

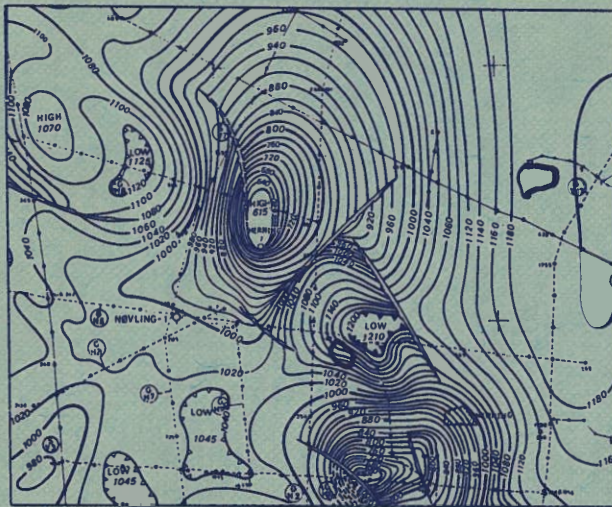
DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

III. Række. Nr. 40

*Geological Survey of Denmark . III. Series . No. 40*

# Dybdeboringen Nøvling nr. 1 i Midtjylland

*The deep test well Nøvling No. 1 in Central Jutland, Denmark*



*I kommission hos C. A. Reitzels Forlag . København 1973*

DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

III. RÆKKE. NR. 40

*Geological Survey of Denmark. III. Series. No. 40*

---

# Dybdeboringen Nøvling nr. 1 i Midtjylland

Resultaterne af de geologiske undersøgelser

*Af*

Leif Banke Rasmussen, J. C. Baartman,  
Svend E. Henriksen, Finn Nyhuus Kristoffersen, Arne Dinesen,  
Inger Bang, Erik Stenestad, Arne Buch, Ole Bruun Christensen,  
Olaf Michelsen, Torben Juul Hansen og Fritz Lyngsie Jacobsen

Red. af Leif Banke Rasmussen

*English summaries*

*The deep test well Nøvling No. 1 in Central Jutland, Denmark*

*The results of the geological investigations*

I kommission hos

C. A. REITZELS FORLAG

KØBENHAVN 1973



D. G. U. III. rk. nr. 40  
»Dybdeboringen Nøvling nr. 1 i Midtjylland«  
er sat med Monotype Times  
og trykt i 2000 eksemplarer hos  
Andelsbogtrykkeriet i Odense.  
Klicheerne er udført af Tutein & Koch.  
Papiret er ekstraglittet 262, 125 g fra  
a/s De forenede Papirfabrikker.  
ISBN 87 421 0625 7

Med 8 tavler  
samt 1 bilag i lomme  
*With 8 plates  
and 1 separate well-log*

# INDHOLD

## CONTENTS

	Side
Abstract .....	4
Forord .....	5
Boretkniske udtryk anvendt i teksten .....	7
<i>Leif Banke Rasmussen</i> : Nøvling nr. 1. Oversigt over boringens historie og geologiske resultater .....	9
<i>Nøvling No. 1. Summary of the history of the boring and the geological results.</i> . . . .	23
<i>J. C. Baartman</i> : Interpretation of reflection seismic work in the area around Nøvling No. 1	34
Fortolkning af reflektionsseismiske arbejder i området omkring Nøvling nr. 1 . . . .	49
<i>Svend E. Henriksen</i> : Bestemmelse af borehulsafvigelse, laghældninger og temperaturgradient i Nøvling nr. 1 .....	54
<i>Determination of deviations, dips, and temperature gradient of Nøvling No. 1.</i> . . . .	60
<i>Finn Nyhuus Kristoffersen</i> : Oligocæn og miocæn i Nøvling nr. 1 (0–312 m). Biostratigrafisk undersøgelse på grundlag af foraminiferer .....	63
<i>Oligocene and Miocene in Nøvling No. 1. A biostratigraphical study on the basis of foraminifera.</i> . . . .	67
<i>Arne Dinesen</i> : Eocæn i Nøvling nr. 1 (312–427 m) .....	71
<i>Eocene in Nøvling No. 1</i> .....	80
<i>Inger Bang</i> : Paleocæn i Nøvling nr. 1 (427–640 m) .....	82
<i>Paleocene in Nøvling No. 1</i> .....	84
<i>Erik Stenestad</i> : Øvre kridt i Nøvling nr. 1 (640–1329 m) .....	86
<i>Upper Cretaceous in Nøvling No. 1</i> .....	95
<i>Arne Buch</i> : Marint nedre kridt i Nøvling nr. 1 (1329–1483 m) .....	100
<i>Lower Cretaceous in Nøvling No. 1. Biostratigraphy based upon foraminifera.</i> . . . .	110
<i>Ole Bruun Christensen</i> : De nedre kretaciske og øvre jurassiske formationer og ostracodfaunaer i Nøvling nr. 1 (1329–1509 m) .....	113
<i>The Lower Cretaceous and Upper Jurassic formations and ostracod faunas in Nøvling No. 1</i> .....	118
<i>Inger Bang</i> : Jura-biostratigrafi i Nøvling nr. 1 på grundlag af foraminiferer .....	119
<i>Biostratigraphy of the Jurassic deposits in Nøvling No. 1 based on foraminifera</i> . . . .	122
<i>Olaf Michelsen</i> : Nedre jura i Nøvling nr. 1 (1509–1847 m). Biostratigrafi baseret på ostracoder .....	124
<i>Lower Jurassic in Nøvling No. 1. Biostratigraphy on the basis of ostracods.</i> . . . .	130
<i>Ole Bruun Christensen</i> : Vinding formationen (øvre trias) i Nøvling nr. 1 .....	132
<i>The Vinding Formation (Upper Triassic) in Nøvling No. 1.</i> .....	135
<i>Arne Dinesen</i> : Trias i Nøvling nr. 1 (1847–3423 m) .....	136
<i>Lithology of the Triassic section in Nøvling No. 1.</i> .....	143
<i>Fritz Lyngsie Jacobsen</i> : Zechstein i Nøvling nr. 1 (3423–3534 m). Lithologisk beskrivelse og inddeling .....	146
<i>Zechstein in Nøvling No. 1</i> .....	149
<i>Ole Bruun Christensen</i> : Rønde og Nøvling formationerne (silur) i Nøvling nr. 1 (3534–3762 m) .....	150
<i>The Rønde and Nøvling Formations (Silurian) in Nøvling No. 1</i> .....	156
<i>Torben Juul Hansen</i> : Conodonter fra de siluriske lag i Nøvling nr. 1 .....	158
<i>Conodonts from the Silurian of Nøvling No. 1.</i> .....	161
<i>Fritz Lyngsie Jacobsen</i> : Vulkaniterne i de præ-permiske lag i Nøvling nr. 1 .....	162
<i>The volcanites in the Pre-Permian beds of Nøvling No. 1.</i> .....	163
Tavler. Plates .....	165



## ABSTRACT

The book contains geological and geophysical reports on the deep test well Nøvling No. 1. This boring was made by "Dansk Undergrunds Consortium" in Central Jutland 1966.

Beds of Pleistocene, Tertiary, Upper Cretaceous, Lower Cretaceous, Jurassic, Triassic, Upper Permian and Upper Silurian age were penetrated. The final depth of the boring was 12342' or 3762 m below the Kelly Bushing.

The book includes 17 articles written by 12 authors, all of whom are (or were) from the staff of the Pre-Quaternary Department (= Dep. of Subsurface Geology) of the Geological Survey of Denmark.

In an introductory article a review is given of the geological and structural aspects of the boring together with an outline of the technical and administrative data.

## FØRORD

Den bog, som hermed foreligger om Dansk Undergrunds Consortiums dybdeboring Nøvling nr. 1, er den anden i rækken af geologiske rapporter om de nyere dybdeboringer. Den følger stort set samme plan som bogen om Rønde nr. 1, der kom i 1971, men betegner i forhold til denne en udvidelse af emnekredsen, idet omtalen af de geofysiske og strukturelle forhold i boringens omegn har fået plads i en speciel artikel.

Efter ansættelsen af den hollandske geofysiker J. C. BAARTMAN her i afdelingen pr. 1. april 1972 er det blevet muligt at tage fortolkningen af de mange foreliggende seismiske data op til behandling. Hr. BAARTMAN har til nærværende bog bearbejdet disse data fra området omkring Nøvling, hvilket har sat de geologiske resultater i relief i mere end én henseende.

En anden nydannelse i forhold til Rønde bogen er udvidelsen af billedmaterialet i form af fossiltavler. Flere af de biostratigrafiske resultater, som omtales i artiklerne, beror på upublicerede iagttagelser, der ofte er gjort i anden forbindelse. Fossiltavlerne er da tænkt som en foreløbig illustration af forhold, der ellers ville kræve lange beskrivelser, eller endog specialafhandlinger, som forudsætning for forståelsen.

Forberedelsen af denne bog har taget længere tid end forudset. De 12 forfattere, der alle er (eller har været) ansat i DGU's prækvartærafdeling, har haft ulige vilkår at arbejde under. Fra visse afsnit af boringen har fossilmaterialet været af væsentlig ringere beskaffenhed end i andre intervaller. De fleste geologer har tillige haft andre opgaver at varetage sideløbende med bearbejdelsen af Nøvling boringen, ligesom personlige forhold også har spillet ind.

Det kan ikke nægtes, at artiklerne fremtræder noget heterogene, men vi har foretrukket at lade de enkelte bidragydere forelægge deres resultater individuelt. Det af TORBEN JUUL HANSEN forfattede afsnit er en gengivelse af en intern rapport fra tiden kort efter boringens fuldførelse. Rapporten har kun været underkastet redaktionelle korrektioner og medtages i bogen med tilladelse af forfatteren, der overtog en stilling udenfor instituttet i 1967.

Ved afslutningen af arbejdet med Nøvling bogen ønsker jeg ikke alene at takke de 11 medforfattere, men også den øvrige stab i prækvartærafdelingen, der har bidraget med deres arbejde til bogens udarbejdelse.

Maskinskrivningen af manuskripterne er foretaget af KIRSTEN SPERLING og VIBEKE HERMANSEN. Tegningerne er udført af JETTE ØRNBJERG JENSEN, HELLE CHRISTENSEN, KIRSTEN ANDERSEN og INGE MARTIN-LEGÈNE. Fotoarbejdet skyl-



des O. NEERGAARD RASMUSSEN, og oversættelsesarbejdet er foretaget af SVEND E. HENRIKSEN. God hjælp med redaktionsarbejdet er ydet mig af OLAF MICHELSEN. Alle disse medarbejdere skylder vi en særlig tak for det omhyggelige arbejde, de har udført.

København, d. 20. februar 1973.

*Leif Banke Rasmussen*

## BORETEKNISKE UDTRYK ANVENDT I TEKSTEN

<i>boremudder</i>	– en oplømning, der gør det muligt at bore uden fore-rør og at bringe det løsborede materiale op til jord-overfladen.
<i>caving</i>	– nedfald af materiale fra borehullets væg.
<i>circulation</i>	– opretholdelse af mudderstrømmen under midlertidig afbrydelse af rotationen for at opretholde viskositeten af boremudderet, så borehullet ikke skrider sammen.
<i>continuous dipmeter</i>	– hældningsindikator.
<i>core</i>	– borekærne.
<i>cuttings</i>	– friborede spåner eller partikler af bjergarten.
<i>drift indicator</i>	– instrument til måling af afvigelser i borehullets retning.
<i>gamma ray log</i> (= gammastråle log)	– registrering af bjergartens naturlige radioaktivitet (gammastråling).
<i>junk basket</i>	– redskab til opsamling af tabt materiale fra borehullets bund.
<i>kelly</i>	– øverste del af borestammen, der forbinder mudder-slangen med borerørene.
<i>kelly bushing</i> (fork. KB)	– bøsning omkring kelly'en. Overfører drivkraften fra drejeskiven til borestammen.
<i>lag distance</i>	– afstanden mellem sand dybde og tilsyneladende dybde.
<i>lag time</i>	– den tidsfaktor, som indgår i beregning af prøvedybden, dvs. tiden fra borets nedbrydning af bjergarten til materialets tilsynekomst ved jordoverfladen.
<i>laterolog</i>	– registrering af den sande modstand i bjergarten, særligt i tynde lag og med samtidig anvendelse af boremudder med stor ledningsevne.
<i>log</i>	– registrering af måleresultater.
<i>microlaterolog</i>	– registrering af den effektive porøsitet i bjergarten.
<i>mudderkage</i>	– koaguleret boremudder på borehullets væg.
<i>neutron log</i>	– registrering af bjergartens totale porøsitet.
<i>rotary table</i>	– drejeskive (i plan med boreplatformen).
<i>sidewall sample</i>	– kerneprøve udtaget af borehullets væg ved hjælp af et specielt instrument.



*sonic log*

(= lydhastigheds log) – registrering til bestemmelse af porøsitet i reservoirbjergarter.

*whipstock*

– afbøjningsredskab.

For en almindelig orientering om teknikken ved olieboring henvises til de relevante lære- eller håndbøger i oliegeologi og olieeftersøgningsmetodik, bl.a. kan anbefales

SYLVAIN J. PIRSON: Handbook of well log analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.-J. 1963.

LEROY: Subsurface Geologic Methods. Colorado School of Mines. Sidste udgave.

NØVLING NR. 1  
OVERSIGT OVER BORINGENS HISTORIE  
OG GEOLOGISKE RESULTATER

af

*Leif Banke Rasmussen*

*Boringens udførelsestid*

Dybdeboringen »Nøvling nr. 1« blev påbegyndt d. 13. september 1966 og afsluttedes d. 15. november samme år. Borehullet blev lukket d. 25. november 1966, efter at der var blevet foretaget forskellige petrofysiske undersøgelser (Schlumberger målinger), hvorefter boreudstyret blev flyttet til Mors.

Boringens nr. i DGU's borearkiv er 84.1777.

*Boringens beliggenhed*

Borestedet lå på en mark tæt sydvest for gården Egbæk og ca. 1,7 km sydvest for Nøvling Kirke på Geodætisk Instituts målebordsblad M 2405 eller 1114 I NØ (se kortudsnittet fig. 1, side 10). Nøvling Kirke ligger ca. 8 km NV for Herning. De geografiske koordinater på borestedet er  $8^{\circ}48'36''\text{Ø}$  og  $56^{\circ}10'09''\text{N}$ , målt i forhold til Greenwich.

*Boringens administration*

Boringen blev udført af DANSK UNDERGRUNDS CONSORTIUM (forkortet DUC), som bl.a. omfatter firmaet A. P. MØLLER, der er indehaver af eneretsbevillingen til efterforskning og indvinding af kulbrinter, og som stod for afleveringen af det materiale, der ifølge eneretsbevillingen tilkom staten.

Eksplorationsarbejderne blev varetaget af GULF OIL COMPANY OF DENMARK, der havde en geolog udstationeret ved boringen: Mr. ROBERT K. KIRKBRIDE, som også under denne boring var til god hjælp for DGU's geolog på borestedet.

Indsamlingen af tekniske data og udtagelsen af boreprøver blev foretaget af personale fra firmaet FORMATION LOGGING SERVICE CO. (PETERS LOGGING S.A.), med hvilket DGU's udstationerede geolog ligeledes var i daglig kontakt, og fra hvem der blev modtaget kopier af diagrammerne, hvorpå de tekniske data var anført.

Petrofysiske målinger i borehullet blev udført af firmaet SCHLUMBERGER ved



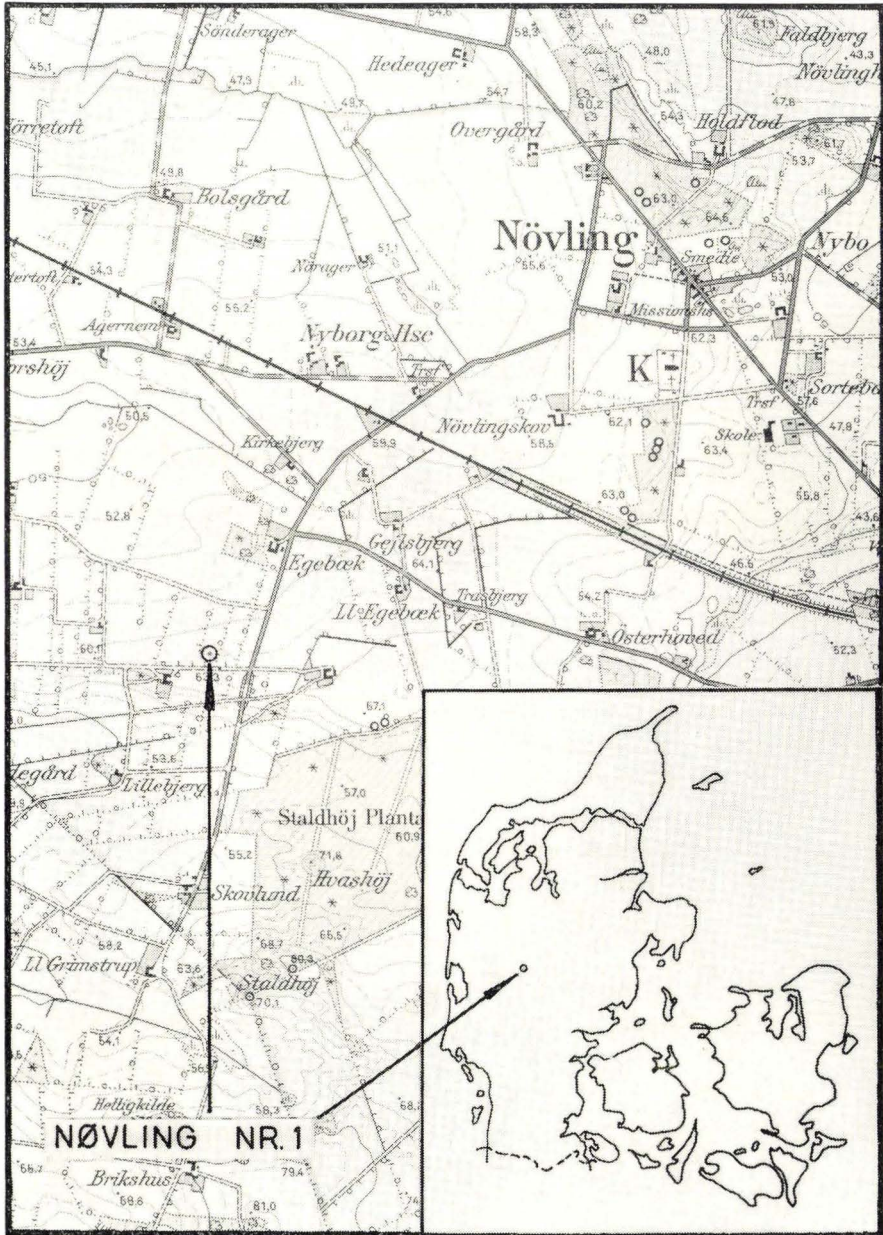


Fig. 1. Beliggenhed af boringen Nøvling nr. 1, vist på udsnit af Geodætisk Instituts 4 cm kort 1114 I NØ og på miniaturkort over Danmark.  
(Autoriseret reproduktion)

*Situation of the boring Nøvling No. 1.*

visse lejligheder. Disse borehuls-undersøgelser (Schlumberger logs) omfatter en række målinger af betydning for bedømmelsen af borehullets diameter på ethvert givet sted, hullets hældning etc., foruden de vigtige undersøgelser af de gennemborede lags fysiske forhold og deres nøjagtige beliggenhed. Oplysninger om målingernes art, intervaller etc., fremgår af det af ARNE DINESEN udarbejdede tekniske oversigtsdiagram fig. 2, side 12.

Borearbejdet udførtes af firmaet READING & BATES OFFSHORE DRILLING CO. med et boretårn af typen »Oilwell 940E«.

### *Boremetode*

Boringen udførtes som rotationsboring, og der blev kun kærneboret i 4 intervaller, nemlig 11555'–11612' (kærne nr. 1), 11614'–11676' (kærne nr. 2), 11896'–11932' (kærne nr. 3) og 12311'–12342' (kærne nr. 4). Prøverne fra de øvrige boreafsnit foreligger i form af ialt 780 skylleprøver, som udgør grundlaget for de lithologiske og biostratigrafiske undersøgelser.

### *Rørdiameter*

Efter at et såkaldt styrerør (conductor pipe) var ført ned til 15' (4,6 m) dybde, bores med 26" borekrone ned til 518' (158 m). Hullet udføredes dernæst med 20" rør (ned til 517'), og der fortsattes med 17 $\frac{1}{2}$ " borekrone fra 518' (158 m) til 3510' (1070 m). Efter en ny udføring med 13 $\frac{3}{8}$ " rør (ned til 3509') bores videre fra 3510' (1070 m) til 11555' (3522 m) med 12 $\frac{1}{4}$ " borekrone. Fra sidstnævnte dybde til slutdybden 12342' (3762 m) anvendtes 8 $\frac{7}{16}$ " kærneborekrone vekslende med 8 $\frac{1}{2}$ " almindelig borekrone. Umiddelbart efter at kærne nr. 1 (11555'–11612') var taget op, nedførtes et 9 $\frac{5}{8}$ " foringsrør til 11582' (3530 m). Det bemærkes, at 9 $\frac{5}{8}$ " foringen ikke er vist på det skematiske snit gennem boringen i det tekniske oversigtsdiagram fig. 2, side 12.

Ikke blot med hensyn til boringens diameter, men også hvad angår alle andre tekniske forhold henvises iøvrigt til det nævnte oversigtsdiagram, som er udarbejdet af ARNE DINESEN.

### *Prøveudtagning*

Under borearbejdet blev der i begyndelsen udtaget skylleprøver for hver 30', senere for hver 10', idet der dog i visse intervaller blev taget prøver enten for hver 15' eller for hver 20', se nærmere på fig. 2.

