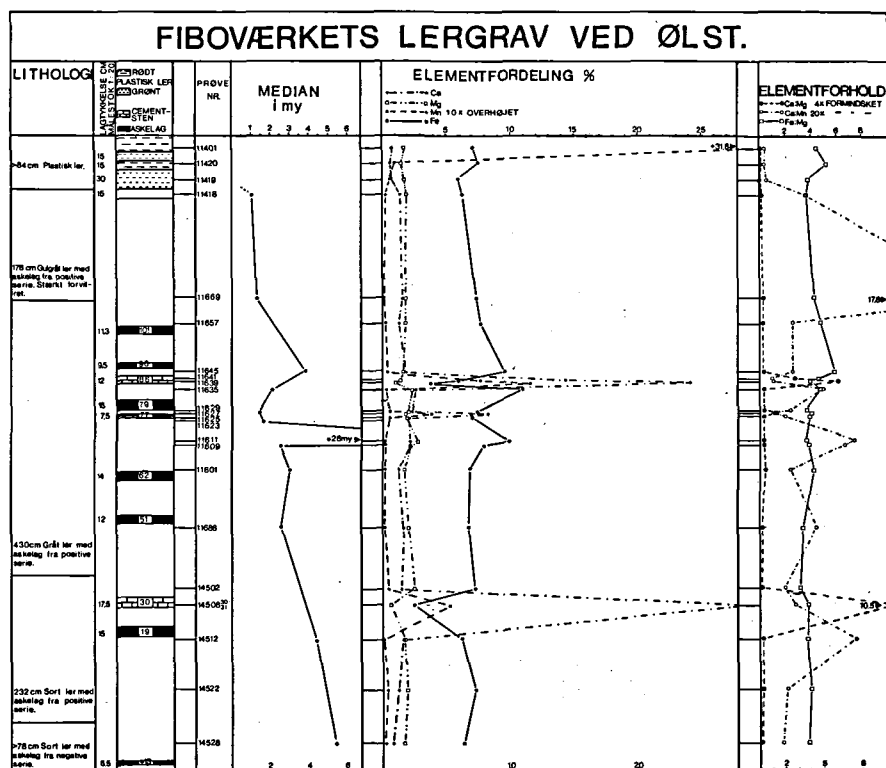


Fig. 10a.

været til rådighed, er blevet brugt til at oxidere det organiske materiale. Ved denne proces dannes bl. a. CO_2 . Dette medfører en sænkning af pH til under 7,8, hvorved CaCO_3 opløses. Under de forhold vil eventuelt tilstedeværende Mn-oxider være ustabile og afgive deres ilt, der så kan bruges til fortsat CO_2 -produktion (Krumbein & Garrels, 1952). Samtidig med denne proces sker der en fortsat pålejring af sedimentmateriale. Dette medfører kompaktion og dermed en udpresning af porevand. De hurtigt sedimenterede askelag er uden tvivl stærkt medvirkende til, at denne kompaktion sker relativt hurtigt. Bevægelsen af porevandet sker normalt vinkelret på den porøsitetsformindskende kraft, det vil i dette tilfælde sige tyngdekraften, og porevandsbevægelsen vil da foregå vinkelret på lagdelingen. Da der her er tale om en lagserie med vekslende lag af askelag med relativ høj permeabilitet og lerlag med relativ lav permeabilitet, vil porevandsbevægelsen afbøjes (von Engelhardt 1967). Bevægelsen i askelagene vil være mere eller mindre parallel med lagdelingen. Når CO_2 -produktionen ophører på grund af manglende ilt, stiger pH og CaCO_3 udfældes sammen med MnCO_3 enten som et blandingskarbo-