### *Dybdeangivelser*

Dybdetallene kræver særlig opmærksomhed, da alle dybder, som blev målt af boreentreprenøren, var angivet i engelske fod under »Kelly Bushing« (forkortet KB), medens dybderne på Schlumberger diagrammerne var angivet i meter

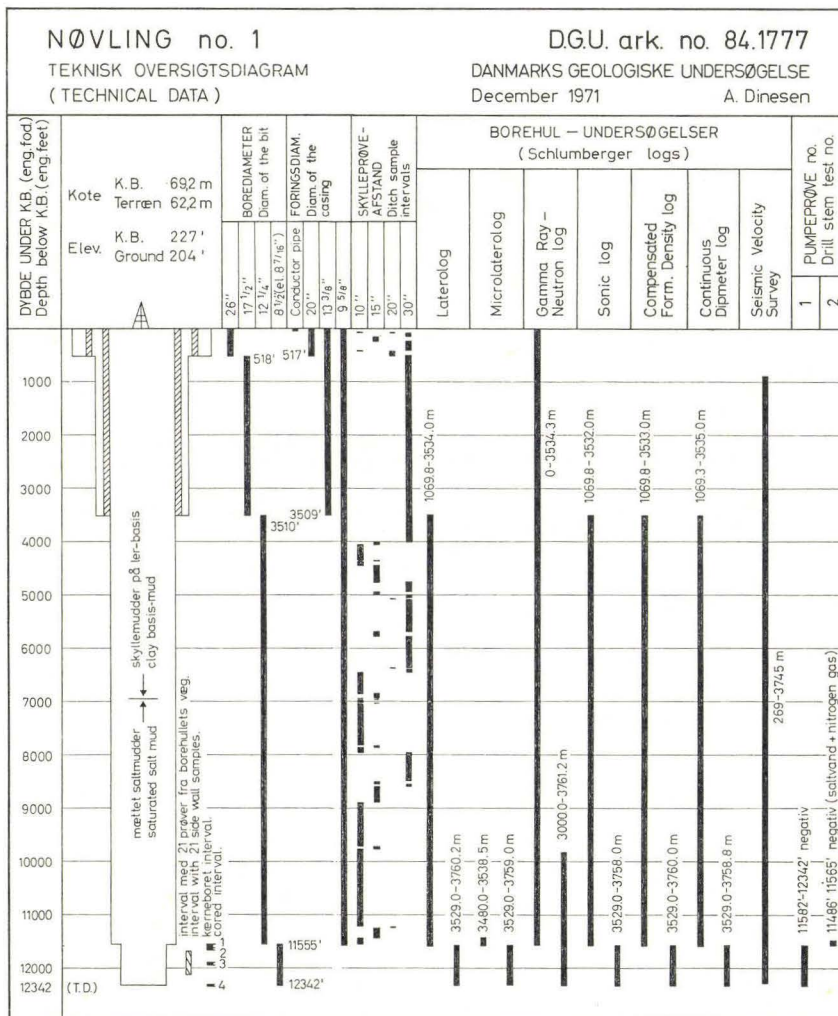


Fig. 2

under KB. Ydermere er det ofte nødvendigt at korrigere dybdetallene for forsinkelse og at tage hensyn til afbøjning af borehullet som skildret nedenfor.

Da problematikken omkring dybdetallene er fuldstændig den samme som for dybdeboringen ved Rønde, aftrykkes her in toto, hvad der anførtes side 13 i beretningen om denne boring:

I de forskellige biostratigrafiske og lithologiske afsnit i nærværende bog, er alle dybdeangivelser i engelske fod i overensstemmelse med boreentreprenørens angivelser, men i visse tilfælde, hvor det har været nødvendigt at støtte den lithologiske beskrivelse af lagene væsentligt på grundlag af Schlumberger målingerne, er der primært regnet med dybder i meter under KB. Det har i denne



forbindelse været hensigtsmæssigt at omregne disse dybdeangivelser til engelske fod. Sådanne omregnede dybdeangivelser er anført i teksten med kursiv.

De oprindelige angivelser i engelske fod under KB udgør altså det originale sæt dybdeangivelser, som alle prøverne er forsynet med. Skal man tilbage i D.G.U.'s prøvemagasiner eller i samlingerne af mikrofossil-slides finder man således den ønskede prøve eller slide under sin oprindelige dybdeangivelse i engelske fod under KB.

Denne dybde er imidlertid ikke nøjagtig, da der er to forhold, som prøveudtageren og etiketteskriveren ikke har kunnet tage hensyn til, og som kort skal omtales her, nemlig skylleprøvernes forsinkelse og borehullets afbøjning:

1) *Forsinkelse af skylleprøverne.* Inden de løstborede jordlag når op til jordoverfladen har de måttet tilbagelægge en lang strækning, der selvfølgelig afhænger af boringens dybde. Ad denne transportvej forsinkes materialet i færre eller flere minutter, således at den dybde, hvor prøvematerialet er boret løs, forlængst er passeret, når det når op til jordoverfladen. Prøvetageren har imidlertid kun mulighed for at forsyne prøveposen med de tal, der viser dybden, som den nederste ende af borestammen med skærehovedet befinder sig i. Denne forsinkelse i tid (den såkaldte »lag time«) bliver dog målt med visse mellemrum, således at det er muligt at beregne en mere rigtig dybde i forhold til KB. Det vil dog ikke være muligt at bestemme en prøves dybde helt nøjagtigt.

ARNE DINESEN har på fig. 3 fremstillet et diagram, hvor man kan danne sig et skøn over forsinkelsernes størrelsesorden, både hvad angår tid (lag time) og afstand (lag distance).

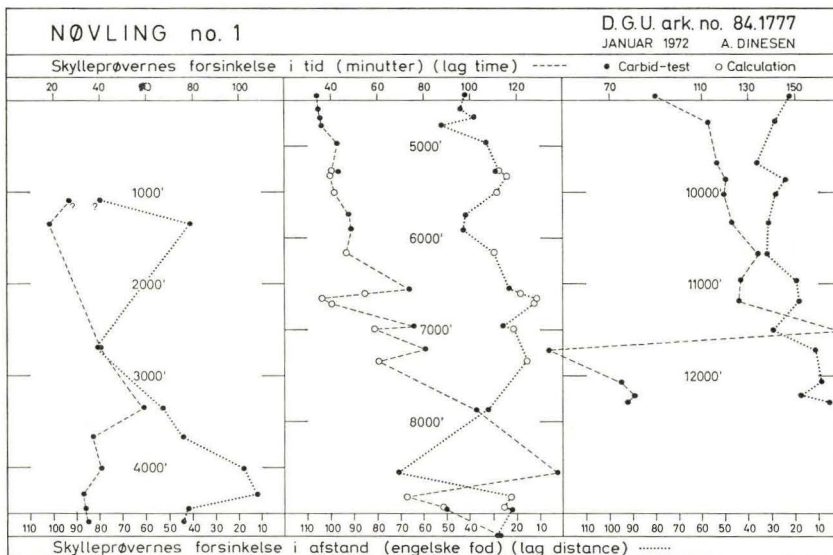


Fig. 3



2) *Afbøjning af borehullet.* Retningen af borehullet i en dyb boring er næsten aldrig helt lodret. Der kan være betydelige afvigelser, hvilket selvfølgelig influerer på målingerne af lagenes nøjagtige placering i rummet og i forhold til havoverfladen. De metoder, som kan anvendes, for at mindske fejlen på dybde-målingerne som følge af borehullets afbøjning er skildret i S. E. HENRIKSEN's artikel side 54.

#### *DGU's geologer på borestedet og deres arbejdsopgaver*

Der var udstationeret en geolog fra DGU ved boringen i hele perioden fra dens påbegyndelse til dens afslutning. Man havde, som ved Rønde-boringen, etableret sig i et feltlaboratorium på borestedet. Koordinationen af feltarbejdet blev også ved Nøvling-boringen varetaget af ARNE DINESEN.

Følgende af DGU's geologer har været udstationeret ved boringen.

Udstationerings-interval	Geologernes navne	Beskrevet lithologien i dybde-interval
13. sept.–14. okt.	Olaf Michelsen	0'–9680'
14. okt.–18. nov.	Torben Juul Hansen	9680'–12.342'
18. nov.–22. nov.	Olaf Michelsen	

De udstationerede geologers arbejde omfattede to hovedopgaver: 1) Man skulle nøje følge den tekniske del af borearbejdet, især med hensyn til det, der foregik i og med borehullet og 2) der skulle foretages en omhyggelig undersøgelse af boreprøverne, ligesom disse skulle nedpakkes og indsendes til DGU. Desuden var det geologernes opgave at holde sig i stadig kontakt med Undergrundskonsortiets geologer og entreprenører på borestedet og søge oplysninger om de nærmest forestående operationer samt indhente forklaringer på de tekniske spørgsmål, der ofte dukkede op under borearbejdets fremadskriden.

Det påhvilede de udstationerede geologer at indsende følgende materiale til DGU:

1. Beskrivelse af alle optagne prøver: skylle- og mejselprøver, samt kærneprøver.
2. En geologisk vurdering af den gennemborede lagserie, således som den tog sig ud på borestedet i den aktuelle situation (en såkaldt geologjournal).
3. Alle tekniske data, herunder boretidsmålinger, dybde for udskiftning af borekærner, disses type, målinger af borehullets hældning i forhold til lodlinien, anbringelse af forerør, rørdiameter etc.
4. Alle modtagne boreprøver og andet materiale vedr. boringen.

Derudover var der meget ofte telefonisk kontakt med prækvartærafdelingen, for at man på DGU daglig kunne være nogenlunde à jour med boringen.

### *Arbejdet i DGU's laboratorier*

Som det var tilfældet under Rønde-boringen blev de udtagne prøver også for denne borings vedkommende undersøgt for mikrofauna sideløbende med undersøgelserne på borestedet. Disse undersøgelser foretoges i DGU's prækvartærafdeling og udgjorde grundlaget for en foreløbig biostratigrafisk og chronostratigrafisk inddeling af den gennemborede lagserie. De fleste af disse tidlige undersøgelser foretoges af ARNE BUCH og ERIK STENESTAD.

En række af prækvartærafdelingens geologer har senere haft prøverne fra hver deres tidsenhed til bearbejdelse, idet man har benyttet sig af de pågældendes specialviden for at nå et hurtigt overblik. Fordelingen har været den, som fremgår af de enkelte bidrag til nærværende bog.

Biostratigrafiske oversigter baseret på foraminiferundersøgelser blev under borearbejdet udarbejdet af ARNE BUCH.

Foreløbige undersøgelser af sedimenter og fossilindhold i borekærne 1-4 blev foretaget af OLE BRUUN CHRISTENSEN straks efter kærnernes ankomst til København. De af ham udarbejdede rapporter er senere udgivet i svagt ændret form (se CHRISTENSEN 1971).

### *Geologiske hovedtræk i Nøvling-profilet*

Det betydeligste geologiske resultat af denne boring var påvisningen af øvre siluriske aflejringer direkte under lag fra zechstein. Allerede under boringen blev det af OLE BRUUN CHRISTENSEN konstateret, at lagene under zechstein-evaporitterne indeholder fossiler af øvre silurisk alder. I den dybest liggende skifrede lersten lykkedes det ham at finde *Colonograptus colonus*, og i den overliggende finsandsten fandtes rester af brachiopoder, ostracoder, pelecypoder, gastropoder, ortoceratiter, tentaculiter, conodoner, conularider, crinoider, koraller og trilobiter.

De rødlig aflejringer mindede på forhånd om de lag, der forekommer i den skånske Öved-Ramsåsa serie. Under et besøg på de skånske lokaliteter sammen med BRUUN CHRISTENSEN og T. JUUL HANSEN i marts 1967 havde jeg lejlighed til at få dette bekræftet. Her fandt vi en stor lighed mellem sedimenterne ved Nøvling og lagene på typelokaliteten ved Ramsåsa. Selvom denne lokalitet er et forlængst opgivet og nu delvis med affald fyldt brud, hvis skrænter desuden er noget bevokset med træer og buskads, lykkedes det dog at finde ret gode blotninger og ved gravning at finde fossilførende siluriske lag. Ligheden med Nøvling lagene er slående.

Et ret overraskende fund var de basallag, som blev påvist i silurserien ved Nøvling. Man har ikke tidligere påvist sikker vulkansk aktivitet i øvre silur i Nordeuropa, men i den caledoniske bjergkædefoldnings slutfase vil det ikke være usandsynligt med vulkanisme, og Nøvling ligger ikke urimelig langt fra det caledoniske strøg.

Vulkaniterne fra Nøvling har været aldersbestemt efter kalium/argon metoden af OLE LARSEN (1972), der fandt, at de var 276 millioner år gamle ( $\pm 12$  mill. år), hvilket svarer til permisk alder. Dette forklarer han ved, at vulkaniterne muligvis har mistet radiogent argon engang i perm. Den siluriske alder af de sedimentter, der omgiver vulkaniterne, kan ikke anfægtes.

Mellem silurlagene og permlagene i Nøvling er der en betydelig diskordans og hiatus. Der savnes ethvert spor af lag fra devon, karbon og nedre perm. Formodentlig har området ligget over havets overflade i størstedelen af dette tidsrum. Det har utvivlsomt spillet en stor rolle, at stedet ligger på nordflanken af den store Ringkøbing-Fyn højdestruktur.

Det er også denne placering, der forklarer, at zechstein lagserien i Nøvling-boringen er reduceret til kun at omfatte en ca. 100 m tyk serie evaporiter. Hvilken af de kendte cykler, denne serie tilhører, er det næppe muligt at fastslå. Foreløbig er der her tale om det eneste kendte zechstein profil på nordflanken af Ringkøbing-Fyn Højderyggen. En tilsvarende reduceret serie er kendt fra Arnum-boringen på strukturens sydflanke.

Overgangen til de overliggende triaslag synes at være ganske jævn og tilsyneladende uden langvarig afbrydelse af sedimentationen. Triasserien ved Nøvling har det samme ensformige præg, som karakteriserer de nordjyske triasprofiler, hvor den fra det syddanske bassin kendte »germanske« tredeling i buntsandstein, muschelkalk og keuper ikke er påviselig, medmindre man tør korrelere det stensaltlag, som ligger omtrent midt i triasserien med visse muschelkalk evaporiter i Syddanmark og Nordtyskland.

Rhæt er her indordnet under triasperioden. Tidsafsnittet er ved Nøvling repræsenteret af såvel marine som limniske aflejringer, og alderen er verificeret ved hjælp af ostracoder (O. BRUUN CHRISTENSEN).

De overliggende jurassiske lag er for nedre juras vedkommende ganske velinddelt takket være velbevarede ostracodfaunaer (OLAF MICHELSEN). I modsætning hertil har foraminiferindholdet ikke været velegnet til en biostratigrafisk inddeling af nedre jura serien i Nøvling. Der forekommer mange foraminiferer, og desuden er de velbevarede, men faunaselskaberne er meget sammenblandede i boreprøverne, således at INGER BANG, der har undersøgt dem, ikke har haft mulighed for at fastlægge etage-grænserne nøjagtigt. I skemaet over boringens lagserie side 17–19 er der derfor regnet med den inddeling af nedre jura som undersøgelsen af ostracodfaunaerne har resulteret i.

I de øvre jurassiske lag er indholdet af både ostracoder og foraminiferer meget sparsomt. Her er det derfor ret usikkert, hvorledes serien skal inddeles i etager. Kun synes det sikkert, at kimmeridgien aflejringer er tilstede. Muligvis er også lag fra portlandien repræsenteret.

Overgangen mellem aflejringerne fra jura og nedre kridt er ganske jævn, og det er også biostratigrafisk vanskeligt at afgrænse de to perioder nøjagtigt i Nøvling-boringen. Den nedre kretaciske lagserie iøvrigt består af ret ensformige lag af lersten. De indeholder imidlertid en rig foraminiferfauna, på hvilket



Øversigt over det gennemboede geologiske profil

Kote (korrigeret)	Dybde i m under KB	Lithologi	Chronostratigrafi		Henvisning til speciel omtale (forfatter, sidetal)
			Etage	System	
+69	0	(Kelly Bushing (forkortet KB))			
+62	7	(Ingen oplysninger)		Kvartær og tertiær	
+51	18	Sand vekslende med ler, glimmerholdigt. Horisonter af brunkul	Miocæn	Tertiær	F. Nyhuus Kristoffersen, s. 63
-132	201	Ler, mørkebrunt, glimmerholdigt	Oligocæn		
-243	312	Ler, fedt, lyst (Søvind mergel)	Eocæn		
-248	317	Overgangslag mellem fedt, lyst ler og fedt, grønligt ler (Lillebælt ler)			
-283	352	Ler, fedt, grønligt (Lillebælt ler)	Selandien	Tertiær	A. Dinesen, s. 71
-296	365	Overgangslag mellem fedt grønligt ler og fedt rødbrunt ler (Røsnæs ler)			
-339	408	Ler, fedt, rødbrunt (Røsnæs ler) og ler, mørkt, med lag af vulkansk aske			
-358	427	Ler, fedt, gråt, kalkholdigt (Kerteminde ler)	Danien	Tertiær	I. Bang, s. 82
-456	525	Kalk-siltsten, øverst leret	Maastrichtien		
-481	550	Kalksten, hvid	Campanien	Øvre kridt	E. Stenestad, s. 86
-571	640	Kalk, hvid (Skrivekridt) m. flint			
-814	884	Kalksten, hvid til gråhvid, m. lag af lysegrå mergel	Santonien		
-991	1061	Kalksten, hvid til gråhvid, m. grønliggrå, glimmerholdig mergel	Coniacien		
-1032	1102	do.	Turonien		
-1146	1216	Kalksten m. grå mergel og lagdelt mergelsten			
-1158	1228	do.	?Cenomanien		
-1187	1257	Kalksten, lys, hård, m. lag af sortgrå mergelsten			
-1221	1291	Kalksten, gulliggrå, hård; nederst: Lersten, sort til gråsort			
-1246	1316	Mergelsten, grå, m. glaukonit og glimmer. Lag af grå kalksten			



Kote (korrig.)	Dybde i m under KB	Lithologi	Chronostratigrafi		Henvisning til speciel omtale (forfatter, sidetal)
			Etage	System	
-1259	1329	Lersten, brunlig, delvis rødbrun	Albien	Nedre kridt	A. Buch, s. 100 og O. Bruun Christensen s. 113
-1267	1337	Lersten, gråbrun	Aptien		
-1272	1342	Lersten, overvejende grå-gråsort	Barrémien		
-1278	1348	do.	Hauterivien		
-1290	1360	Lersten, grå, m. brune lerjernstenskon- kretioner	Valanginien		
-1324	1394	do.			
-1338	1408	Lersten, mørk gråbrun, m. gråt glaukonitholdigt finsand		Jura	O. Bruun Christensen, s. 113
-1398	1468	Finsandsten, grå, glaukonitholdig	?Portlandien		
-1423	1493	Lersten, gråsort	Kimmeridgien	Jura	O. Michelsen, s. 124 og I. Bang, s. 119
-1439	1509	Lersten, mørkegrå, m. finsandsten	Domérien		
-1478	1548	do.	Pliensbachien		
-1518	1588	do.	Sinemurien		
-1664	1734	do.	Sinemurien og Hettangien		
-1777	1847	Lersten, brunlig og grøngrå, vekslende m. finsandsten	Rhæt	Trias	O. Bruun Christensen, s. 132
-1786	1856	Lersten, grønlig og brunlig, m. lag af lys finsandsten			
-1834	1904	Finsandsten, delvis finkornet, hvidlig			
-1883	1953	Kalksten, grå, oolitisk			
-1929	1999	Lersten, brunlig, vekslende m. grå kalksten og finsandsten. Anhydrit.			
-2004	2074	Stensalt m. brun lersten og finsandsten			
-2150	2220	Lersten, brun og grå, m. finsandsten og kalksten		Trias	A. Dinesen, S. 136
-2273	2343	Siltsten, gråbrun, vekslende m. lersten			
-2359	2429	Stensalt m. lersten og siltsten			
-2548	2618	Lersten, grønlig, vekslende m. siltsten			

Kote (korrigeret)	Dybde i m under KB	Lithologi	Chronostratigrafi		Henvisning til speciel omtale (forfatter, sidetal)	
			Etage	System		
-2727	2798	Finsandsten, overvejende grå, vekslende m. lersten			A. Dinesen, s. 136	
-2967	3038	Lersten, grågrøn og kalksten, grå; nedefter siltsten og lersten				
-3165	3238	Lersten, kalksten, siltsten og finsandsten vekslende		Trias		
-3238	3313	Lersten, gråbrun, vekslende m. siltsten og finsandsten				
-3345	3423	Stensalt	Zechstein	Perm	F. Lyngsie Jacobsen, s. 162	
-3406	3485	Anhydrit				
-3421	3501	Dolomit				
-3444	3524	Anhydrit - dolomit				
-3455	3535	Lersten, grå, delvis i forstyrret lejring	Øvre ludlowien	Silur	O. Bruun Christensen, s. 150 og F. Lyngsie Jacobsen, s. 162	
-3457	3537	Lersten, grå og rød, skifret, m. lag af finsandsten og dolomit				
-3460	3540	Finsandsten, dolomitisk, rødbrun, delvis glimmerholdig, m. lag af lersten, dolomit og kalksten				
-3499	3580	Basalt, mørk rødbrun, extrusiv				
-3532	3613	Lersten, rødbrun, vekslende m. rødbrun finsandsten				
-3570	3652	Basalt, rødbrun, extrusiv; m. spredte lag af lersten				
-3606	3688	Sandsten og finsandsten, rødbrun				
-3618	3700	Basalt, lersten, sandsten og/el. tuf, vekslende				
-3641	3724	Lersten, skifret, brunlig rød, m. forekomster af finsandsten				Nedre
-3679	3762	Slutdybde				ludlowien

grundlag ARNE BUCH har kunnet give en klar chronostratigrafisk inddeling.

Den temmelig ensformige øvre kretaciske lagserie af lys, oftest hvid, kalksten omfatter aflejringer fra næsten alle kendte etager fra cenoman til maastrichtien. Der er ikke konstateret nogen større afbrydelse af sedimentationen ind i tertiærtiden, hvis aflejringer ved Nøvling omfatter det meste af den kendte jyske lagserie. De mellem-oligocæne lag synes dog at mangle.

Øverst i Nøvling-profilen ligger omtrent 200 m miocæne aflejringer. Det drejer sig hovedsageligt om limniske lag med horisonter af brunkul. Enkelte marine lag vidner dog om havets indtrængen i perioder.

Allerede i 18 m's dybde, da man begyndte prøvetagningen, var man i miocæne lag. Sandsynligvis er disse overlejret af et tyndt dække af få meter kvartære aflejringer, hvis beskaffenhed der ikke foreligger oplysninger om.

### *Boringens strukturelle beliggenhed*

Nøvling-boringen ligger strukturelt set på nordflanken af den store regionale Ringkøbing-Fyn Højderyg, hvor prækambriske lag når relativt højt op (se SORGENFREI & BUCH 1964 og SORGENFREI 1966, samt fig. 4). Endvidere befinder boringen sig i det sydlige grænseområde af Det Danske Sænkingsområde. Disse forhold belyses i store træk allerede af selve boreprofilen og lagtykkelserne. Gamle palæozoiske (siluriske) lag er nået allerede i 3535 m's dybde, hvilket sammen med den reducerede øvre perms (zechsteins) mægtighed på kun 112 m understreger den relativt høje strukturelle beliggenhed. Samtidig peger den 2783 m tykke mesozoiske serie sammen med det faktum, at de fleste underafdelinger af nedre kridt og jura er tilstede, ofte i marin udformning, på bassinmæssige forhold. Det må nemlig erindres, at borerne oppe på selve Ringkøbing-Fyn Højderyggen alle har vist et meget reduceret nedre kridt profil og som regel fuldstændig mangel på juraaflejringer (SORGENFREI & BUCH 1964).

De mere detaljerede strukturelle forhold i Midtjylland kan kun illustreres gennem en bearbejdelse af de reflektionsseismiske undersøgelser, som olie-firmaerne Gulf, Esso og Shell har ladet foretage gennem årene fra 1951 til 1967. De mange seismogrammer, kort og andre data er blevet gennemgået og bearbejdet af J. C. BAARTMAN, der har redegjort for resultaterne i sin artikel p. 34. Her skal især henvises til 3 kort, som findes i BAARTMAN's artikel. Det må i denne forbindelse understreges, at kurverne på fig. 7 og 8 forestiller refleksionstiderne og ikke dybderne til de pågældende horisonter. En omregning til dybder ville have været uoverkommeligt inden for den korte frist til arbejdets aflevering. Strukturbilledet er dog ikke anfægtet af dette forhold.

Det fremgår tydeligt af disse kort, at Nøvling-boringen ligger indenfor et bælte med talrige forkastninger parallelle med bassinranden. Disse forkastninger opdeler bæltet i en række blokke, der ligger noget højdeforskudt i forhold til hinanden. Boringen ligger på en af disse blokke. Som det fremgår af kortene ligger den imidlertid hverken på toppen af en detailstruktur på »nedre kridt-fladen« eller på en top af »mellem-keuper fladen«. Der synes slet ikke at



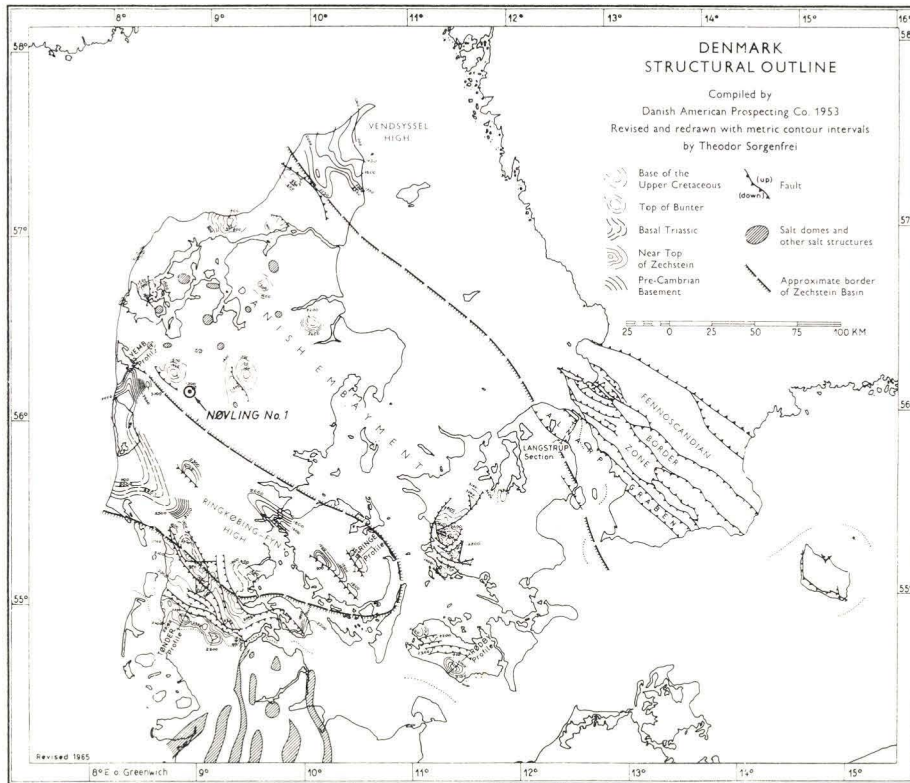


Fig. 4. Nøvling boringens placering i forhold til Det Danske Sænkingsområde (Danish Embayment) og Ringkøbing-Fyn Højdestrukturen. Strukturkortet er fra SORGENFREI 1966, fig. 6.

*Situation of the Nøvling boring in relation to the Danish Embayment and the Ringkøbing-Fyn High.*

være fremtrædende påviselige lokale strukturer i Nøvling-boringens allernærmeste omegn. Begrundelsen for boringens placering må formodentlig søges i de regionalt strukturelle forhold på flanken af Ringkøbing-Fyn Højderyggen, hvor der er relativ kort distance til de palæozoiske lag.

I forbindelse med de mere lokale strukturelle forhold kan nævnes, at Nøvling-boringen ligger kun 3–4 km sydvest for en salthorst (se bl.a. fig. 8 i BAARTMAN's artikel og fig. 5), som almindeligvis kaldes Herning saltdomen. Der kan dog ikke i boringens zechstein serie påvises nogen indflydelse fra saltbevægelserne i salthorsten.

Nøvling-boringens placering i forhold til det nordvestjyske salthorstområde fremgår af kortudsnittet fig. 5, hvor såvel salthorste som andre gravimetriskke anomalier er afmærkede. Der er tidligere (i 1947) udført en dybdeboring på den store, flade, antiktinalagtige struktur, »W«, Vinding. Denne boring, Vinding nr. 1, ligger kun 15 km nordvest for Nøvling-boringen og nåede en slut-





Fig. 5. Nøvling boringens beliggenhed i forhold til tyngdeanomalierne i det nordvestlige Jylland. Kortgrundlaget er et udsnit af en upubliceret foreløbig udgave af et residualtyngdekort over Jylland, udarbejdet i 1947 af Gulf Research & Development Co., Pittsburgh, USA. Kurveinterval = 0,5 mgal. Massefylde = 2,0. Minima er afmærkede med stort bogstav og stednavn, medens maxima er betegneede med tal i cirkel. De runde minima tolkes som salthorste og de aflange minima som saltantiklinaler.

*Situation of the Nøvling boring in relation to the gravity anomalies in the northwestern part of Jutland. The base map is a section of an unpublished preliminary edition of an assembly map of residual gravity made by Gulf Research & Development Co., Pittsburgh, 1947. Contour interval = 0.5 mgal. Density = 2.0.*

dybde på 2429 m i aflejringer fra trias (se SORGENFREI & BUCH 1964, pp. 89–90).

Som det fremgår af fig. 7–9 hos BAARTMAN ligger Vinding boringen også tæt op ad forkastningszonen på flanken af Ringkøbing-Fyn Højderyggen. I modsætning til Nøvling-boringen er den placeret på nordsiden af zonen og på toppen af en struktur, der gør sig gældende på såvel »nedre kridt fladen« som »mellem keuper fladen« og måske også i zechsteinlagene.

Vinding-boringen var den første egentlige dybdeboring, som DANISH AMERICAN PROSPECTING CO. udførte her i landet, og man ønskede dengang at undersøge først og fremmest zechstein evaporiteterne tillige med beskaffenheden af de mesozoiske aflejringer. Der blev ikke udført reflektionsseismiske undersøgelser forud for planlægningen af boringen, hvis placering hovedsageligt er sket på grundlag af lokaliseringen af et tyngdeminimum. Både de gravimetriske interpretationer og fortolkningen af en mindre refraktionsseismisk undersøgelse peger på, at der forelå en dybtliggende saltstruktur: en salthorst eller en salt-antiklinal, i alle tilfælde en struktur forårsaget af saltkoncentration på grund af halokinese.

Nøvling-boringen og Vinding-boringen ligger således på to væsensforskellige lokalstrukturer, men på grund af den ret korte afstand mellem dem er det naturligt at sammenligne de gennemborede post-triassiske lag i de to borer. Dette er da også sket flere gange i de følgende artikler, selvom prøverne fra Vinding-boringen stort set kun er mindre grundigt undersøgt.

#### *Gas- og olieforekomster i boringen*

Hensigten med boringen har hovedsageligt været at undersøge lagene fra øvre perm (zechstein), eventuelt forekommende sandsten fra nedre perm (rotliegendes) samt de mesozoiske aflejringer for forekomster af kulbrinter.

Som anført på det af ARNE DINESEN udførte diagram fig. 2, p. 12, blev der foretaget 2 undersøgelser, hvor man sugede vædske ud af formationen (»drill stem tests«). Det skete i intervallerne 11486'–11565' og 11582'–12342'. Begge undersøgelser viste, at der ikke fandtes kulbrinter. I sidstnævnte interval påvistes nitrogen gas (kvælstof) i ganske små mængder.

Boringen må således i henseender til sit egentlige formål betegnes som negativ.

#### ENGLISH TRANSLATION

(by SVEND E. HENRIKSEN)

#### NØVLING NO. 1

#### SUMMARY OF THE HISTORY OF THE BORING AND THE GEOLOGICAL RESULTS

#### *The time of drilling*

The deep test Nøvling No. 1 was started the 13th September, 1966 and was finished the 15th November of the same year. Various petrophysical tests (Schlumberger loggings)



were made, after which the borehole was closed the 25th November, 1966 and the equipment was moved to the next drilling site on the island of Mors.

The boring has file number 84.1777 in the Well Record Department of the Geological Survey of Denmark.

#### *The location of the boring*

The boring site was situated in a field a short distance southwest of the farm "Egbæk"; it was about 1.7 km southwest of Nøvling Church on the Geodetic Institute plane table sheet M 2405 or 4 cm map 1114 I NØ (see the map section fig. 1, p. 10). Nøvling Church is about 8 km northwest of Herning. The geographical coordinates of the boring are  $8^{\circ}48'36''$  E and  $56^{\circ}10'09''$  N in the Greenwich system.

#### *The administration of the boring*

The boring was made by DANSK UNDERGRUNDS CONSORTIUM (abbreviated DUC), which comprises among others the company A. P. MØLLER, which holds the monopoly of prospecting and production of hydrocarbons. All transfer of material under obligation to be delivered to the State was made through the company of A. P. MØLLER.

The daily work of the exploration activity was made by the GULF OIL COMPANY OF DENMARK, which had the geologist Mr. ROBERT K. KIRKBRIDE stationed at the boring. He was – like at the Rønde boring – also at this boring of great help for the D.G.U. geologist stationed there.

The collecting of the technical data and the taking of the drilling samples were performed by the personnel of the FORMATION LOGGING SERVICE CO. (PETERS LOGGING S.A.), with whom the D.G.U. geologist was in daily contact and from whom were received copies of the diagrams outlining the technical data.

At certain occasions petrophysical measurements were made in the borehole by the SCHLUMBERGER company. These borehole loggings (Schlumberger logs) include a number of measurements of significance for the evaluation of the diameter of the boring at any depth, its inclination and direction, etc., besides the important measurements of the physical properties of the beds encountered and their exact position. Information on the types of measurements, intervals, etc. is shown in ARNE DINESENS diagram of the technical data, fig. 2, p. 12.

The actual drilling work was made by the READING & BATES OFFSHORE DRILLING Co. by means of a rig of the type "Oilwell 940 E".

#### *Drilling method*

The boring was made by rotary drilling, and coring was done in only four intervals, namely 11555'–11612' (core No. 1), 11614'–11676' (core No. 2), 11896'–11932' (core No. 3) and 12311'–12342' (core No. 4). The samples from the other parts of the boring consist of 780 ditch samples; these form the basic material for the lithologic and biostratigraphical studies.

#### *Boring and casing diameters*

After a so-called conductor pipe was placed at a depth of 15' (4.6 m), the boring continued with a drill bit diameter of 26'' down to 518' (158 m). Then a 20'' casing was placed at 517', and drilling continued with a  $17\frac{1}{2}''$  bit from 518' (158 m) to 3510' (1070 m). After a new casing of  $13\frac{3}{8}''$  was placed at 3509', boring continued with a  $12\frac{1}{4}''$  bit from 3510' (1070 m) to 11555' (3522 m). From this depth to the final depth 12342' (3762 m) an  $8\frac{7}{16}''$  core

bit was used alternatingly with an  $8\frac{1}{2}$ " ordinary bit. Immediately after the taking of core No. 1 (11555'–11612') a  $9\frac{5}{8}$ " casing was placed at 11582' (3530 m). This casing is not shown in the schematic view of the boring in the diagram of the technical data fig. 2, p. 12.

Concerning the diameters of the drill bits and casings as well as all other technical data, the reader is referred to this diagram, which has been made by ARNE DINESEN.

### *Sample intervals*

In the beginning of the boring, ditch samples were taken every 30'; later they were taken every 10' except for certain intervals, in which samples were taken every 15' or 20'. For details, see fig. 2.

### *Depth figures*

The designation of the depth is a difficult matter. All depths measured by the drilling contractor were given in terms of English feet below the Kelly Bushing (abbreviated KB), while the depths given in the Schlumberger logs were given in terms of metres below KB. Furthermore, it is often necessary to correct the depth figures for the delay of the ditch samples and the deviation of the borehole, as described below.

Since the problems concerning the depth figures are exactly the same as for the Rønde boring, the discussion of them, given on p. 13 of the report on that boring, is here repeated in full.

In the biostratigraphic and lithologic intervals described in this work, the depths are all given in English feet and correspond to the values given by the drilling contractor, but in certain cases in which it has been necessary to support the lithologic description of the beds by the indications of the Schlumberger logs the determinations of depth are given primarily in terms of metres below KB. It has then been most expedient to convert the depth designations to English feet. Such converted depths are in the text given in italics.

The original designations of depth, given in English feet below KB, thus make up the fundamental set of depth indications, given to all samples. Thus, if one wants to refer back to samples in the storage rooms of the DGU or to the collections of microfossil slides, one will find the desired sample or slide under its original depth indication in terms of English feet below KB.

This depth is, however, not exact, as there exist two circumstances which the sampler and the label writer have not been able to take into consideration, and which will be briefly described here. They are: 1) the delay of the ditch samples and 2) the deviation of the borehole.

1. The delay (lag) of the ditch samples. Before the cuttings reach the surface they have had to travel a long distance, the longer the deeper the boring is. By this travel the cuttings are delayed some minutes, so that the depth at which they were drilled is passed and is no longer the actual depth of drilling at the moment when they reach the surface. The sampler, however, can only write on the sample bag the depth at which the drill crown is then drilling. This delay in time (the so-called lag time) is, however, measured at certain intervals, so that it is possible to calculate a more correct depth (relative to the KB). These corrected depths are, however, not yet the exact depths. ARNE DINESEN has made a diagram (fig. 3), by means of which it is possible to estimate the magnitude of the delay, both in terms of lag time and lag distance.

2. The deviation of the borehole. The direction of the borehole in a deep boring is hardly ever exactly vertical. It may in some cases show quite large deviations, which of course affect the determination of the exact position of the beds in the three dimensions and relative to the sea level. The methods with which these errors of position are corrected are described in the article by SVEND E. HENRIKSEN, p. 54.



*The well-site geologist from the D.G.U. and his duties*

During the entire period of drilling, a geologist from the D.G.U. was stationed at the well-site, where a field laboratory was established by the D.G.U., like at the Rønne boring. The coordinator of this field work was also at this boring ARNE DINESEN

The following D.G.U. geologists were stationed at Nøvling No. 1:

Period of duty	Name of geologist	Interval lithologically described
13. Sept.–14. Oct.	Olaf Michelsen	0'– 9680'
14. Oct. –18. Nov.	Torben Juul Hansen	9680'–12342'
18. Nov.–22. Nov.	Olaf Michelsen	

The work of the well-site geologist comprised two main tasks, namely 1) to follow closely the technical part of the drilling activities, especially those having to do with the borehole itself, and 2) to make a careful study of the drilling samples and to pack and forward them to the D.G.U. Besides these two tasks, the geologist as required to keep constantly in touch with the DUC's geologists and contractors at the well-site and seek information about the forthcoming operations and obtain explanations of the technical questions which often came up during the progress of the drilling operations.

The D.G.U. well-site geologist was to send in the following material to the D.G.U.:

1. Description of all samples taken, namely ditch and bit samples, and core samples.
2. A geologic evaluation of the series penetrated as it appeared at the well site at the time of sampling (the so-called geologist's log).
3. All technical data, including measurements of the drilling rate, depth of change of drill crown, type of bit used, measurements of the deviation of the borehole relative to the vertical, setting of casing, diameter of casing and borehole, etc.
4. All drilling samples and other material concerning the boring received.

In addition, frequent telephone contacts were made with the Pre-Quaternary Department in order to keep the D.G.U. in daily contact with events and progress of the boring.

*The work done in the laboratories of the D.G.U.*

As was the case for the Rønne boring, the samples taken were examined for their micro-fauna concurrently with the work of the well-site geologist. These examinations were made in the Pre-Quaternary Department of the D.G.U. and formed the basis for a preliminary biostratigraphic and chronostratigraphic division of the series of beds penetrated. The major part of these preliminary examinations were made by ARNE BUCH and ERIK STENESTAD.

Several of the geologists of the Pre-Quaternary Department have later given the samples from their respective units of geologic time a closer study, their special knowledge of particular geologic periods making it possible for them to reach a quick overview. This work was distributed as shown by the individual contributions to this book.

During the boring, biostratigraphical summaries based on studies of the foraminifera were made by ARNE BUCH.

Preliminary studies of sediments and fossil contents in the cores No. 1–4 were made by OLE BRUUN CHRISTENSEN immediately after the arrival of the cores at Copenhagen. His reports on these studies have later been published in slightly changed form (see CHRISTENSEN 1971).

*Outline of the geology of the Nøvling profile*

The most important geological result of this boring was the demonstration of Upper Silurian deposits directly under beds of Zechstein age. Already during the boring, OLE BRUUN CHRISTENSEN showed that the beds below the Zechstein evaporites contained fossils of Upper Silurian age. In the deepest-lying shaly claystone he succeeded in finding *Colono-graptus colonus*, and in the overlying siltstone were found remains of brachiopods, ostracods, pelecypods, gastropods, orthoceras, tentaculites, conodonts, conularids, crinoids, corals and trilobites.

The reddish deposits resemble at first sight the beds found in the Övad-Ramsåsa Series of Scania. During a visit to the localities in Scania together with BRUUN CHRISTENSEN and T. JUUL HANSEN in March 1967, I had the opportunity of having this resemblance confirmed. Here we found a great resemblance between the sediments at Nøvling and the beds at the type locality at Ramsåsa. Even if this locality is a quarry which was given up a long time ago and now is partly filled with refuse, and whose sides also are to some extent covered with a vegetation of trees and bushes, it was yet possible to find some fairly good exposures, and by digging to find fossiliferous Silurian beds. The similarity to the Nøvling beds was striking.

A fairly surprising find was the basalt layers in the Silurian series at Nøvling. Volcanic activity in the Upper Silurian has not hitherto been demonstrated with certainty for Northern Europe, but in the final phase of the Caledonian Orogeny it would not be unlikely to have volcanic activity, and Nøvling is situated not unreasonably far from the Caledonian region.

The volcanites of Nøvling have been age-determined by means of the potassium/argon method by OLE LARSEN (1972), who found them to be 276 million years old ( $\pm 12$  million years), which corresponds to a Permian age. This fact he explains by supposing that the volcanites may have lost radiogenic argon some time in the Permian. The Silurian age of the sediments enclosing the volcanites cannot be doubted.

Between the Silurian and the Permian beds of Nøvling there is a considerable unconformity and hiatus. There is no evidence of beds of the Devonian, Carboniferous and Lower Permian. Presumably the area has been situated above sea level during the larger part of this interval. Without doubt a contributing fact has been the situation of this place on the north flank of the large Ringkøbing-Fyn High.

This situation also explains why the Zechstein series in the Nøvling boring is reduced to include only an about 100 m thick series of evaporites. It is hardly possible to determine to which of the known cycles this series belongs. For the time being, this is the only known Zechstein profile on the north flank of the Ringkøbing-Fyn High. A correspondingly reduced series is known from the Arnum boring on the south flank of the structure.

The transition to the overlying Triassic beds seems to be very even and apparently without any long-continued interruption of the sedimentation. The Triassic series of Nøvling shows the same monotonous nature which characterizes the Triassic profiles of northern Jutland, in which it is not possible to demonstrate the "Germanic" division into the three subdivisions Buntsandstein, Muschelkalk and Keuper, known from the south-Danish basin, unless it may be permitted to correlate the rock salt layer found about in the middle of the Triassic series with certain of the Muschelkalk evaporites in southern Denmark and northern Germany.

The Rhaetic is here included in the Triassic period. The interval is at Nøvling represented by both marine and limnic deposits, and the age is verified by means of ostracods (O. BRUUN CHRISTENSEN).

The overlying Lower Jurassic beds are well subdivided, thanks to well-preserved ostracod faunas (OLAF MICHELSEN). The foraminiferal content, on the other hand, was not found suitable for a biostratigraphic subdivision of the Lower Jurassic series in Nøvling. There

Summary of the drilled geological sequence

Level (corrected)	Depth (in m below KB)	Lithology	Chronostratigraphy		Reference to detailed description (author, page)
			Stage	System	
+69	0	(Kelly Bushing (abbreviated KB))			
+62	7	(No informations)		Quaternary and Tertiary	
+51	18	Sand alternating with micaceous clay. Beds of brown coal	Miocene	Tertiary	F. Nyhuus Kristoffersen, p. 67
-132	201	Clay, dark brownish, micaceous	Oligocene		
-243	312	Clay, sticky, calcareous, light grey (Søvind Marl)			
-248	317	Transition between light grey clay and sticky, greenish clay (Lillebælt Clay)	Eocene	Tertiary	A. Dinesen, p. 80
-283	352	Clay, sticky, greenish (Lillebælt Clay)			
-296	365	Transition between sticky, greenish clay and sticky reddish brown clay (Røsnæs Clay)			
-339	408	Clay, sticky, reddish brown (Røsnæs Clay) and dark clay w/ beds of volcanic tuf			
-358	427	Clay, sticky, grey, calcareous (Kerteminde Clay)	Selandian		I. Bang, p. 84
-456	525	Lime siltstone, clayey in upper part			
-481	550	Limestone, white	Danian		
-571	640	Chalk, white, w/ beds of chert	Maastrichtian		
-814	884	Limestone, white or greyish white, w/ beds of light grey marl	Campanian	Upper Cretaceous	E. Stenestad, p. 95
-991	1061	Limestone, white or greyish white, w/ greenish grey, micaceous marl			
-1032	1102	as above			
-1146	1216	Limestone w/ grey marl and bedded marlstone			
-1158	1228	as above	Coniacian		
-1187	1257	Limestone, light, hard, w/ beds of dark grey marlstone			
-1221	1291	Limestone, yellowish grey; hard; in lower part: Claystone, dark grey	Turonian		
-1246	1316	Marlstone, grey w/ glauconite and mica. Beds of grey limestone	?Cenomanian		



Level (corrected)	Depth (in m below KB)	Lithology	Chronostratigraphy		Reference to detailed description (author, page)		
			Stage	System			
–1259	1329	Claystone, brownish, in part reddish brown	Albian	Lower Cretaceous	A. Buch, p. 110 and O. Bruun Christensen, p. 118		
–1267	1337	Claystone, greyish brown	Aptian				
–1272	1342	Claystone, mostly grey or greyish black	Barremian				
–1278	1348	as above	Hauterivian				
–1290	1360	Claystone, grey, w/ brown clay ironstone concretions	Valanginian				
–1324	1394	as above		Jurassic	O. Bruun Christensen, p. 118		
–1338	1408	Claystone, dark greyish brown, w/ grey glauconitic finesand					
–1398	1468	Siltstone, grey, glauconitic	?Portlandian				
–1423	1493	Claystone, greyish black	Kimmeridgian				
–1439	1509	Claystone, dark grey, w/ siltstone	Domerian				
–1478	1548	as above	Pliensbachian				
–1518	1588	as above	Sinemurian				
–1664	1734	as above	Sinemurian and Hettangian				
–1777	1847	Claystone, brownish and greenish grey, alternating w/ siltstone	Rhaetic			Triassic	O. Bruun Christensen, p. 135
–1786	1856	Claystone, greenish and brownish, w/ beds of light siltstone					
–1834	1904	Siltstone, in part finegrained, whitish					
–1883	1953	Limestone, grey, oolitic					
–1929	1999	Claystone, brownish, alternating w/ grey limestone and siltstone. Anhydrite					
–2004	2074	Rock salt w/ brown claystone and siltstone					
–2150	2220	Claystone, brown and grey, w/ siltstone and limestone					
–2273	2343	Siltstone, greyish brown, alternating w/ claystone					
–2359	2429	Rock salt w/ claystone and siltstone					
–2548	2618	Claystone, greenish, alternating w/ siltstone					
–2727	2798	Siltstone, mainly grey, alternating w/ claystone					



Level (corrected)	Depth (in m below KB)	Lithology	Chronostratigraphy		Reference to detailed description (author, page)
			Stage	System	
–2967	3038	Claystone, greyish green and grey limestone; downwards siltstone and claystone		Triassic	A. Dinesen, p. 143
–3165	3238	Claystone, limestone, and siltstone alternating			
–3238	3313	Claystone, greyish brown, alternating w/ siltstone			
–3345	3423	Rock salt	Zechstein	Permian	F. Lyngsie Jacobsen, p. 149
–3406	3485	Anhydrite			
–3421	3501	Dolomite			
–3444	3524	Anhydrite – dolomite			
–3455	3535	Claystone, grey, partly disturbed	Upper Ludlovian	Silurian	O. Bruun Christensen, p. 156 and F. Lyngsie Jacobsen, p. 163
–3457	3537	Claystone, grey and red, shaly, w/ beds of siltstone and dolomite			
–3460	3540	Siltstone, dolomitic, reddish brown, partly micaceous, w/ beds of claystone, dolomite and limestone			
–3499	3580	Basalt, dark reddish brown			
–3532	3613	Claystone, reddish brown, alternating w/ reddish brown siltstone			
–3570	3652	Basalt, reddish brown; w/ beds of claystone			
–3606	3688	Sandstone and siltstone, reddish brown			
–3618	3700	Basalt, claystone, sandstone and/or volcanic tuf alternating			
–3641	3724	Claystone, shaly, brownish red, w/ occur- ences of siltstone	Lower Ludlovian		
–3679	3762	Final depth			

are many foraminifera, and they are also well preserved, but the faunas have been very much mixed in the boring samples, so that INGER BANG, who has studied them, has not had any possibility of determining the exact position of the boundaries of the different stages. In the diagram showing the formations penetrated in the boring (p. 28) the subdivision given is the one resulting from the study of the ostracods.