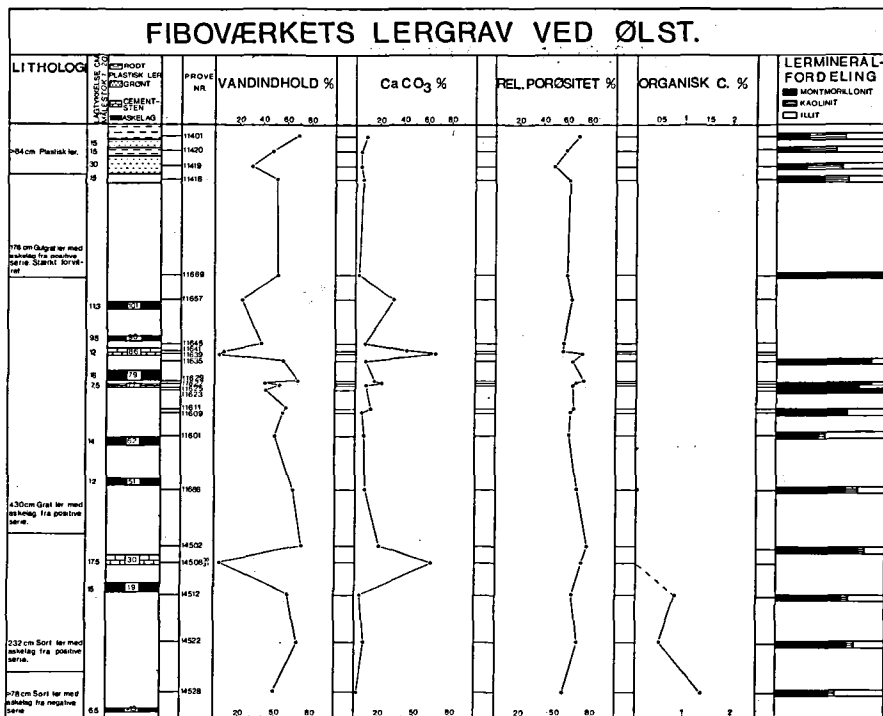


Fig. 10b.

nat (Hartmann 1964) eller som kalcit, i hvilke nogle Ca-pladser er erstattet med Mn. Efter Krumbein & Garrels (1952) kan overgangen Mn-oxid til Mn-karbonat under tilstrækkeligt reducerende forhold foregå ved pH over 7,8. Det kan være baggrunden for, at Ca/Mn forholdet (se fig. 10 a) bliver mindre i cementstenslag. Af det foregående fremgår, at man skulle forvente, at cementstensdannelsen fortrinsvis er knyttet til askelagene og kun i mindre grad påvirker lerlagene. Dette er også tilfældet i i hvert fald et af de undersøgte cementstenslag. Bøggild (1918, p. 44) har iagttaget noget tilsvarende fra nogle af molerklinterne i Limfjorden.

Afsætningen af karbonat-mineraler har formindsket porøsiteten. Det ses på fig. 10 b som en omvendt proportionalitet mellem vandindhold og CaCO₃-indhold. Det er baggrunden for, at den relative porøsitet i fig. 10 b er udregnet som en sum af volumenprocenterne af vand og karbonat. Man får hermed et udtryk for porøsiteten på karbonatafsætningstidspunktet. Som det fremgår af fig. 10 b, er der en større relativ porøsitet i cementstenslagene. Det kan tages som udtryk for, at karbonatafsætningen er foregået på et tidligt tidspunkt af diagenesen, sandsynligvis under overgang fra syndiagenesens initiale stadium til »early burial stage« (Fairbridge 1967). De tidligere beskrevne pH

og Eh forhold knytter sig også til disse to faser af diagenesen. Senere diagenetiske processer har også påvirket materialerne, men undersøgelserne af disse processers indflydelse er endnu ikke afsluttet.

(Foredrag ved Dansk Geologisk Forenings forårsmøde i Århus 13. maj 1972)

Litteratur

- Andersen, S. A. 1937: De vulkanske Askelag i Vejgennemskæringen ved Ølst. *Danmarks geol. Unders.*, række 2, 59, 52 pp.
- Bøggild, O. B. 1918: Den vulkanske Aske i Moleret. *Danmarks geol. Unders.*, række 2, 33, 159 pp.
- Engelhardt, W. von 1967: Interstitial solutions and diagenesis in sediments. In: Larsen, G. & Chilingar, G. V. (editors): *Diagenesis in sediments*. Elsevier, 501–521.
- Fairbridge, R. W. 1967: Phases of diagenesis and authigenesis. In: Larsen, G. & Chilingar, G. V., (Editors): *Diagenesis in Sediments*. Elsevier, 19–89.
- Grim, R. E. 1968: *Clay Mineralogy*. McGraw-Hill, 596 pp.
- Gry, H. 1935: Petrology of the Paleocene Sedimentary Rocks of Denmark. *Danmarks geol. Unders.*, række 2, 61, 171 pp.
- Hartmann, M. 1964: Zur Geochemie von Mangan und Eisen in der Ostsee. *Meyniana* 14, 3–21.
- Johns, W. D., Grim, R. E. & Bradley, W. F., 1954: Quantitative estimations of clay minerals by diffraction methods. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24 (4), 242–251.
- Krumbein, W. C. & Garrels, R. M., 1952: Origin and classification of chemical sediments in terms of pH and oxidation-reduction potentials. *Journal of Geology* 60, 1–33.
- Larsen, G., Liboriussen J. & Villumsen, A., 1972: Kvartærgeologiske undersøgelser på kortbladet Randers. *Dansk geol. Foren., Arsskrift for 1971*, 27–40.
- Pollmann, S. 1960: Eine verbesserte Präparationsmethode zur röntgenografischen Untersuchung blättchenförmiger Tonminerale. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatsheft* 5, 111–115.
- Tank, R. W. 1963: Clay Mineralogy of some Lower Tertiary (Paleogene) Sediments from Denmark. *Danmarks geol. Unders.*, række 4, 4 (9), 45 pp.