The Upper Jurassic beds, on the contrary, contain very sparing amounts of both ostracods and foraminifera. Here it is therefore fairly uncertain how the series is to be subdivided into stages. However, it is certain that Kimmeridgian deposits are present. Possibly also beds of the Portlandian are represented.

The transition from Jurassic to Lower Cretaceous is very even, and it is also biostratigraphically difficult to delimit these two periods exactly in the Nøvling boring. The Lower Cretaceous series consists of fairly uniform beds of claystone. They contain, however, a rich foraminiferal fauna, on the basis of which ARNE BUCH has been able to make a clear chronostratigraphical subdivision.

The rather monotonous Upper Cretaceous series, consisting of light-coloured, usually white limestones, comprises deposits from almost all known stages from the Cenomanian to the Maastrichtian. There has not been found any larger interruption of the sedimentation at the transition to the Tertiary, the sediments of which at Nøvling comprises the major part of the series known in Jutland. However, the Middle Oligocene beds seem to be missing.

Uppermost in the Nøvling profile are found almost 200 m of Miocene deposits. They are mainly limnic beds with horizons of lignite. A few marine beds show, however, that the sea has transgressed at certain times.

At a depth of 18 m, when sampling was begun, the boring was already in Miocene beds. These are probably overlain by a thin cover consisting of a few metres of Quaternary deposits. Concerning the nature of these, no data are available.

#### *The structural placement of the boring*

The Nøvling boring is placed structurally on the north flank of the great, regional Ringkøbing-Fyn High, in which the Pre-Cambrian rocks reach a relatively large elevation (see SORGENFREI & BUCH 1964 and SORGENFREI 1966 and fig. 4). Furthermore the boring is situated in the southern border area of the Danish Embayment. Even the boring profile itself and the thickness of the layers illustrate these facts in the main. Early Paleozoic (Silurian) beds are reached already at a depth of 3535 m, which together with the thickness of only 112 m of the reduced Upper Permian (Zechstein) emphasizes the relatively high structural position. At the same time the great thickness of the Mesozoic series (2783 m) and the presence, often in the form of marine deposits, of most of the subdivisions of the Jurassic and Lower Cretaceous point to basin-like conditions of deposition. In contrast to this stands the fact that every one of the borings in the Ringkøbing-Fyn High itself have shown a very reduced Lower Cretaceous profile and usually a complete lack of Jurassic deposits (SORGENFREI & BUCH 1964).

The more detailed structural relations in Central Jutland can only be illustrated through an interpretation of the reflection-seismic data produced by the oil companies Gulf, Esso and Shell during the years 1951–1967. The numerous seismograms, maps and other data have been studied and worked on by J. C. BAARTMAN, who has explained the results of this in his article on p. 34. The reader is especially referred to three maps in BAARTMAN's article. In this connection it must be emphasized that the contour lines in figs. 7 and 8 represent reflection times and not depths to the respective horizons. Recalculation into depths was found to be too time-consuming to be able to become ready for publication of this work. The structural picture is, however, not affected by this.

These maps show clearly that the Nøvling boring is situated within a zone with many

faults running parallel to the edge of the basin. These faults subdivide the zone into a number of blocks which are vertically displaced relative to one another. The boring is located in one of these blocks. As shown by the maps, it is, however, placed neither at the top of a structural detail of the "Top Lower Cretaceous" surface nor at a top of the "Middle Keuper" surface. There do not seem to be any significant, recognizable local structures in the immediate vicinity of the Nøvling boring. The reason for the placement of the boring at this position must presumably be sought in the regionally structural relations on the flank of the Ringkøbing-Fyn High, where the distance to the Paleozoic beds is relatively short.

In connection with the discussion of the more local structural relations it may be mentioned that the Nøvling boring is situated only 3–4 km southwest of a salt horst (see among other places fig. 8 in BAARTMAN's article and fig. 5) which is generally called the Herning salt dome. The Zechstein series of the boring does, however, not show any influence from the salt movements in the salt horst.

The location of the Nøvling boring relative to the salt horst region of northwestern Jutland is shown in the map section fig. 5, in which both the salt horsts and the other gravimetric anomalies are shown. Earlier (in 1947) a deep boring (Vinding) was made in the large, flattened, anticlinal-like structure "W". This boring, Vinding No. 1, is situated only 15 km northwest of the Nøvling boring; it reached a final depth of 2429 m in deposits of Triassic age (see SORGENFREI & BUCH 1964, pp. 89–90).

As shown in figs. 7–9 in BAARTMAN's article, also the Vinding boring is located close to the faulting zone on the flank of the Ringkøbing-Fyn High. Contrary to the Nøvling boring, it is placed on the north side of the zone and also at the top of a structure which is marked both in the "Top Lower Cretaceous" surface and the "Middle Keuper" surface and possibly also in the Zechstein beds.

The Vinding boring was the first really deep boring which Danish American Prospecting Co. made in Denmark, and it was at that time desired to investigate first and foremost the Zechstein evaporites and the nature of the Mesozoic deposits. There were made no reflection-seismic investigations before the planning of the boring, the placement of which was made mainly on the basis of the localization of a gravity low. Both the gravimetric interpretations and the interpretation of a smaller refraction-seismic investigation indicated the presence of a deep lying salt structure: a salt horst or a salt anticline, at any rate a structure caused by a concentration of salt due to halokineses.

The Nøvling and the Vinding borings are thus located on two basically different local structures, but because of the relatively short distance between them it seems natural to compare the post-Triassic deposits penetrated in the two borings. Such comparison has been made at several places in the following articles, even if the samples from the Vinding boring have been only cursorily studied.

#### *Gas and oil occurrences in the boring*

The purpose of the boring was to study the deposits from Upper Permian (Zechstein), possibly occurring sandstone from Lower Permian (Rotliegendes) and the Mesozoic deposits for occurrences of hydrocarbons.

As shown in the diagram by ARNE DINESEN, fig. 2, p. 12, two tests were made, in which liquid was pumped out of the formation (drill stem tests). These were made in the intervals 11486'–11565' and 11582'–12342'. Both of these tests showed absence of hydrocarbons. In the latter interval nitrogen gas was found in very small quantity.

Thus the boring must be described as negative with respect to its main purpose.

## LITTERATUR

- CHRISTENSEN, OLE BRUUN, 1971: Øvre silur i dybdeboringen Nøvling nr. 1 i Midtjylland. – Danm. geol. Unders. Rapp. nr. 7, 24 pp.
- LARSEN, OLE, 1971: Kalium/argon datering af prøver fra danske dybdeboringer. – Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1971, pp. 91–94.
- RASMUSSEN, L. BANKE, 1971: Rønde nr. 1. Oversigt over boringens historie og geologiske resultater. In: Rasmussen, L. B. et al: Dybdeboringen Rønde nr. 1 på Djursland. – Danm. geol. Unders. III. Række, Nr. 39, pp. 9–32.
- RASMUSSEN, L. BANKE, 1972: Oversigt over dybdeboringerne på dansk landområde 1965–68. – Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1971, pp. 41–48.
- SORGENFREI, TH. & A. BUCH, 1964: Deep tests in Denmark 1935–1959. – Danm. geol. Unders. III Række, Nr. 36, 146 pp. 22 plates.
- SORGENFREI, TH., 1966: Strukturgeologischer Bau von Dänemark. – Geologie. Jhrg. 15, H. 6, pp. 641–660. Berlin.



# INTERPRETATION OF REFLECTION SEISMIC WORK IN THE AREA AROUND NØVLING NO. 1

by

*J. C. Baartman*

## INTRODUCTION

For the interpretation of the reflection seismic work in the area around the deep test of Nøvling No. 1 all seismic profiles in this area were available.

The maps shown in figs. 7, 8, and 9 represent parts of a larger interpreted area, in which the best quality of data and the densest network of seismic lines were situated.

Some particulars of the reflection seismic work shown on the maps are the following:

- a. Reflection data of lines marked "V" were analog recorded by Seismic Party No. 13 of the Danish American Prospecting Company in 1951–1953. In the period of 1952–1954 the D.A.P. Co. interpreted most of the cross sections of these lines and converted to depth.
- b. Reflection data of lines marked "SV" were analog recorded by Shell Denmark Ltd. in 1963 and the seismograms were transcribed to a continuous variable density film.
- c. Reflection shooting of lines marked "GH", "GS" and "GV" was also analog recorded, mainly by Seismograph Service Ltd., in the period of 1963–1967 for Gulf Oil Company of Denmark. S.S.L. also transcribed the seismic records to a variable density film.

The quality of the reflection data varied much in the area, but was generally good, especially in the area of the Danish Embayment. The most persistent reflected horizons were correlated along with more inconsistent ones. These horizons are:

1. "*Base Tertiary*": It was possible to carry the base of the Tertiary horizon, because it had a characteristic reflection, especially in deep zones. The velocity contrast is generally caused by the basal Tertiary shales and clays and the underlying Danian limestone (SORGENFREI, TH. & BUCH, A. 1964, pp. 13) (in the deep test of Nøvling respectively 2000 m/sec. and 3400 m/sec.). Correlations of the Base Tertiary horizon are considered to be reliable.
2. "*Top Lower Cretaceous*": The top of the Lower Cretaceous horizon reflection was of exceptionally good quality and was carried through the whole area.

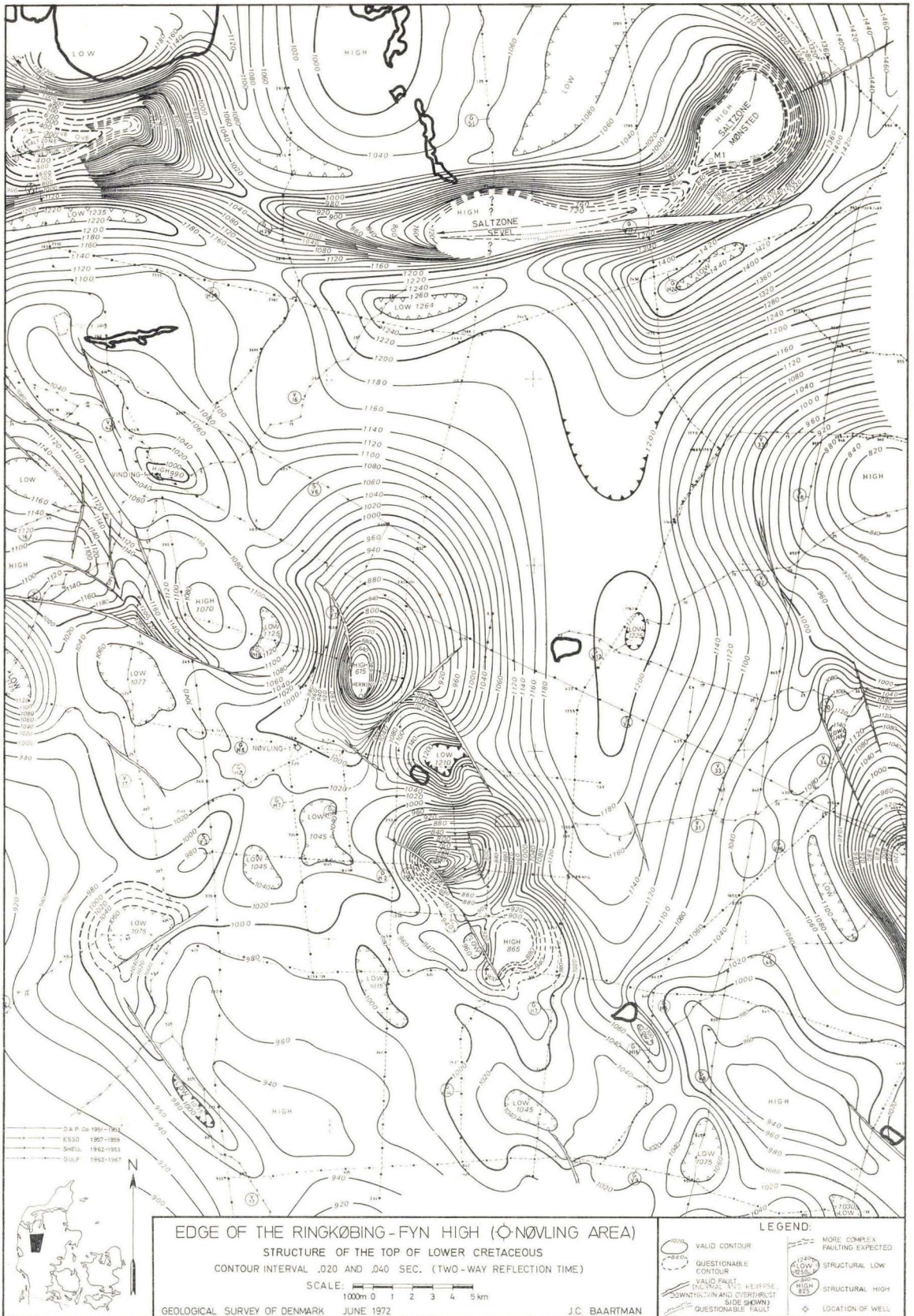


Fig. 7



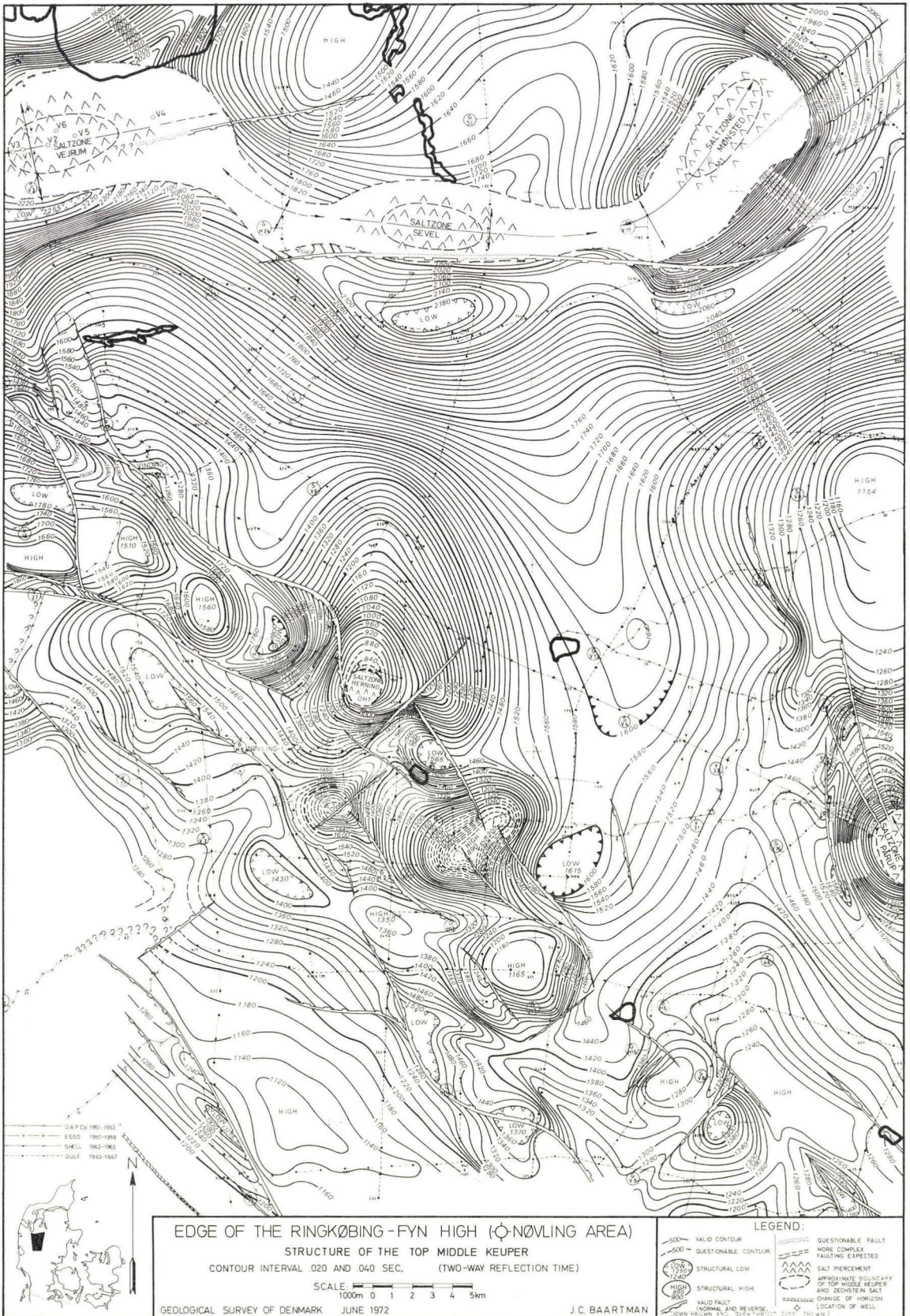


Fig. 8



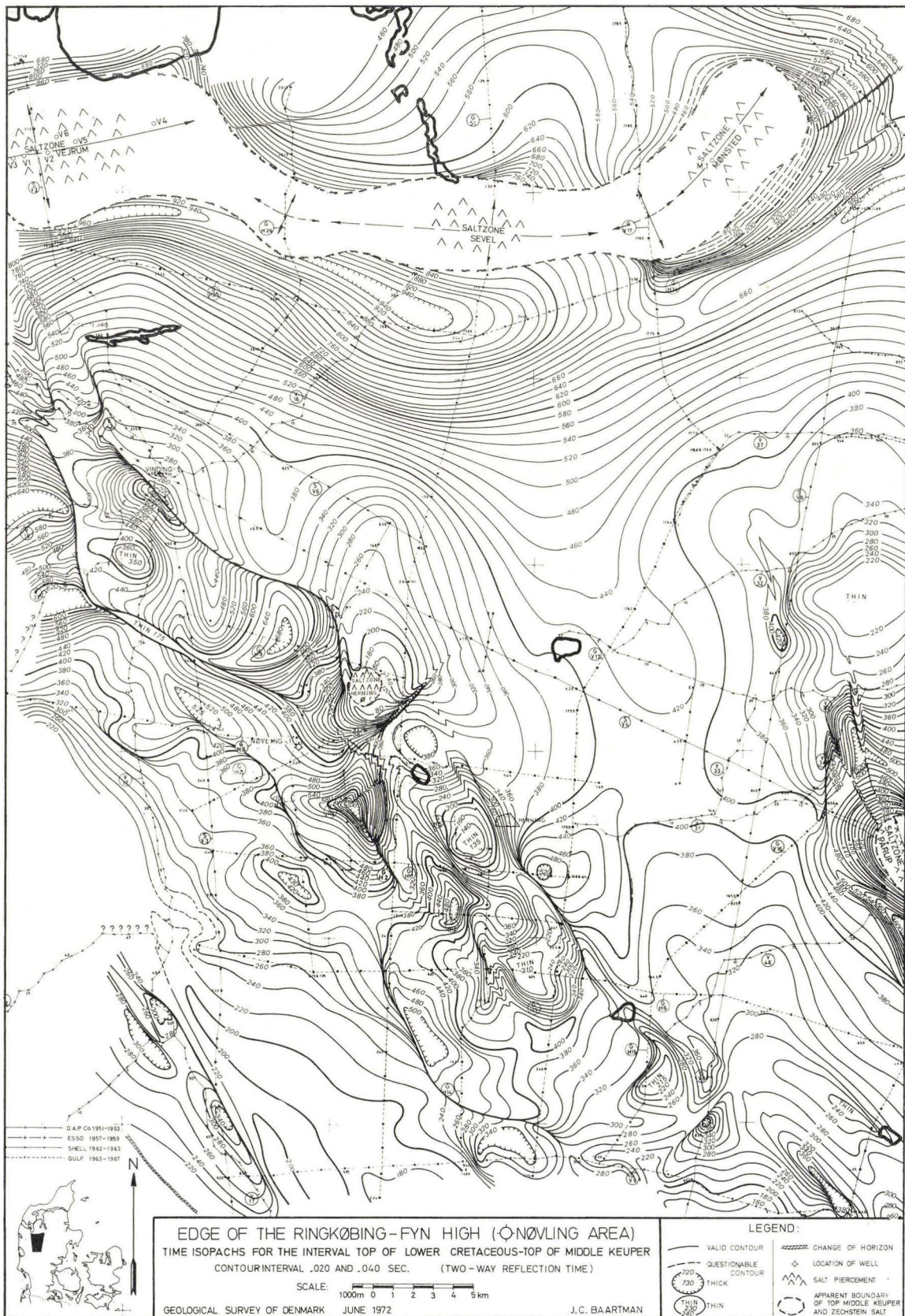


Fig. 9

"*Base Lower Cretaceous*": An occasionally fair reflection near the base of the Lower Cretaceous, which has the character of a profound unconformity when it is recognized. This horizon is carried through the area wherever possible.

"*Top Zechstein Dolomite*": This horizon within the Zechstein section is recognized occasionally. It is presumed to be identical with the boundary between the Zechstein rock salt and the underlying dolomite of the oldest evaporite cycle.

The interpretation was controlled by the four deep tests of Vemb No. 1, Vinding No. 1, Nøvling No. 1 and Grindsted No. 1.

The Top Lower Cretaceous and Top Middle Keuper horizons were chosen for structure and isochrone mapping for the following reasons:

- a. The quality of the reflections of these horizons was the best available, and their correlations should be considered reliable.
- b. The major tectonic features outlined on the maps appeared to have been shaped by an orogeny, the main action of which came to an end at about late Jurassic time.
- c. To illustrate the generalized configuration of the graben-type structures and the influence of pressure and shearing forces.

The contouring of the maps (figs. 7, 8, and 9) was guided by the shape of local gravity features, information of deep and shallow wells and local geological maps of the Danian (depth) and Tertiary (isopach). The structure maps were checked with existing similar maps of the same horizons.

In general, the correlation between the seismic and residual gravity anomalies was excellent throughout the area of interpretation.

The seismic time sections (figs. 6a and 6b) should not be interpreted like geological cross sections. Large changes in thickness of the Zechstein section with high interval velocities (4400–7000 m/sec.) are the reasons why a depth section of the Base Zechstein may be different from a time section of the same horizon, especially in areas of salt doming.

The Top of Lower Cretaceous horizon could have been converted to depth, but the problem remained to assign accurate depth values to the Top Middle Keuper horizon from velocity information of deep tests. The velocity in the Jurassic section is considered to have changed considerably in regions of high basement uplift and the Danish Embayment. The velocity surveys between the wells were not available for interpretation.

#### REGIONAL STRUCTURAL FRAMEWORK

The area covered by the interpretation can be divided into the edge of the Ringkøbing-Fyn High in the SW, the Danish Embayment in the NE, the salt dome zones of Vejrum, Sevel and Mønsted in the N and the Herning and



Pårup salt domes near the edge of the Danish Embayment (figs. 7 and 8). The attitude of the horizons in each of these regions is different.

The "*Base Tertiary*" horizon is relatively undisturbed in regions of high basement uplift (Ringkøbing-Fyn High). In this area the horizon is gently folded, it is generally unaffected by faulting and has a degree of concordance with the Top Lower Cretaceous. Towards the centre of the Embayment it gently follows the general fold directions where the folding of the Lower Cretaceous becomes stronger and the thickness of the underlying Upper Cretaceous chalk section increases (from about 780 m in the Nøvling well to about 1350 m in the Embayment). In the salt dome region the Upper Cretaceous section thins considerably towards the crest of the domes, thus showing active salt movement during Upper Cretaceous time. In a cross section of line SV-3 (over the Vejrum salt dome) the thickness of the Upper Cretaceous section reaches about 150 m. Minor faulting of the Base Tertiary horizon occurs occasionally towards the crest of the major salt structures in the area.

Towards the centre of the Vejrum, Sevel and Mønsted salt domes the Base Tertiary horizon is too shallow to be carried, and it is supposed to crop out above the Vejrum dome.

The "*Top Lower Cretaceous*" horizon is rather undisturbed in the Ringkøbing-Fyn High area. In areas severely disturbed by tectonic movement the Lower Cretaceous section gently fills grabens and folds over horsts without being affected by minor faulting. Towards the centre of the Ringkøbing-Fyn High folding decreases even more. Towards the centre of the Embayment this horizon seems to be contorted in regions of severe salt movement. This deformation is supposed to have been caused primarily by salt tectonics. In areas of the Embayment, the Top Lower Cretaceous horizon is strongly folded compared with its undisturbed character in the Ringkøbing-Fyn High.

Where it was possible to carry the Top Zechstein horizon near the edge and towards the centre of the Danish Embayment there seemed to be a degree of concordance between the Top Lower Cretaceous and the Top Zechstein horizons in areas where the Upper Zechstein had a salt facies. This feature together with the strong folding in the Embayment area and the gentle folding in the area of high basement uplift of the Top Lower Cretaceous horizon and to a minor degree of the Base Tertiary horizon suggest that the basement has been more stable since Cretaceous time and that salt movement from the edge of the Embayment towards its centre has been active at least as late as Upper Cretaceous time. However, a good comparison between the Top Zechstein and the Top Lower Cretaceous horizons was not possible since the Near Top Zechstein horizon has not been mapped up to now.

The Top Lower Cretaceous horizon is present in cross sections of lines, mainly over the N flanks of the salt structures, but the Lower Cretaceous section is absent near the crest of the major salt domes of Vejrum, Mønsted and Pårup.



A remarkable feature shows in profiles over the salt structures of Mønsted, Sevel and the E part of the Vejrum salt dome, where the Top Lower Cretaceous horizon is considerably shallower N of these domes. Coming from the N, this horizon gently rises towards the centre of the domes and dips steeply (or is down-faulted) over the domes to the S, reaching closures of about 1210 m and 1150 m over the Vejrum and the Sevel salt structures, respectively. In cross sections of lines situated between the gravity features of Mønsted, Sevel and Vejrum the closures of the Top Lower Cretaceous still reach about 830 m and 370 m, respectively, which indicates a relatively high degree of salt movement between the Mønsted and Sevel domes.

In cross sections of lines bordering these salt zones parallel to their S flanks, the Zechstein interval remains fairly constant and thin over these sections. It appears that the salt flow into the domes is extended over the length of these sections.

The features of relatively high interdomal structures and a long thin Zechstein interval S of the flanks of the main salt structures indicate that a relation may exist between the Sevel and Mønsted salt domes and to a minor degree between the Vejrum and Sevel salt structures.

Where the Top Lower Cretaceous horizon reflection could be carried over the salt domes, the Lower Cretaceous section was thinning slightly towards the crest of the domes.

In some cross sections of lines intersecting the areas of subsidence near the flanks of salt structures, the Top Lower Cretaceous horizon was recognized together with an unconformity of Base Lower Cretaceous. The Lower Cretaceous sediments in these examples seemed only to be disturbed to a minor degree by salt tectonic movement.

#### *The "Base Lower Cretaceous" unconformity*

A profound unconformity near the base of the Lower Cretaceous is best recognized in areas of subsidence caused by salt tectonic movement in the Danish Embayment, but is also present elsewhere near the edge of the Embayment. While the Jurassic sediments follow the main trend of subsidence and are truncated by the unconformity, the Lower Cretaceous sediments are only affected to a minor extent by salt tectonic movement. The unconformity reflection was of less quality in examples of subsided areas around other salt structures than the Sevel salt dome.

#### *The "Top Middle Keuper"*

The reflection of this horizon was of good quality in undisturbed areas of the Danish Embayment. Near the edge of the Ringkøbing–Fyn High it was sometimes impossible to carry the Top Middle Keuper reflection for short intervals, which in my opinion was mainly due to faulting.

In the Ringkøbing–Fyn High area the Top Middle Keuper horizon is already folded and is affected by most of the faulting. There were also observed some faults elsewhere in the Triassic of less than 40 m throw, only some of which may have been recognized. The steep dip of the Top Middle Keuper horizon and the much less disturbed Lower Cretaceous sediments indicate many pinchout and truncation possibilities of the Jurassic beds in the area near the edge of the Danish Embayment. Towards the centre of the Danish Embayment the Middle Keuper is even more folded than in the area of high Pre-Cambrian uplift.

During the interpretation it appeared that the effect of salt movement in areas of salt tectonics is best gathered from the attitude of the strong Top Middle Keuper reflection near salt structures.

On the S flanks of the Vejrum–Sevel–Mønsted salt domes and on the SW and NE flanks of the Pårup salt structure the Middle Keuper section has subsided, and it forms regional structural basins where the Zechstein salt reaches a minimum thickness. In one of these basins one cross section also shows truncated Jurassic beds where the Middle Keuper section reaches a maximum dip.

According to TRUSHEIM (1960, pp. 1524 and 1528), structural basins in the NW German Salt Basin can be divided into “peripheral sinks” of different stages. “Primary peripheral sinks” are rim synclines caused by the displacement of salt into a salt pillow stage. When the accumulation of salt continues, breaking of the sedimentary overburden and rising of a diapir cause subsidence of surrounding sediments and a “secondary peripheral sink” is formed.

The first type of sinks is recognizable in the stratigraphic thickening away from the salt structures, while in secondary peripheral sinks the sedimentation is thickest closest to the diapir.

A primary peripheral sink S of the Vejrum salt dome is developed in strata of Keuper and a part of Lower Jurassic.

Conditions for peripheral sinking are very similar in cross sections of lines S of the Sevel and Mønsted domes, thus indicating that a relationship may exist between the magnitudes of salt movement into these domes.

At the Pårup salt structure the Keuper sediments slightly thicken away from both sides of the dome, while the Herning salt structure shows a primary peripheral sink (Keuper) on its NW flank.

Secondary peripheral sinks were less pronounced. S of the Vejrum salt dome a secondary peripheral sink of Middle and Upper Jurassic age may be present.

A point of interest is that N of the flanks of salt structures in the area of interpretation, where the Zechstein section reaches a greater thickness than on the S sides, the Top Middle Keuper horizon is generally shallower, and subsidence together with sedimentation has not resulted in the forming of deep structural basins.



This feature is considered to be related to the main salt flowage from the edge of the Danish Embayment towards its centre. However, an exception must be made for the Pårup salt dome, where the Top Middle Keuper horizon seems to be equally affected by salt tectonic movement in profiles NE and SW of this structure. The effect of a salt flow to the NNE is different in this case, according with the NNW–SSE trend of this salt dome.

Interesting is the fact that the Middle Keuper is absent for a major part in the Vejrum, Sevel and Mønsted salt domes. In three sections of lines crossing these domes in a N–S direction, the total length of the folded Top Middle Keuper horizon on both sides of the doming was compared with the length of a continuous flat model of the same reflection over the same distance, in an attempt to compare the effect of salt tectonic movement and minor faulting within the Triassic, near these domes. It appeared that especially in the Vejrum salt dome the zone of absence, as it could be correlated from seismic data, was too long. However, this leaves the question if in this region the Middle Keuper and the Rhaetic sediments were originally present, later being removed by erosion caused by the upward rise of the salt dome. It is also possible that these beds were not deposited because the domes already existed at these times (LARSEN, G. 1966, pp. 101).

In one cross section of a N–S line, showing the area of subsidence S of the Sevel salt dome, the Lower Jurassic sediments and possibly a part of the Rhaetic (?) beds are truncated by the unconformity near the base of the Lower Cretaceous. Other examples of Rhaetic, capped by Lower Jurassic beds, which are truncated by the Lower Cretaceous unconformity are known elsewhere in Denmark. This feature and the long distance of absence of the Middle Keuper near the salt domes of Vejrum, Sevel and Mønsted indicate that both non-deposition and erosion may have been partly responsible. However, upward rise of the salt dome and non-deposition may well have been the most important factors.

#### *The “Near Top Zechstein”*

The reflection caused by this horizon was of fair quality in cross sections of most of the dip-lines in the Danish Embayment and could be carried through in sections of E–W lines. In the Ringkøbing-Fyn High area this horizon was difficult to correlate in zones of severe faulting. In areas of salt doming it was possible to carry the Near Top Zechstein reflection to near the base of the doming, so that exact closures could not be measured, but were estimated from the closures of the Top Lower Cretaceous horizon, the attitudes of the Top Middle Keuper horizon and an occasionally recognized reflection of the unconformity at the base of the Lower Cretaceous. Considering these factors, the Vejrum and Pårup salt structures seem to reach considerable closures.

A point of interest is that the Zechstein interval thins near the edge of the



Danish Embayment, where it has predominantly a salt facies, and shows a certain degree of thickening towards the centre of the Ringkøbing-Fyn High, where it has mainly a dolomite and anhydrite facies. Further SSW the Zechstein section thins considerably.

In the Danish Embayment the Zechstein thickness reaches about 1250 m and is expected to be even thicker between line GS-1 and line GV-17. Towards the base of the S flanks of the salt domes Vejrum, Sevel and Mønsted the Zechstein interval decreases over the length of cross sections of the E-W lines GH-25 and the W half of GH-24, where the thickness of a more or less constant, thin Zechstein interval varies around 340 m.

The Zechstein section N of the flanks of the salt structures, situated near the edge of and in the Danish Embayment, has a tendency to be thicker than S of the flanks, but an exception must be made for the Pårup salt structure, where the Zechstein salt is more equally spread around the dome.

This increase of the Zechstein interval N of the salt structures is partly due to a down-faulting of the Base Zechstein to the N, which is recognized in some seismic profiles crossing the Vejrum and Sevel salt domes and interdomal highs between the Vejrum-Sevel and Mønsted-Sevel salt domes.

These features of considerable thickening of the Zechstein towards the centre of the Embayment before reaching the structures of Vejrum-Sevel-Mønsted, the relatively thin Zechstein section at the edge of the Danish Embayment, and the general thickening of the Zechstein on the N flanks of these salt structures indicate a salt flowage from the edge of the Danish Embayment towards its centre. The same salt flowage direction also prevailed during the salt piercement movements. It is known, however, that during the sedimentation of the Permian salt, the Base Zechstein moved downwards in the central area of the Danish Embayment, thus causing favourable conditions for a thick salt sequence in this area. At the same time an uplift of the Base Zechstein may be expected in the Ringkøbing-Fyn High. The salt flowage from the edge of the Ringkøbing-Fyn High towards the central area of the Embayment was therefore restricted to the edge of the Danish Embayment. This N direction of salt flowage is reasonable in view of the fact that except for the existing piercement domes in the North Jutland Salt Basin also two deep-seated small salt structures could be observed.

The long, thin Zechstein interval at the base of the S flanks of the Sevel and Mønsted salt structures and the still considerable closures of interdomal highs between these domes may indicate a relationship between the mechanisms of salt piercement of the Sevel and Mønsted salt structures.

Some cross sections over salt domes outlining the general shape of the doming were available. It appears that the salt structures are more or less asymmetric, except for the Pårup salt dome. The Vejrum salt dome shows a small overhang near its crest to the S, and both this dome and the Sevel and Mønsted domes seem to dip steeper on the S flanks.

In two cross sections over the flanks of the Herning structure two faults were recognized. The lengthy shape of this dome seems to be slightly tilted parallel with one of these faults. This fault must have affected the Zechstein section. Geological information at hand suggests the presence of a salt dyke, but it was impossible to outline the exact shape of this salt structure. However, the structural pattern of doming and faulting resembles an example of an early stage of a diapir in the North West German Salt Basin (TRUSHEIM, F. 1960, pp. 1527).

Well logs of the Herning No. 1 well report large quantities of gypsum found at 60 m depth, descended from caprock. However, in two cross sections of lines intersecting the structure close to its crest the Top Lower Cretaceous and a large part of the Top Middle Keuper horizons are present over the salt structure, but are affected by one of the two faults mentioned, which also seems to have affected the Base Tertiary horizon.

Considering the elongated shape of the diapir, which is extruded from a salt pillow, and the faulting extending into the NW flank of the diapir, salt escape via this fault seems plausible.

In general it is assumed that salt movement in the basin area has been an active tectonic force at least since the Keuper period through early Tertiary time.

#### *The "Base Zechstein"*

The Base Zechstein is in general the deepest reflected horizon which is of good quality in areas with a thick salt sequence. Faults have affected the Base Zechstein primarily in the areas of high basement uplift and occur in the Danish Embayment mainly in areas of salt tectonic movement.

In some sections of lines intersecting the Vejrum, Sevel and Mønsted domes and interdomal highs, Base Zechstein faults are recognized which may be related to each other. These faults are dipping N and have a similar character. Faulting of the Base Zechstein may also occur in the Herning structure.

Whether faulting or folding which affected this horizon may have had a triggering effect upon the initial movement of the salt into the structures is difficult to judge. Other examples of salt structures are known elsewhere in the Danish Embayment where no faulting of the Base Zechstein horizon has been recognized. The feature of anticlinal folding of the Base Zechstein horizon in time cross sections may be misleading. Lateral changes in average velocities to the Base Zechstein horizon in areas with high velocity salt domes may cause an anticline of the Base Zechstein in time sections to be synclinal in depth sections. However, also in two other deep-seated, small salt structures in the area of interpretation, faulting of the Base Zechstein has occurred.



TECTONIC MOVEMENTS IN THE NORTHERN EDGE OF  
THE RINGKØBING-FYN HIGH AREA  
AS REVEALED FROM SEISMIC INFORMATION

The faults in the area around the Nøvling well are correlated in respect to throw (the amount of displacement), steepness of dip, and character (the number of affected horizons and their interval relation on both sides of the fault).

In areas of strong faulting the Top Middle Keuper reflection is poor, so that the throw had to be estimated in some instances.

On the basis of this correlation three different types of faulting are recognized:

1. The NW-SE to NNW-SSE striking fault system (the correlation of this type of faulting should be considered to be reliable).
2. The NE-SW striking faulting.
3. The fault system related to salt tectonic movements in and near the edge of the Danish Embayment, whose direction is depending on the character of salt flowage and piercement.

It is plausible to compare the directions of the main fault systems with old tectonic trends in N Europe (e.g. in the Fennoscandian Border Zone).

The SW-NE direction is parallel with old trends of the Caledonian movements in NW-Europe.

A SW-NE direction is also found together with SE-NW tectonic trends in the Variscan orogeny of Central Europe. In the Fennoscandian Border Zone, extending from the Vendsyssel High (North Jutland) via Scania (South Sweden) to the island of Bornholm (Baltic Sea), the main direction of fractured zones is NW-SE. Structural movements must have had a considerable influence in this area. Horizontal forces produced stresses and tensions as well as vertical adjustments.

Finally a NNW-SSE to N-S direction has been developed since Jurassic time in Central Europe, mainly in the Tertiary period.

The regional strike direction in the Ringkøbing-Fyn High is supposed to be NW-SE. Basement uplift was initiated before Permian time, and it is suggested that the upward movement coincides with the Variscan (or possibly already the Caledonian) orogeny (SORGENFREI, TH. & BUCH, A. 1964, pp. 24).

In order to determine the main period of fault activity in the Ringkøbing-Fyn High area with the help of the interval relation of reflected horizons on both sides of the faulting, three horizons carried through the faulted zones could be used together with an occasionally strong reflection of Lower Triassic age.

*1. The NW-SE to NNW-SSE striking faults* which intersect the edge of the Ringkøbing-Fyn High form the borders of an "en échelon"-type of structures (figs. 7 and 8). Some grabens have arisen from higher horsts and are sometimes



strongly tilted (figs. 6a and 6b). Most of the faulting of this type is normal, but there are two examples of overthrusts in the area. The faults are in many cases more or less curved, rather than straight dipping. This feature, together with the deviation in the direction of the structures from the regional NW–SE trend of the Ringkøbing-Fyn High, is explained as an “en échelon” arrangement of the blocks, due to horizontal movements along NW–SE trending wrench faults.

A point of interest is that the graben-type faulting tends to occur near the edge of the Danish Embayment. Geological information and seismic evidence on cross sections of three N–S lines suggest that the Zechstein section has slumped into the graben structures (where it has a salt facies) as a result of salt flowage from the edge of the Ringkøbing-Fyn High towards the centre of the North Jutland Salt Basin. It is assumed that salt flowage may have played only a small part in the movement which resulted in the forming of grabens near the edge of the High, since in this area the Zechstein section has mainly a dolomite and anhydrite facies.

The tectonic development in the Ringkøbing-Fyn High can be explained by two of these NW–SE striking faults. Also in two other examples of similar faulting of inferior quality, a relationship seems to exist between the Base Tertiary, the Top Lower Cretaceous and the Top Middle Keuper time intervals on the upthrown and downthrown sides of these faults. Two examples of faults intersecting a reflected horizon of Lower Triassic age were present, showing the same feature. Since the interval velocities on both sides of the faults are expected to be related to each other, both the deep character recognized in some of the faults and the relationship between time intervals indicate a continuity of tectonic movement during long periods and at least during a major part of the Triassic.

The Lower Cretaceous sediments are affected by only some of these faults. In other areas of the Ringkøbing-Fyn High there is evidence that this section has been influenced by structural movements.

The Upper Cretaceous sediments, predominantly limestone and chalk, seem to follow the same structural pattern as the Top Lower Cretaceous. It is not evident to what extent the Upper Cretaceous section has been affected by structural movement, because of its thickness and the lack of a reflecting horizon within this section. In a cross section of line GH-9, fault movement has reached at least as far as Paleocene time. Apparently, vertical movements of the blocks continued during most of the Triassic through early Tertiary times.

In summary, it appears that the major tectonic features which are outlined in the regional maps (figs. 7, 8 and 9) have been formed by an orogeny, the main action of which ended at about late Jurassic time, since geologic and seismic information indicate a major reduction of Pre-Cretaceous rocks in the area of high basement uplift. Jurassic deposits are expected to be absent near

the centre of the High, while the Lower Cretaceous section is also thinning towards the SW in the area of interpretation.

2. *The NE-SW faulting system* differs from the NW-SE type of faulting in relation to the facts that in general these faults dip steeper, cause less displacement of the Top Middle Keuper horizon and affect the Top Lower Cretaceous horizon only in two instances in this area.

In cross sections of two N-S lines this type of faulting has been recognized together with a good reflected horizon of Lower Triassic age (this horizon has been carried through the edge of the Ringkøbing-Fyn High area where possible). In both of these cross sections it appears that the Lower Triassic horizon is displaced by faulting to a larger extent than the younger Top Middle Keuper horizon.

On the basis of this feature and the relatively undisturbed Top Lower Cretaceous horizon it is concluded that this type of faulting may be extended into older formations within the Triassic or even Zechstein. On two occasions where the Near Top Zechstein reflection was of fair quality it is assumed that this type of faulting has affected the Zechstein salt.

A comparison of intervals of horizons on both sides of this faulting including the Top Lower Cretaceous-Top Middle Keuper interval was not possible as only two faults of this type have affected the Top Lower Cretaceous horizon. In one occasion this resulted in a displacement of the Lower Cretaceous to a minor extent. In the other case the faulting has been affected by salt movement which resulted in the Herning structure.

In comparing this type of faulting and the NW-SE striking fault system it can be said that the main period of action of the NE-SW faulting is considered to be older. Most of the NE-SW striking faults are related to minor structures (figs. 3 and 4).

### 3. *The fault systems near the flanks of and over the salt structures.*

These fault systems can be divided into two groups:

- a. Faulting caused by salt movement, subsidence of areas surrounding the salt structures and a steady supply of sediments into the subsided regions.
- b. Faulting which is mainly caused by vertical forces which were necessary for salt uplift.

Both types of faulting are related to salt tectonics.

The first type of faulting is recognized in the area by the displacement of the strongly reflecting Top Middle Keuper horizon.

These faults have a tendency to be downthrown towards the flanks of the salt structures and are gently dipping.

On the S flanks of the Sevel and Mønsted salt domes, where subsidence

resulted in the forming of basins, the Lower Cretaceous and Jurassic sections reach a thicknesses of respectively about 880 m and 670 m, whereas the same section is only 450 m thick in the faulted area SW of the Pårup dome. Conditions for the formation of a thick sedimentary sequence were apparently not present at Pårup, while longlasting and strong subsidence of the basin area and a supply of sedimentary materials have prevailed S of the Sevel and Mønsted salt domes and SE of the Herning dome. However, the faulting in the subsided areas around Pårup is of a different character than the similar type of faulting at the Herning and Sevel-Mønsted domes, because here the basin is shallow and strongly tilted upward towards the salt structure. In this example the effect of vertical forces which were necessary for salt uplift has been more important than the effect of sedimentation.

Faults of the second type, situated near the flanks or over the salt structures, could not be correlated. Therefore these faults were merely mapped with the help of information of similar faulting related to salt structures in the North West German Salt Basin and by the attitude of the Zechstein salt interval on the flanks of the structures.

#### DANSK SAMMENDRAG

### FORTOLKNING AF REFLEKTIONSSEISMISKE ARBEJDER I OMRÅDET OMKRING NØVLING NR. 1

De reflektionsseismiske arbejder i området omkring dybdeboringen Nøvling nr. 1 er udført af Danish American Prospecting Co. (1951–1953), Dansk Esso A/S (1957–1959), Shell Denmark Ltd. (1962–1963) og Gulf Oil Co. of Denmark (1963–1967). Seismogrammerne foreligger i almindelighed i analog form og blev i 1958 transskriberet til VDF-type (Variable Density Film).

De mest gennemgående horisonter indenfor det fortolkede område var følgende:

- »*Basistertiær*«. Reflektionen fra denne horisont skyldes i almindelighed en hastighedsforskel mellem sedimenterne, som bestod af skiferler og ler ved basis af de paleocæne lag og en underliggende kalksten af danien alder. Reflektionen var af god kvalitet i de dybere zoner.
- »*Top nedre kridt*«. Denne reflektion var af usædvanlig god kvalitet. Horisonten ligger i almindelighed lidt over grænsen mellem kalksten af øvre kretacisk alder og nedre kretacisk lersten.
- »*Top mellem keuper*«. Denne horisont forårsagede en mindre konstant, men kraftig reflektion og anses for praktisk taget identisk med grænsefladen mellem rhaetisk skiferler og sand og de underliggende lag fra mellem keuper, bestående af lersten og mergelsten.



»*Nær top zechstein*«. Reflektionen fra denne horisont skyldes i almindelighed en hastighedsforskel mellem buntsandstein (sandsten og siltsten) og det underliggende zechstein stensalt. Horisonten kaldes »nær top zechstein«, fordi der i Nøvling boringen kun forekommer et ganske tyndt interval af lag fra zechstein med store lydastigheder og fordi reflektionen er af dårlig kvalitet i det forkastningsprægede område omkring denne boring.

»*Basis zechstein*«. I Nøvling boringen skyldes denne reflektion en hastighedsforskel mellem det nederste zechsteins dolomit/anhydrit og silurets hårde lag af lerskifer, sandsten (og kalksten). Horisonten regnes for at ligge nær zechsteins basis, men kan ikke lokaliseres nærmere, da resultaterne af boringens seismiske lydastighedsundersøgelse muligvis ikke er fuldt sikre for denne dybde.

Mindre sikre horisonter er følgende:

»*Basis nedre kridt*«. Denne reflektionshorisont er observeret hist og her og har karakter af en diskordans.

»*Top zechstein dolomit*«. Denne horisont anses for at være identisk med grænsen mellem zechstein stensaltet og den underliggende dolomit fra den ældste evaporit-cyklus indenfor zechsteinserien.

Strukturerne og isopakerne for »top nedre kridt« og »top mellem keuper« horisonterne (se fig. 7 og 8) er først og fremmest kortlagt for at skaffe et overblik over virkningen af de vigtigste tektoniske bevægelser, der synes at være tilknyttet en orogense hvis væsentligste aktivitet sluttede i sen-jurassisk tid.

Det fortolkede område (vist på fig. 7, 8 og 9) kan deles i randområdet af Ringkøbing-Fyn Højderyggen mod sydvest, det Danske Sænkingsområde mod nordøst, salt dome-områderne ved Vejrum, Sevel og Mønsted mod nord, samt Herning og Pårup salt domerne nær randen af det Danske Sænkingsområde.

De strukturelle forhold for de forskellige reflektionshorisonter er forskellige for hvert af disse områder.

»*Basis tertiær*« og i mindre grad »*top nedre kridt*« horisonterne er forholdsvis uforstyrrede i området med hævet grundfjeld (Ringkøbing-Fyn Højderyggen), men foldningen bliver stærkere i det Danske Sænkingsområde. Det faktum, at top nedre kridt horisonten er svagt foldet i områder med højtliggende grundfjeld og stærkere foldet i saltbassinet (det Danske Sænkingsområde), antyder at grundfjeldet har været relativt stabilt lige siden kridttiden. Nedre- og især øvre kridt afsnittene bliver tykkere i retning mod salt domernes midtlinier, hvilket viser, at saltet har været i aktiv bevægelse i det mindste så sent som i øvre kretacisk tid.

»*Basis nedre kridt*« diskordansen kunne nu og da observeres i indsynknings-

områderne omkring saltstrukturerne i det Danske Sænkingsområde. Rhaet(?) og jura lagene følger sænkingsområdets hovedkonturer og afskæres af diskordansen ved basis af nedre kridt, hvorimod nedre kridt afsnittet kun i ringe grad er forstyrret af sænkningen.

»*Top mellem keuper*« horisonten er stærkere foldet i området med højtliggende prækambrium end top nedre kridt horisonten er, og den er blevet påvirket af de fleste af forkastningsbegivenhederne. Foldningsintensiteten øger ud mod sænkingsområdet. Den stærkere foldning af mellem keuper sedimenterne og de meget mindre forstyrrede nedre kridt lag tyder på, at der foreligger mange muligheder for udkilning og afskæring af de jurassiske lag i området nær kanten af det Danske Sænkingsområde. Juraintervallet bliver betydeligt tyndere mod sydvest i dette område.

Mellem keuper og jura lagene er nedsunket i områderne grænsende op til saltstrukturerne, og nedsynkningen har resulteret i udformningen af strukturelle bassiner syd for Vejrum, Sevel og Mønsted strukturerne og sydøst for Herning strukturen.

Syd for Vejrum saltdomen er sedimenterne fra nedre jura og muligvis også rhaet(?) afskåret af diskordansen ved basis af nedre kridt. Dette peger hen på, at den ret lange strækning, hvor »top mellem keuper« horisonten mangler over Vejrum, Sevel og Mønsted domerne, både kan skyldes manglende sedimentation og erosion. Aflejring af mellem keuper lag har muligvis ikke fundet sted på toppen af domerne, og afsatte lag på domernes flanker kan være borteroderet.

»*Zechstein*« intervallet tynder ud nær randen af det Danske Sænkingsområde og bliver noget tykkere ind mod de centrale dele af Ringkøbing-Fyn Højdeområdet, medens udtyndingen yderligere mod SSV er betydelig. Ud mod sænkingsområdet når dette interval en betydelig tykkelse (1250 m) og tynder ud ved basis af Vejrum, Sevel og Mønsted saltdomernes sydflanker, hvor et tyndt zechstein interval varierer omkring 340 m.

Der er en tendens til, at zechstein intervallet bliver tykkere nord for saltstrukturerne, undtagen for Pårup domens vedkommende.

Disse træk indicerer en saltbevægelse fra randen af det Danske Sænkingsområde ind mod dets centrale dele. Denne saltbevægelse indskrænker sig imidlertid til sænkningens randområde.

Ligheden mellem betingelserne for »perifer indsinking« (TRUSHEIM, F. 1960, pp. 1524 og 1528) for de nedsænkede områder syd for Sevel og Mønsted saltdomerne peger hen på, at der muligvis kan være et bestemt forhold mellem størrelsen af saltbevægelsen i disse domer.

Det synes sandsynligt, at der en saltvæg ved Herning saltdomen.

Saltbevægelsen i sænkingsområdet har været aktiv muligvis siden trias og i det mindste så sent som i øvre kretacisk tid.



»Basis zechstein« horisonten er forkastet først og fremmest i området med højtliggende grundfjeld, medens forkastninger i det Danske Sænkingsområde hovedsagelig forekommer i de salttektoniske bevægelsesområder.

Det er muligt, at forkastninger eller foldning af denne horisont har påvirket den indledende bevægelse af saltet ved dannelsen af saltdomerne.

De tektoniske bevægelser i området er undersøgt med hensyn til de gamle forkastningssystemer i Nordeuropa. Tre forskellige forkastningssystemer kan observeres (se fig. 8 og 9): De NV-SØ til NNV-SSØ strygende forkastninger, de NØ-SV strygende forkastninger og et forkastningssystem der er forbundet med de salttektoniske bevægelser.

De NV-SØ til NNV-SSØ strygende forkastninger udgør det vigtigste forkastningssystem. Disse forkastninger afgrænser en række »en échelon« blokke.

Forholdet mellem lagseriernes tykkelser på de to sider af en forkastning af denne type peger på en kontinuerlig tektonisk bevægelse over længere tidsrum. Det antages, at de vigtigste tektoniske træk der følger af disse forkastninger, er virkninger af en orogen aktivitet der hovedsagelig har fundet sted i et tidsrum sluttende sent i juraperioden.

Forkastningerne med strygning NØ-SV danner et system, der adskiller sig fra de NV-SØ-gående forkastninger ved at disse sidstnævnte må have forskudt de ældre formationer. På grund af mangelen på dybtliggende horisonter påvirket af disse NØ-SV forkastninger har det ikke været muligt at foretage en nøjagtig sammenligning mellem lagserier på de to sider af forkastningerne i dette system.

Imidlertid anses NØ-SV forkastningernes hovedsagelige aktivitetsperiode at have været af ældre dato end jura.

Forkastningssystemet med tilknytning til saltstrukturerne kan deles i to typer, nemlig forkastninger forårsaget af indsynkning af områderne omkring saltstrukturerne og tilførslen af sedimenter til disse områder, og forkastninger forårsaget af de vertikale kræfter som var nødvendige for oppresningen af saltet.

#### LITERATURE

- BROCKHAUS, F. A., 1961. Die Entwicklungsgeschichte der Erde. – F. A. Brockhaus Verlag, pp. 173–184. – Leipzig.
- CASTEN, U. & HIRSCHLEBER, H., 1971. Seismic Measurements in Jutland 1969. – Zeitschrift für Geophysik, Bd. 37, pp. 47–69. – Würzburg.
- LARSEN, G., 1966. Rhaetic-Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Danish Embayment. – Danm. geol. Unders., II række, nr. 91. – København.
- MADIRAZZA, I., 1968. Mønsted and Sevel salt domes, North Jutland, and their influence on the Quaternary morphology. – Geol. Rdsch., Bd. 57, pp. 1034–1065. – Stuttgart.
- 1968. An Interpretation of the Quaternary morphology in the Pårup salt dome area. – Meddr dansk geol. Foren., Bd. 18, Hæfte 2, pp. 241–243. – København.
- NØE-NYGAARD, A., 1963. The Precambrian. – The Geologic Systems, Vol. 1. – København.



- ØDUM, H., 1960. Saltefterforskningen i Danmark. – Danm. geol. Unders., III række, nr. 34, 43 p. – København.
- RAMBERG, IVAR B. and LIND, G., 1968. Gravity measurements on the Pårup salt dome. – Meddr dansk geol. Foren., Bd. 18, Hæfte 2, pp. 221–239. – København.
- SANNEMANN, D., 1968. "Salt Stock Families in Northwestern Germany", in Diapirism and Diapirs, A Symposium. – Amer. Ass. Petrol. Geol., Mem. 8, pp. 261–270. – Tulsa, Okla.
- SORGENFREI, TH., 1966. Strukturgeologischer Bau von Dänemark. – Zeitschrift »Geologie«, Jahrgang 15, Heft 6, pp. 641–660. – Berlin.
- 1968. Jura und Unterkreide in Dänemark. – Z.dt. geol. Ges., Bd. 114, 2. Teil, pp. 446–451. – Hannover.
- 1969. Geological Perspectives in the North Sea Area. – Meddr dansk geol. Foren., Bd. 19, Hæfte 2, pp. 160–189. – København.
- & BUCH, A., 1964. Deep Tests in Denmark 1935–1959. – Danm. geol. Unders., III række, nr. 36, pp. 9–146. – København.
- TRUSHEIM, F., 1960. Mechanism of salt migration in Northern Germany. – Amer. Ass. Petrol. Geol., Vol. 44, nr. 9, pp. 1519–1539. – Hannover.

BESTEMMELSE AF BOREHULSAFVIGELSER,  
LAGHÆLDNINGER OG  
TEMPERATURGRADIENT I NØVLING NR. 1

af

*Svend E. Henriksen*

NØVLING BORINGENS AFVIGELSE FRA LODLINIEN

Grundlaget for beregningen af boringens retning er – ligesom for boringen Rønde nr. 1 – kontinuierlige målinger med »continuous dipmeter« og enkeltmålinger med »drift indicator«.

Beregningerne af retningens deviation og azimuth er udført på nøjagtig samme måde som for Rønde nr. 1 (se DGU, III. rk., nr. 39, p. 35). For afsnittet 0–1070 m, fra hvilket der ikke foreligger »continuous-dipmeter« målinger, er de sandsynlige værdier af deviation og azimuth fundet ved en matematisk korrektions- og interpolationsproces ud fra »drift-indicator« værdierne. Disse var også i denne boring for små i forhold til de tilsvarende dipmetermålinger.

Boringens retning er vist grafisk i fig. 10 for afsnittet 1070–3759 m (under KB), medens fig. 11 viser dybdekorrektionen, som anvendes til omregning fra bore-dybde (i m under KB) til kote.

Endvidere viser fig. 12 boringens horisontalprojektion. Den magnetiske deklination er 3°W. Afsnittet 0–1070 m er angivet med stiplede linie.

Desuden ser man på fig. 13 en vertikalprojektion på et plan i retningen N–S. Den er konstrueret ud fra fig. 11 og 12.

BESTEMMELSE AF LAGHÆLDNINGER

Også beregningen af laghældningerne følger samme princip som for Rønde nr. 1. I Nøvling nr. 1 er de udført for ialt 437 punkter (lag) i afsnittene 1070–1159 m, 1250–1551 m, 1691–1692 m, 1837–2101 m, 2186–2222 m, 2250–2425 m, 2485–2486 m, 2635–2741 m, 2818–3266 m, 3291–3292 m, 3300–3351 m, 3390–3431 m og 3454–3759 m.

Resultaterne af beregningen er vist i tabel 1. Her er lagenes stilling angivet dels ved laghældningen og dennes retning (azimuth fra magnetisk nord) og dels ved strygning (i forhold til geografisk nord) og hældning. Azimuth og strygning er hver for sig afrundet til nærmeste 10°, medens hældningen er angivet til nærmeste hele grad.

Resultaterne i tabel 1 kan sammenfattes til følgende hovedresultater:

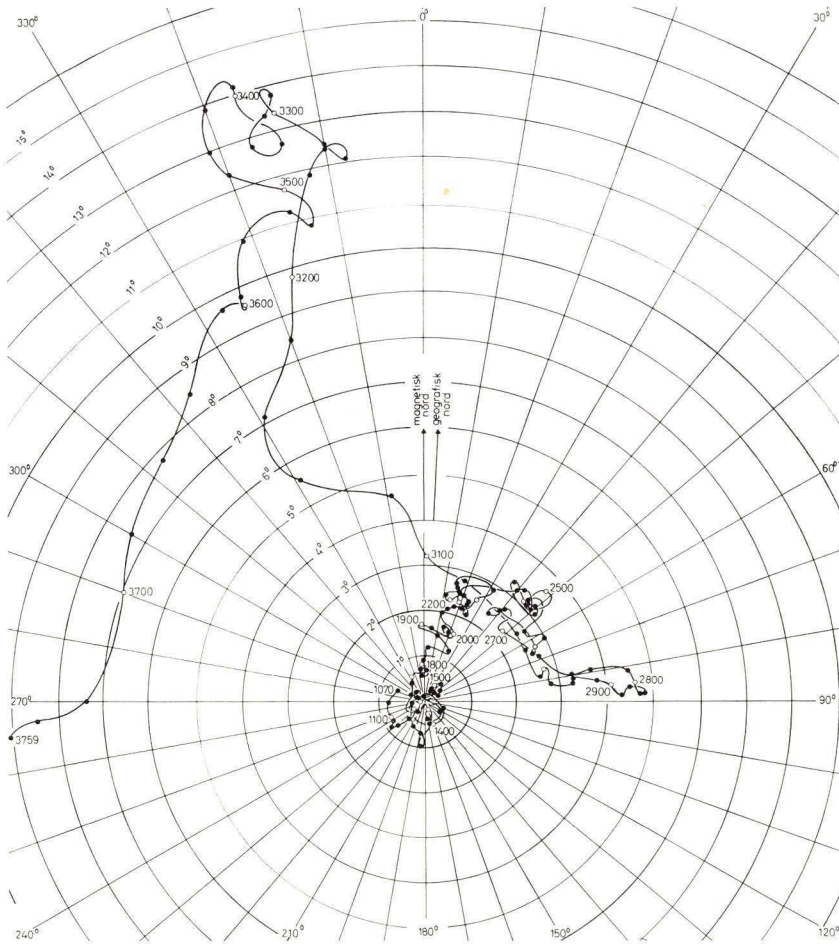


Fig. 10. Boringens retning, indtegnet på polærpapier.

*The direction of the drilling at any point, plotted on polar paper.*

- 1259–1492 m (nederste del af øvre kridt og det meste af nedre kridt) omkring  $2^\circ$  mod Ø, med ringe variation
- 1847–2060 m (rhæt og øverste keuper) omkring  $4^\circ$  mod SW, med ringe variation
- 2359–2411 m (en del af keuper)  $8^\circ$  mod WSW, med ringe variation
- 2832–2976 m (en del af muschelkalk)  $4^\circ$  mod WNW, med ringe variation
- 2999–3259 m (en del af muschelkalk) gradvis ændring nedefter fra  $11^\circ$  mod S til  $40^\circ$  mod S
- 3315–3338 m (en del af buntsandstein) ca.  $13^\circ$  mod N; denne måling repræsenterer formodentlig ikke en laghældning
- 3537–3688 m (øverste del af øvre silur) gradvis ændring nedefter fra  $35^\circ$  mod ØNØ til  $32^\circ$  mod NØ



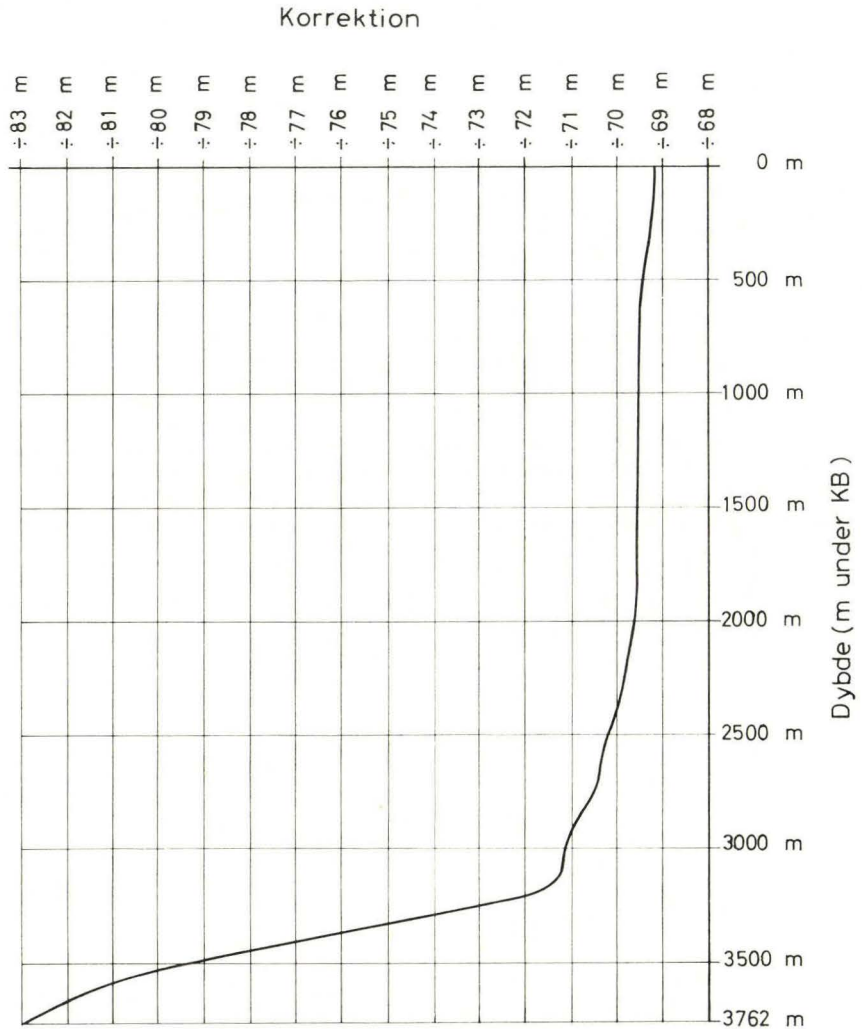


Fig. 11. Korrektionskurve for beregning af koter. For at finde koten for en given boreddybde, adder korrektionen og multiplicer med  $-1$ .

*Correction curve for determination of level (depth above/below sea level). To find the level at any point of the drilling, add the correction and multiply by  $-1$ .*

I tabel 2 gives en oversigt over de punkter, hvor hastigheden af boringens retningsændring (i grader pr. 20 m, se fig. 10) er særlig stor, samt deres fortolkning ud fra lithologien og Schlumbergerprofilerne.

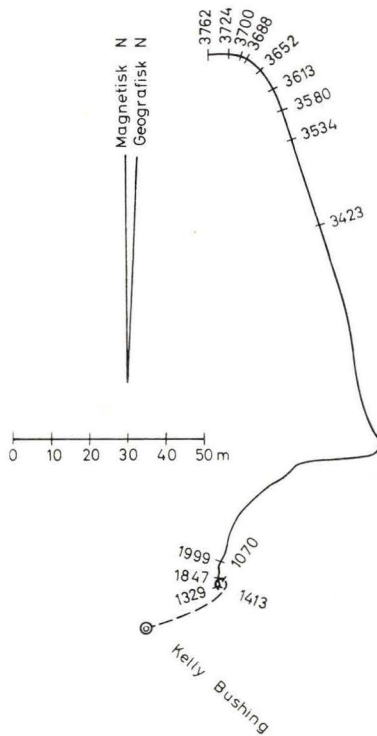
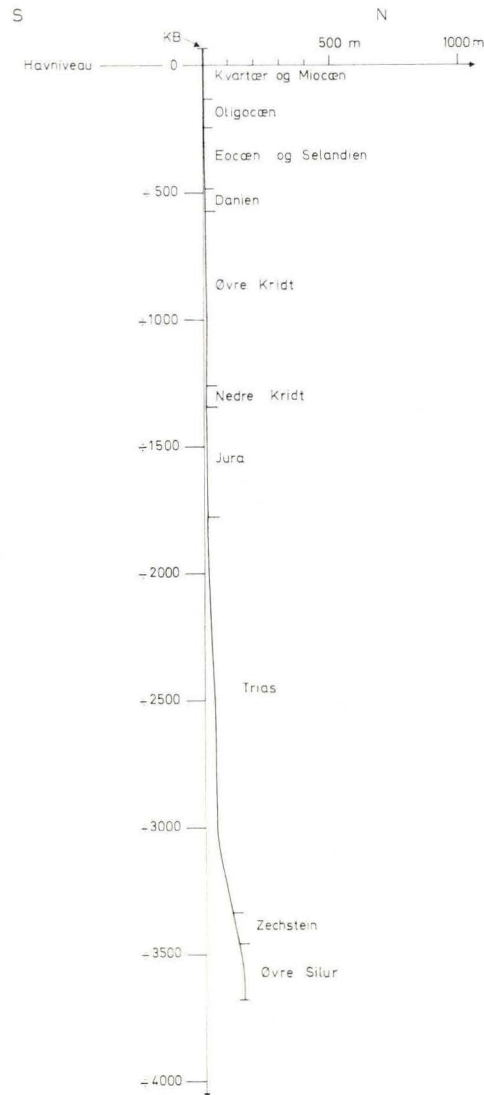


Fig. 12. Boringens horisontalprojektion.

*The horizontal projection of the drilling.*

Fig. 13. Vertikalprojektion af boringen på et plan i retningen N-S.

*Vertical projection of the boring on a plane running due N - due S.*



#### BESTEMMELSE AF TEMPERATURGRADIENTEN

Der er i tilknytning til Schlumbergermålingerne foretaget temperaturmålinger (se tabel 3). Disse temperaturmålinger viser god indbyrdes overensstemmelse. Idet årets middeltemperatur ved Nøvling nr. 1 er  $+7^{\circ}\text{C}$ , fås temperaturgradienten at være  $41 \text{ m}/^{\circ}\text{C}$  mellem jordoverfladen og  $3759 \text{ m}$ 's dybde.

Tabel 1. Tabel over laghældninger. Table of dip and strike.

Dybde (Depth) (m u. KB)	Antal (No.)	Hældning (Deviation)	Retning (Direction)	Standard afvigelse (Standard deviation)	Vurdering af resultaterne (Quality of results)	Bemærkninger (Remarks)	Strygning (Strike)	Hældning (Dip)
1259–1280	7	3°	40°	4.8°	god (good)		N60°W–S60°Ø	3°NNØ
1280–1285	8	1°	10°	2.2°	–		retØ–retW	1°N
1295–1302	11	4°	130°	4.3°	–		N40°Ø–S40°W	4°SØ
1302–1315	20	1°	160°	3.4°	–		N60°Ø–S60°W	1°SSØ
1315–1329	7	ca. 5°	ca. 50°	ca. 4.3°	usikker (poor)		ca. N40°W–S40°Ø	ca. 5°NØ
1329–1343	9	2°	110°	4.6°	god (good)		N20°Ø–S20°W	2°ØSØ
1457–1492	13	ca. 1°	ca. 100°	ca. 7.7°	–	krydslejrning (cross-bedding)	ca. N10°Ø–S10°W	ca. 1°Ø
1847–1854	5	5°	250°	3.1°	–		N20°W–S20°Ø	5°WSW
1854–1868	10	ca. 4°	ca. 300°	ca. 11.0°	–	krydslejrning (cross-bedding)	ca. N30°Ø–S30°W	ca. 4°WNW
1868–1885	8	4°	210°	4.0°	–		N60°W–S60°Ø	4°SSW
1885–1903	7	ca. 2°	ca. 200°	ca. 6.9°	–	krydslejrning? (cross-bedding?)	ca. N70°W–S70°Ø	ca. 2°SSW
1903–1932	13	5°	230°	4.6°	–		N50°W–S50°Ø	5°SW
1932–1939	9	2°	190°	5.3°	–		N80°W–S80°Ø	2°S
1939–1952	11	4°	280°	4.5°	–		ret N–ret S	4°W
1952–1965	5	ca. 5°	ca. 240°	ca. 4.6°	usikker (poor)		ca. N30°W–S30°Ø	ca. 5°WSW
1965–1981	19	5°	210°	4.3°	god (good)		N60°W–S60°Ø	5°SSW
1981–1993	14	5°	230°	3.7°	–		N50°W–S50°Ø	5°SW
1993–2000	6	ca. 3°	ca. 240°	ca. 10.6°	usikker (poor)	krydslejrning(?) (cross-bedding(?))	ca. N30°W–S30°Ø	ca. 3°WSW
2000–2010	15	7°	210°	4.6°	god (good)		N60°W–S60°Ø	7°SSW
2010–2025	18	7°	230°	5.7°	–		N40°W–S40°Ø	7°SW
2025–2038	18	4°	220°	4.2°	–		N60°W–S60°Ø	4°SSW
2038–2060	27	6°	240°	4.8°	–		N30°W–S30°Ø	6°WSW
2359–2411	14	8°	260°	5.8°	–		N20°W–S20°Ø	8°WSW



Dybde (Depth) (m u. KB)	Antal (No.)	Hældning (Deviation)	Retning (Direction)	Standard afvigelse (Standard deviation)	Vurdering af resultaterne (Quality of results)	Bemærkninger (Remarks)	Strygning (Strike)	Hældning (Dip)
2832–2863	14	6°	290°	7.8°	–	krydslejring(?) (cross-bedding(?))	N20°Ø–S20°W	6°WNW
2863–2886	15	6°	310°	6.9°	–		N30°Ø–S30°W	6°WNW
2900–2939	17	2°	350°	10.3°	–	krydslejring(?) (cross-bedding(?))	N80°Ø–S80°W	2°N
2939–2976	14	2°	320°	6.3°	–		N40°Ø–S40°W	2°NW
2999–3051	17	11°	190°	6.2°	–		ret Ø–ret W	11°S
3071–3084	4	ca. 27°	ca. 180°	ca. 12.0°	–	krydslejring(?) (cross-bedding(?))	ca. ret Ø–ret W	ca. 27°S
3084–3180	13	34°	170°	6.5°	–		N80°Ø–S80°W	34°S
3180–3225	13	40°	190°	8.2°	–	krydslejring(?) (cross-bedding(?))	ret Ø–ret W	40°S
3225–3259	6	?	?	?				
3315–3338	7	ca. 13°	ca. 10°	ca. 5.9°	usikker (poor)	lagdeling?? (bedding??)	ca. N80°W–S80°Ø	ca. 13°N
3537–3541	5	34°	70°	5.1°	god (good)		N30°W–S30°Ø	34°ØNØ
3551–3559	5	31°	50°	4.5°	–		N40°W–S40°Ø	31°NØ
3559–3578	2	ca. 31°	ca. 70°	ca. 10.0°	usikker (poor)	krydslejring? (cross-bedding?)	ca. N20°W–S20°Ø	ca. 31°ØNØ
3578–3611	7	ca. 30°	ca. 270°	ca. 11.8°	god (good)	forkløftning(?) (jointing(?))	ca. N10°W–S10°Ø	ca. 30°W
3611–3641	6	ca. 35°	ca. 40°	ca. 9.0°	–	krydslejring? (cross-bedding?)	ca. N60°W–S60°Ø	ca. 35°NNØ
3641–3688	2	ca. 31°	ca. 50°	ca. 12.7°	usikker (poor)	lavabænke? (lava beds?)	ca. N50°W–S50°Ø	ca. 31°NØ
3726–3759	2	ca. 11°	ca. 80°	ca. 2.4°	usikker (poor)	lagdeling?? (bedding??)	ca. N10°W–S10°Ø	ca. 11°Ø

Tabel 2. Bestemmelse af dybder for laghældningsændringer.  
Determination of depths of change in dip.

Dybde af laghældningsændring (m under KB) Depth of change in dip (m below KB)		Formodet ændringsårsag Supposed cause of change
Aflæst fra fig. 10 Read from fig. 10	Ændring iflg. Schlumberger målinger eller lithologi Change accord. to Schlumberger measurements or lithology	
1350	1355	top af hauterivien
1400	1413	top af jura
2110	2074	top af ? »Rote Wand«
2330	2323	lithologisk ændring; svag diskordans? (lithologic change; small unconformity?)
2420	2429	top af stensalt-førende afsnit (top of rock salt section)
2630	2618	bund af stensalt-førende afsnit (base of rock salt section)
2700	2692 (?)	svag lithologisk ændring (slight lithologic change)
3060	3045	lithologisk ændring (lithologic change)
3130	ca. 3118	lithologisk ændring (lithologic change)
3420	3423	top af zechstein
3540	3534	top af øvre silur (top of Upper Silurian)
3630	3613	bund af øverste basalt (base of uppermost basalt section)
3700	3700	lithologisk ændring; vinkeldiskordans (?) (lithologic change; angular unconformity (?))

ENGLISH SUMMARY

DETERMINATION OF DEVIATIONS, DIPS AND TEMPERATURE  
GRADIENT OF NØVLING NO. 1

DEVIATION OF THE BORING

Continuous dipmeter logs are available for the interval 1070–3759 m (below KB); above this interval only drift indicator measurements have been made.

Fig. 10 shows graphically the direction of the drilling at any point in the interval 1070–3759 m (below KB).

For the interval not measured with the continuous dipmeter, the deviation and azimuth

Tabel 3. Temperaturmålinger.  
Temperature measurements.

Dato (1966)	Kl.	Type af Schlum- bergermåling	Dybde (m u. KB)	Tempe- ratur	Dia- meter*	Bjergart
29. okt.	01:00	sonic	3533	83°C	13''	dolomitisk lerskifer
29. okt.	13:00	gammaray- neutron	3534	88°C	13''	dolomitisk lerskifer
30. okt.	01:00	sonic	3532	91°C	13''	dolomitisk lerskifer
30. okt.	06:00	comp.form. density	3533	93°C	13''	dolomitisk lerskifer
15. nov.		contin. dipmeter	3759	95°C	8''	lerskifer

\* borehullets diameter med mudderkage.

have been estimated for points at 50 m intervals by extrapolation and comparison with the drift indicator results.

The boring has been subdivided into a number of short (50 m, 20 m or less) intervals, for each of which the vertical correction and the horizontal component have been calculated (by means of the sinus versus and the sinus functions, respectively). The cumulative vertical correction, combined with the elevation of the KB above sea level, is shown graphically in fig. 11. Fig. 12 shows the horizontal projection of the boring, and fig. 13 shows a vertical projection on a plane running due N – due S.

#### CALCULATION OF DIPS

In Nøvling No. 1, dips have been determined by the continuous dipmeter for 437 points distributed in the intervals 1070–1159 m, 1250–1551 m, 1691–1692 m, 1837–2101 m, 2186–2222 m, 2250–2425 m, 2485–2486 m, 2635–2741 m, 2818–3266 m, 3291–3292 m, 3300–3351 m, 3390–3431 m, and 3454–3759 m.

Table 1 shows the results of calculations of average values of the dip for a number of sections with uniform lithology. The modal average and its standard deviation are given for each section, the directions and strikes being rounded off to the nearest 10° and the deviations and dips to the nearest degree. Directions refer to magnetic north, strikes to geographic north.

The results of table 1 can be summarized as follows:

1259–1492 m	about 2° toward E, only slightly varying
1847–2060 m	about 4° toward SW, only slightly varying
2359–2411 m	8° toward WSW, only slightly varying
2832–2976 m	4° toward WNW, only slightly varying
2999–3259 m	gradually changing downward from 11° toward S to 40° toward S
3315–3338 m	about 13° toward N (this value probably does not represent bedding)
3537–3688 m	gradually changing downward from 35° toward ENE to 32° toward NE



A comparison of the direction of the boring at any point with the dip of the bedding at that point reveals the well-known tendency of the boring to take a direction perpendicular to the bedding; this direction usually is only somewhat approximated, since the direction of the bedding may change before the adjustment has become complete.

In fig. 10 the linear distance scaled graphically between two consecutive 20 m marks shows the rate of change of direction of the boring in units of degrees per 20 m. This rate of change is in certain places particularly large. The depth at which such an increase in the rate of change of direction begins may in most cases be supposed to correspond to a major or at least more significant change in the direction of dip. Table 2 lists these depths and gives their probable or possible interpretation on the basis of lithology and Schlumberger logs.

#### DETERMINATION OF THE TEMPERATURE GRADIENT

In connection with the Schlumberger measurements the following temperature measurements have been made (see table 3 p. 61).

These measurements fit well together, and taking the yearly mean temperature at Nøvling No. 1 to be  $+7^{\circ}\text{C}$ , the average temperature gradient is found to be  $41\text{ m}/^{\circ}\text{C}$  between the Earth's surface and 3759 m depth.

# OLIGOCÆN OG MIOCÆN I NØVLING NR. 1 (0–312 M)

BIOSTRATIGRAFISK UNDERSØGELSE PÅ GRUNDLAG  
AF FORAMINIFERER

af

*Finn Nyhuus Kristoffersen*

Den foreliggende undersøgelse af intervallet 60'–1050' (18–312 m) er baseret på foraminiferer. Ialt 39 skylleprøver udtaget med intervaller på 10, 15, 20 og 30 fod er undersøgt, idet 30 fods intervaller er det almindeligste.

## LITHOLOGI

Den lithologiske oversigt er sammenstillet på grundlag af beskrivelser foretaget af OLAF MICHELSEN og FINN NYHUUS KRISTOFFERSEN. Den lithologiske beskrivelse er forsøgt korrigeret i forhold til Schlumbergermålinger, men med ringe resultat, idet skylleprøverne er af en dårlig kvalitet bl. a. som følge af den store borehastighed i denne den øverste del af boringen. Endvidere vil afsnittets ukonsoliderede og oftest sandede bjergarter opslæmmes i boremudderet, således at egentlige cuttings sjældent lader sig identificere. Kun afsnittets nedre grænse (312 m) har kunnet korrigeres i forhold til Schlumbergermålinger, og denne dybde er angivet i meter under kelly bushing. Dybder for udtagne skylleprøver er angivet i engelske fod under kelly bushing, medens tilsvarende dybder omregnet til meter er anført i parentes.

- 60'– 90' Sand, mellemk.-groft. Brunkul optræder i den øvre del af intervallet.
- 90'– 225' Ler, mørkebrunt, glimmerholdigt, kalkfrit.
- 225'– 240' Brunkul. Mellemk.-groft sand optræder i små mængder.
- 240'– 360' Sand, mellemk.-groft. Brunkul forekommer formentlig underordnet. Især i den nedre del af afsnittet optræder en del glimmerholdigt ler.
- 360'– 450' Ler, mørkebrunt, glimmerholdigt, kalkfrit. Sand tiltager nedefter.
- 450'– 660' Sand, mellemk.-groft, afvekslende med mørkebrunt, glimmerholdigt ler. Fra 470' optræder en finkornet, grå, stærkt kalkholdig sandstenskonkretion, som ofte indeholder mollusk-fragmenter og polerede kvartskorn i grusfraktion.
- 660'–1050' Ler, mørkebrunt, glimmerholdigt, svagt kalkholdigt. Fra 750' indeholder prøverne en stigende mængde glaukonit.

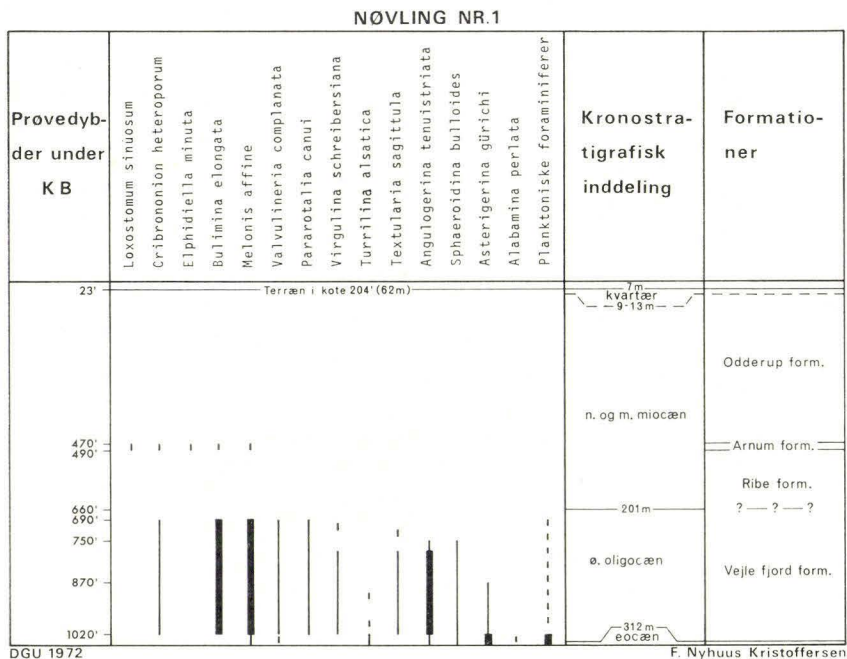


Fig. 14

Prøven fra 1020'–1050' er præget af den karakteristiske lyse eocæne mergel, som vil blive behandlet af ARNE DINESEN (se side 71). Udover talrige eocæne foraminiferer indeholder prøven imidlertid en oligocæn foraminiferfauna, som afviger en del i forhold til den, der findes i de overliggende prøver. Grænsen mellem den lyse mergel og det mørkebrune, glimmerholdige ler svarende til grænsen mellem lag af henholdsvis eocæn og oligocæn alder, må derfor søges indenfor prøveintervallet 1020'–1050'. Som allerede omtalt giver denne grænse sig tydeligt til kende på Schlumberger logs ved 312 m.

#### BIOSTRATIGRAFI

Som det allerede vil fremgå af den lithologiske oversigt, falder afsnittet naturligt i to enheder. Øverst fra 60'–660' en serie hovedsagelig bestående af sandede aflejringer med indslag af ler og brunkul. Herunder fra 660'–1050' en overvejende glaukonitholdig ler serie.

#### Afsnittet 60'–660' (18–201 m)

Foraminiferer optræder kun i prøven 470'–490'. Der er tale om en både individ- og artsfattig fauna, og tilmed er skallerne i en dårlig bevaringstilstand. Nogle få karakteristiske foraminiferer skal nævnes:



*Loxostomum sinuosum* CUSHMAN 1936  
*Cribrononion heteroporum* (EGGER 1857)  
*Elphidiella minuta* (REUSS 1865)

*Loxostomum sinuosum* kendes fra en række borer i Jylland i lag tilhørende Klintinghoved formationen, i hvilken den dog er sjælden og morfologisk ukarakteristisk, og i den nedre del af Arnum formationen, medens *Elphidiella minuta* kun er fundet i Arnum formationen (KRISTOFFERSEN 1972). En placering i den nedre del af Arnum formationen må derfor være naturlig og støttes da også af faunabilledet iøvrigt. Arnum formationen er på basis af mollusker blevet korreleret med den tyske Hemmoorer Stufe (SORGENFREI 1958).

Udover de dårligt bevarede foraminiferer i prøven 470'–490' er der iagttaget vidnesbyrd om marine lag i intervallet 450'–690', idet der optræder marine mollusker i en del af prøverne. Da prøverne imidlertid er af en dårlig kvalitet, kan tilstedeværelsen af marine mollusker i de fleste af prøverne ikke tages som udtryk for, at hele det nedre afsnit er af marin oprindelse. Tværtimod må det formodes, at hovedparten af fossilerne repræsenterer nedfald hidrørende fra nogle få marine indslag i en iøvrigt non-marin serie. L. BANKE RASMUSSEN har undersøgt de fundne mollusker og knytter følgende bemærkninger hertil:

»Fra intervallet 490'–690' i Nøvling nr. 1 foreligger en del rester af marine mollusker, som delvis har kunnet bestemmes. I prøven 490'–510' fandtes bl. a. *Nucula* sp., *Leda westendorpii* (NYST & WESTENDORP), *Hinia schlotheimi* (BEYRICH) og *Aquilofusus cf. grippi* (KAUTSKY). Prøven 540'–570' indeholder overvejende pelecypod-fragmenter, især af *Nucula cf. nucleus* (LINNÉ), samt enkelte skaller af *Leda pygmaea* (MÜNSTER) og fragmenter af *Spisula subtruncata* (DA COSTA) var. Prøven 570'–600' er præget af talrige fragmenter af en *Nucula* (formodentlig *N. nucleus*). Det samme gælder prøverne 600'–630' og 630'–660'. I prøven 600'–630' fandtes tillige et fragment af en *Ringicula*. Et større artsindhold er tilstede i prøven 660'–690', hvor der bl. a. forekommer *Nucula* sp., *Leda westendorpii*, *Yoldia cf. glaberrima* (MÜNSTER), *Laevicardium* sp., *Spisula subtruncata*, *Dentalium* sp., *Natica* sp., *Hinia schlotheimi*, *Admete fusiformis* (CANTRAINED), *Turricula steinvorthis* (v. KOENEN), *Acteon* sp. og *Ringicula buccinea* (BROCCHI). Foruden disse mollusker findes i flere prøver otolither og hjagtænder.

Samtlige nævnte arter er kendt fra Arnum formationen (se SORGENFREI 1958), og de fundne skalrester må anses for rester af molluskselskaber fra marine lag i denne formation. En stor dominans af *Nucula* synes imidlertid ikke at karakterisere noget tidligere publiceret artsselskab fra Danmarks miocæn. På den anden side er der næppe tvivl om, at skalresterne i prøverne fra Nøvling hidrører fra Arnum lag og således er miocæne. Det er derimod usikkert, om mere end én skalførende horisont er repræsenteret«.

Hele afsnittet fra 60'–660' må opfattes som en i hovedsagen non-marin lagserie med enkelte marine indslag. De marine indslag kan som allerede nævnt henføres til den nedre del af Arnum formationen på grundlag af deres indhold af foraminiferer og mollusker, medens de non-marine lag må henføres til Ribe formationen og Odderup formationen (fig. 14).

Grænsen mellem de allerede omtalte lag af miocæn alder og kvartære lag må søges i den allerøverste del af boringen fra 0–60', hvorfra ingen prøver er

udtaget. D.G.U.'s borearkiv indeholder ingen oplysninger om boringer i umiddelbar nærhed af Nøvling boringen, men i en afstand af 4–6 kilometer herfra findes en del boringer, i hvilke grænsen tertiær-kvartær er beliggende 2–6 meter under terræn.

*Afsnittet 660'–1050' (201–312 m)*

Foraminiferer er bortset fra den øverste prøve 660'–690' tilstede i samtlige prøver i intervallet. I den øvre del fra 690'–780' er der tale om en både individ- og artsfattig fauna udelukkende bestående af former, som også optræder i den nedre del. Følgende foraminiferer skal nævnes:

*Pararotalia canui* (CUSHMAN 1928)

*Valvulineria complanata* (D'ORBIGNY 1846)

*Melonis affine* (REUSS 1851)

*Bulimina elongata* D'ORBIGNY 1846

*Cribronion heteroporum* (EGGER 1857)

Afsnittets nedre del fra 780'–1050' er ret individ- og artsrig. Fra 780'–1020' indeholder prøverne en meget ensartet fauna. Udover de allerede nævnte karakteristiske former, som også optrådte i afsnittets øvre del, skal nævnes:

*Angulogerina tenuistriata* (REUSS 1870)

*Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY 1826

*Virgulina schreibersiana* CZJZEK 1847

*Textularia sagittula* DEFRANCE 1824

*Asterigerina gürichi* (FRANKE 1912)

*Angulogerina tenuistriata*, *Melonis affine* og *Bulimina elongata* dominerer intervallet, medens *Asterigerina gürichi*, der først optræder fra 870', kun indgår med forholdsvis små værdier.

Den nederste prøve i afsnittet repræsenterende intervallet 1020'–1050' indeholder en række helt nye foraminiferer, hvoraf hovedparten stammer fra den lyse eocæne mergel, som vil blive behandlet af ARNE DINESEN (se side 71).

To former, som kunne antyde tilstedeværelsen af lag af mellem oligocæn alder, skal nævnes:

*Alabamina perlata* (ANDREAE 1884)

*Turrilina alsatica* (ANDREAE 1884)

Ifølge en mundtlig meddelelse fra ARNE DINESEN kan *Alabamina perlata* imidlertid optræde allerede i den øvre eocæne Søvind mergel. Da de foreliggende *Turrilina* former heller ikke med tilstrækkelig sikkerhed kan erkendes som mellem oligocæne, fordi en tilsvarende variationsbredde ikke er ualmindelig i øvre eocæne lag, må det anses for yderst tvivlsomt, om mellem oligocæne lag er tilstede i boringen. En mellem oligocæn foraminiferfauna har da heller ikke kunnet udskilles.

Det er betydningsfuldt, at *Asterigerina güirichi* i denne prøve optræder med en hyppighed svarende til omkring 25% af de frasorterede foraminiferer. Prøveintervallet 1020'–1050' må derfor omfatte lag af såvel eocæn som øvre oligocæn alder, idet det må anses for overvejende sandsynligt, at den foreliggende *Asterigerina* fauna repræsenterer basis af øvre oligocæn, hvilket er i overensstemmelse med opfattelsen af den oligocæne *Asterigerina* horisont i Niederrhein området i Tyskland (ELLERMANN 1960 og INDANS 1965). Det herover følgende afsnit fra 690'–1020' viser da også god faunistisk lighed med øvre oligocæne faunaer fra Brejning (DINESEN 1959) og Niederrhein området, blandt andet ved tilstedeværelsen af de karakteristiske former *Virgulina schreibersiana* og *Pararotalia canui*.

Endelig skal nævnes, at der i prøven 690'–720' optræder kvartære foraminiferer. Deres tilstedeværelse i prøven må forklares ved forurening under borearbejdet.

#### KONKLUSION

Som det fremgår af det foregående, kan lagserien opdeles i en nedre marin del fra 660'–1050' (201–312 m) indeholdende en oligocæn foraminiferfauna og en øvre overvejende non-marin del fra 60'–660' (18–201 m) med enkelte marine indslag indeholdende miocæne foraminiferer og mollusker.

Det oligocæne afsnit omfatter formentlig kun lag af øvre oligocæn alder, idet tilstedeværelsen af mellem oligocæne lag er meget tvivlsom.

Herover følger miocæne lag fra 60'–660' indeholdende enkelte marine lag i den nedre del fra 450'. Disse lag kan på grundlag af foraminiferer og mollusker henføres til den nedre del af Arnum formationen. Den ikke marine del af afsnittet er derfor henført til Ribe formationen og Odderup formationen.

Marine lag tilhørende den nedre miocæne Klintinghoved formation er ikke registreret. Den yngre del af miocænet svarende til Hodde og Gram formationerne mangler fuldstændig.

Da skylleprøver først er udtaget fra en dybde af 60', har det ikke været muligt at fastlægge grænsen imellem tertiær og kvartær på basis af udtagne prøver. Da denne grænse i en række borer i det pågældende område er fundet i en dybde på mellem 2 og 6 meter, må det formodes, at noget tilsvarende gør sig gældende i den aktuelle boring.

#### ENGLISH SUMMARY

##### OLIGOCENE AND MIOCENE IN NØVLING NO. 1

A biostratigraphical study on the basis of foraminifera

#### LITHOLOGY

The description of the interval 60'–1050' (18–312 m) is based on 39 ditch samples.

60'– 90' Sand, medium- to coarse-grained. Lignite occurs in the upper part of the interval.



- 90'–225' Clay, dark brown, micaceous, non-calcareous.  
 225'–240' Lignite. Medium- to coarse-grained sand is present in small amounts.  
 240'–360' Sand, medium- to coarse-grained. Lignite is present in minor quantities. Micaceous clay is found in the lower part of the interval.  
 360'–450' Clay, dark brown, micaceous, non-calcareous.  
 450'–660' Sand, medium- to coarse-grained, alternating with dark brown, micaceous clay. From 470'–660' are found fine-grained, grey, highly calcareous sandstone concretions, often with fragments of molluscs.  
 660'–1050' Clay, dark brown, micaceous, slightly calcareous. From 750'–1050' with an increasing content of glauconite.

#### BIOSTRATIGRAPHY

The described interval is subdivided into an upper section from 60'–660' consisting mainly of sandy deposits with scattered layers of lignite and clay, and a lower section from 660'–1050' with glauconitic clay.

The section 60'–660' (18–201 m).

Foraminifera have only been found in the sample 470'–490'. The fauna is poor in number of individuals as well as in number of species. The following species are characteristic:

- Loxostomum sinuosum* CUSHMAN 1936  
*Cribronion heteroporum* (EGGER 1857)  
*Elphidiella minuta* (REUSS 1865)

*Loxostomum sinuosum* has been recorded from a number of borings in Jylland in layers belonging to the Klintinghoved Formation, in which it is rare and rather uncharacteristic, and in the lower part of the Arnum Formation, while *Elphidiella minuta* has been recorded from the Arnum Formation only (KRISTOFFERSEN 1972). Therefore the present fauna is referred to the lower part of the Arnum Formation.

Besides the poor foraminiferal fauna, marine indicators were found in a number of samples within the interval 450'–690' in the form of marine molluscs. The samples are of a rather bad quality, however, and therefore the majority of the molluscs are assumed to be cavings from one or a few marine layers situated in the upper part of the interval with marine molluscs (450'–690'), thus including the section 470'–490' with the described foraminiferal fauna. L. BANKE RASMUSSEN has examined the molluscs, and he has made the following remarks:

“From the interval 490'–690' in Nøvling No. 1 a number of fragments of marine molluscs have been collected, some of which it has been possible to identify. In the sample 490'–510' was found a.o. *Nucula* sp., *Leda westendorpii* (NYST & WESTENDORP), *Hinia schlotheimi* (BEYRICH) and *Aquilofusus* cf. *grippi* (KAUTSKY). The sample 540'–570' contained mainly fragments of pelecypods, especially of *Nucula* cf. *nucleus* (LINNÉ), and a few shells of *Leda pygmaea* (MÜNSTER) and fragments of *Spisula subtruncata* (DA COSTA) var. The sample 570'–600' was characterized by numerous fragments of a *Nucula* (presumably *N. nucleus*). The same holds true for the samples 600'–630' and 630'–660'. In the sample 600'–630' also a fragment of a *Ringicula* was found. A larger number of species were present in the sample 660'–690', in which occurred a.o. *Nucula* sp., *Leda westendorpii*, *Yoldia* cf. *glaberrima* (MÜNSTER), *Laevicardium* sp., *Spisula subtruncata*, *Dentalium* sp., *Natica* sp., *Hinia schlotheimi*, *Admete fusiformis* (CANTRAINÉ), *Turricula steinvorthi* (v. KOENEN), *Acteon* sp., and *Ringicula buccinea* (BROCCHI). Besides these molluscs, also otoliths and shark's teeth were found in some of the samples.

All the species named are known from the Arnum Formation (see SORGENFREI 1958), and the shell remains found must be considered to originate from molluscan faunas in marine beds of this formation. A large dominance of *Nucula* does not, however, seem to be characteristic of any of the earlier published faunas from the Danish Miocene. On the other hand, there is hardly any doubt that the shell remains in the samples of Nøvling originate in the Arnum beds and thus are Miocene. But it is uncertain whether more than one shell-bearing horizon is represented.”

The section 60'–660' must be interpreted as a mainly non-marine series with one or a few marine layers. The marine beds are referred to the Arnum Formation, while the non-marine beds are referred to the Ribe Formation and the Odderup Formation (fig. 14).

The boundary between the Tertiary and the Quaternary is located somewhere in the uppermost part of the boring (0'–60'), from which interval no samples are available. In a number of water supply and lignite borings situated 4–6 kilometers from the Nøvling boring the Tertiary–Quaternary boundary was found 2–6 meters below ground, and consequently it is reasonable to suppose this boundary to be at a corresponding depth in the Nøvling boring.

The section 660'–1050' (201–312 m).

Foraminifera are present in all samples within the section except in the uppermost one from 660'–690'. The fauna in the upper part (690'–780') is poor in individuals and species and consists of species that also occur in the lower part. The following species are characteristic:

*Pararotalia canui* (CUSHMAN 1928)  
*Valvulineria complanata* (D'ORBIGNY 1846)  
*Melonis affine* (REUSS 1851)  
*Bulimina elongata* D'ORBIGNY 1846  
*Cribronion heteroporum* (EGGER 1857)

The lower part of the section (780'–1050') is rather rich in individuals and species. In addition to the already mentioned species from the upper part the following species are characteristic:

*Angulogerina tenuistriata* (REUSS 1870)  
*Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY 1826  
*Virgulina schreibersiana* CZIZEK 1847  
*Textularia sagittula* DEFANCE 1824  
*Asterigerina gürichi* (FRANKE 1912)

*Angulogerina tenuistriata*, *Melonis affine* and *Bulimina elongata* dominate the fauna, while *Asterigerina gürichi*, which occurs in the interval 870'–1050', shows relatively low frequencies except in the lowermost sample (1020'–1050'), in which it constitutes about 25% of the fauna. This *Asterigerina* fauna is referred to the basal part of the Upper Oligocene, which is in accordance with the interpretation of the Oligocene *Asterigerina* Horizon in the Niederrhein area in Germany (ELLERMANN 1960 and INDANS 1965). The entire fossiliferous interval 690'–1050' shows a rather good faunistic resemblance with Upper Oligocene faunas from Brejning (DINESEN 1959) and the Niederrhein area, especially by the occurrence of the characteristic species *Virgulina schreibersiana* and *Pararotalia canui*.

The lowermost sample (1020'–1050') contains a large number of Eocene foraminifera coming from the light grey Eocene marl which is represented in the lower part of this interval (see DINESEN p. 80). The boundary between the Eocene and Oligocene is situated within this sample interval, and from the gamma ray log it is easily recognized at a depth of 312 m below the Kelly Bushing.

Beds of Middle Oligocene age have not been identified, but recordings of the following species might possibly suggest the presence of Middle Oligocene:

*Alabamina perlata* (ANDREAE 1884)  
*Turrilina alsatica* (ANDREAE 1884)

In an oral communication, however, ARNE DINESEN has informed me that *Alabamina perlata* may occur already in the Upper Eocene Søvind Marl. Furthermore, the *Turrilina* forms present show a variation quite normal for the Upper Eocene, and consequently the presence of Middle Oligocene beds is considered doubtful.

## CONCLUSION

The Oligocene-Miocene series described has been subdivided into a lower marine part (660'–1050') containing an Upper Oligocene foraminiferal fauna, and an upper, mainly non-marine part (60'–660') with one or a few marine layers with Miocene foraminifera and molluscs. The marine Miocene layers are referred to the Arnum Formation while the non-marine parts are referred to the Ribe Formation and the Odderup Formation (see fig. 14).

Beds of Middle Oligocene age have not been recognized. Marine layers belonging to the Lower Miocene Klintinghoved Formation have not been found either. The younger part of the Miocene corresponding to the Hodde and Gram Formations is missing.

The Tertiary-Quaternary boundary is supposed to be located between 2 and 6 meters below ground.

## LITTERATUR

- DINESEN, A., se LARSEN, G. og DINESEN, A.  
 ELLERMANN, C., 1960. Foraminiferen aus dem Oligozän des Schachtes Kapellen (Niederrhein) mit Variationsstatistik von *Elphidium subnodosum* (ROEMER). – Geol. Jb., Bd. 77, pp. 645–710. – Hannover.  
 INDANS, J., 1965. Mikrofaunistisches Normalprofil durch das marine Tertiär des Niederrheinischen Bucht. – Forsch. ber. Land Nordrhein-Westfalen, nr. 1484. – Köln.  
 KRISTOFFERSEN, F. NYHUUS, 1972. Foraminiferzonering i det jyske miocæn. – Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1971, side 79–85. – København.  
 LARSEN, G. & DINESEN, A., 1959. Vejle Fjord Formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen. (oligocæn-miocæn). – Danmarks geol. Unders. II. række, nr. 82. – København.  
 SORGENFREI, T., 1958. Molluscan Assemblages from the Marine Middle Miocene of South Jutland and their Environments. – Danmarks geol. Unders. II. række, nr. 79. – København.



## EOCÆN I NØVLING NR. 1

(312–427 M)

af

*Arne Dinesen*

### INDLEDNING

Under de oligocæne lag, som er behandlet i det foregående afsnit af F. NYHUUS KRISTOFFERSEN, gennemboredes en serie af fede mergel- og lerbjergarter med indslag af vulkansk aske. Serien må på grund af den stratigrafiske placering, de lithologiske træk og foraminiferindholdet henføres til eocæn.

Prøvematerialet består af 14 skylleprøver, der er udtaget med et interval på 30' mellem 1020' og 1440'. Med støtte i den optagne gamma ray log lader en stratigrafisk inddeling sig gennemføre i et vist omfang. Seriens top og basis findes ved henholdsvis 312 m og 427 m. Mægtigheden andrager således 115 m, idet der dog hersker tvivl, om de nederste 10 m (417–427 m) bør henføres til paleocæn istedet for til eocæn.

### LITHOLOGI

Prøverne blev beskrevet på borestedet af O. MICHELSEN, hvis iagttagelser senere er suppleret af F. NYHUUS KRISTOFFERSEN og undertegnede. Beskrivelsen lyder således:

- ( –1020': Glimmerler, mørk brungrå, finsandet, med enkelte skalfragmenter).
- 1020'–1050': Ler, grå, let finsandet, med enkelte glaukonitkorn og med en del skalfragmenter, samt Mergel, hvidlig, der er indarbejdet som små stumper og slirer i den grå lerbjergart.
- 1050'–1080': Mergel, hvidlig til lys brunlig grå, sjældent lys rødlig brun.
- 1080'–1170': Mergel, dels lys brunlig grå, dels lys rødlig brun.
- 1170'–1350': Ler, grå til grønlig grå, stedvis mørk (især i prøven 1290'–1320'). (Mergel af lysere farve som ovenfor er antagelig »nedfald«).
- 1350'–1440': Ler, dels som ovenfor, dels teglstensrød, samt (fra 1380' og nedefter) Ler, mørk grå, pyritrig, og vulkansk aske.
- (1440'– : Ler, grå, let finsandet, skifret).

### FORAMINIFERINDHOLD

I tabellen er anført foraminiferanalyser af de 14 skylleprøver mellem 1020' og 1440'. Analyserne er foretaget på 3 slæmmerest-fraktioner fra hver prøve,

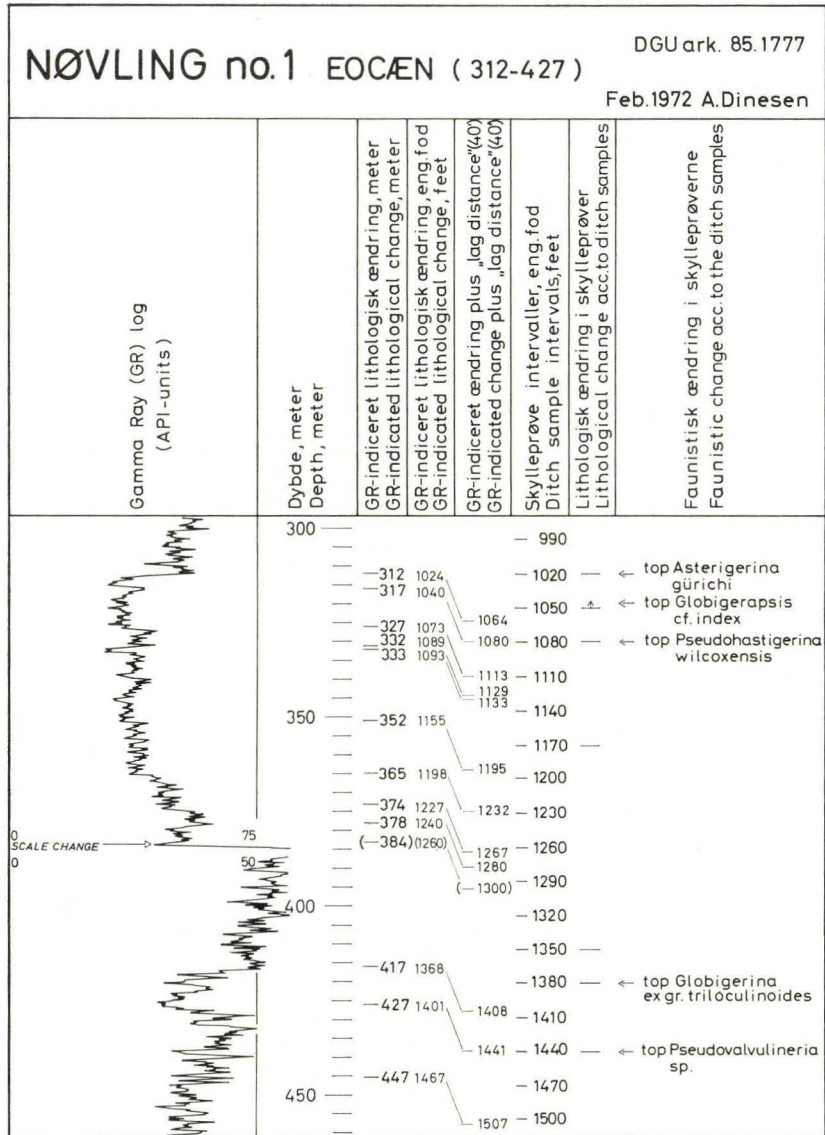


Fig. 15

nemlig fraktion 1 (0.10–0.25 mm), fraktion 2 (0.25–0.50 mm) og fraktion 3 (0.50–1.00 mm). Navnlig i fraktion 3 optræder eksemplarer, der er mindre end angivet af den nedre fraktionsgrænse.

Som følge af den anvendte boreteknik vil foraminifersammensætningen i de enkelte prøver være præget af »nedfald« (caving) fra de overliggende lag. Det er i tabellen søgt at skelne mellem eocæne og yngre former, idet talangivelserne for de sidstnævnte er sat i parentes. Former som *Textularia cf. sagittula*,

	Fraktion	-1050'	-1080'	-1110'	-1140'	-1170'	-1200'	-1230'	-1260'	-1290'	-1320'	-1350'	-1380'	-1410'	-1440'
1. <i>Textularia</i> cf. <i>sagittula</i> DEFRANCE	1	..	(3)	(1)	..	..	..	(1)	(1)	..	..	..	..	..	..
	2	(1)	(1)	..	..	..	(7)	(2)	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2. <i>Spiroplectammina</i> <i>carinata</i> (D'ORBIGNY)	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	2	2	1	3	4	1	..	1	..	1	..	1	1	1	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
3. <i>Plectina</i> sp. (AD-B173)	1	..	..	3	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
	2	1	4	3	4	2	..	2	..	1	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
4. <i>Pseudoclavulina</i> sp. (AD-B159)	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	4	..
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
5. <i>Arenobulimina</i> sp. (AD-B163)	1	..	1	2	..	2	2	1	..	..	..	..	..	..	..
	2	..	..	1	3	2	2	1	..	1	1	..	1	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
6. Andre aggl. foram. – Other arenaceous forams.	1	(3)	..	1	1	4	..	2	..	1	..	1	2	2	11
	2	(3)	..	..	5	1	1	..	1	..	..	1	4	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7. Miliolidae	1	..	8	4	7	3	2	1	5	1	8	..	4	..	1
	2	5	2	..	2	3	3	..	1	..	..	..	..	..	..
	3	3	1	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
8. <i>Stilostomella</i> sp. sp.	1	..	..	..	3	..	2	..	6	1	8	..	2	..	1
	2	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	1	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
9. <i>Vaginulinopsis</i> <i>decoratus</i> (REUSS)	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	2	1	1	..	..	8	2	2	..	..	..	..	1	1	..
	3	1	..	..	..	1	6	3	..	..	..	..	..	..	..
10. Andre Lagenidae – Other Lagenidae	1	7	10	9	16	15	5	7	10	12	11	1	8	7	5
	2	34	72	72	88	62	64	72	15	19	15	9	15	4	3
	3	8	34	13	20	11	6	12	1	1	..	1	2	..	..
11. Polymorphinidae	1	..	1	5	4	3	3	2	2	7	3	1	2	..	..
	2	8	7	4	12	2	5	5	..	3	1	1	1	..	..
	3	3	1	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..



	Fraktion	-1050'	-1080'	-1110'	-1140'	-1170'	-1200'	-1230'	-1260'	-1290'	-1320'	-1350'	-1380'	-1410'	-1440'
12. <i>Turrilina</i> sp. sp.	1	20	3	2	4	2	3	2	3	3	7	1	4	3	9
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
13. <i>Bulimina elongata</i> D'ORBIGNY	1	(1)	..	(1)	..	..	(2)	(3)	..	..	..	..	..	..	..
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
14. <i>Bulimina alsatica</i> CUSHM. & PARKER	1	..	2	2	..	1	3	2	1	1	..	..	2	7	2
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
15. <i>Bulimina aksuatica</i> MOROSOVA	1	1	8	9	13	13	8	19	7	10	17	1	27	4	4
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
16. <i>Uvigerina farinosa</i> HANTKEN	1	..	..	1	1	2	..	1	..	2	1	..	1	..	..
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
17. <i>Uvigerina costellata</i> MOROSOVA	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..
	2	..	..	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
18. <i>Angulogerina ex gr. gracilis</i> (REUSS)	1	(10)	..	..	..	..	(2)	(5)	..	(1)	(1)	..	..	..	..
	2	(1)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
19. <i>Angulogerina abbreviata</i> (TERQUEM)	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	5
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
20. <i>Reusella limbata</i> (TERQUEM)	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
21. <i>Bolivina</i> sp. sp.	1	1	2	3	5	2	2	..	2	2	2	..	4	..	..
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
22. <i>Aragonia compressa</i> OLSSON	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

	Fraktion	-1050'	-1080'	-1110'	-1140'	-1170'	-1200'	-1230'	-1260'	-1290'	-1320'	-1350'	-1380'	-1410'	-1440'
23. Andre Buliminidae – Other Buliminidae	1	..	1	4	3	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..
	2	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
24. <i>Cassidulina</i> sp. sp.	1	7	3	1	1	1	3	1	2	1	4	1	3	2	..
	2	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
25. <i>Sphaeroidina bulloides</i> D'ORBIGNY	1	(5)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	2	(9)	..	..	..	..	..	(1)	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
26. <i>Nonion affine</i> (REUSS)	1	(4)	..	..	..	(2)	(2)	..	..	(1)	(1)	..	..	..	..
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
27. <i>Pullenia</i> sp. sp.	1	2	5	4	4	3	6	7	6	4	8	..	7	2	1
	2	1	1	..	3	2	..	1	1	1	..	1	1	1	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
28. <i>Valvulineria</i> sp. sp.	1	(2)	..	..	(1)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	2	(1)	..	..	..	..	(1)	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
29. <i>Gyroidina</i> sp. sp.	1	4	3	12	11	10	17	9	4	7	7	3	17	3	2
	2	3	18	13	12	5	7	2	..	2	..	..	4	..	1
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
30. <i>Eponides umbonatus</i> (REUSS)	1	..	2	4	12	6	7	5	5	6	6	3	6	3	13
	2	..	1	5	5	7	4	2	..	3	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
31. <i>Cancris auriculus</i> var. <i>primitivus</i> CUSHMAN & TODD	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
32. <i>Cibicides cf. tenellus</i> (REUSS)	1	19	26	33	45	36	34	29	20	25	32	10	29	7	15
	2	20	54	51	84	56	34	38	7	19	12	..	9	1	5
	3	..	2	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
33. <i>Cibicides ungerianus</i> D'ORBIGNY	1	..	..	2	1	1	..	2	..	1	..	..	..	9	4
	2	3	9	6	13	1	3	2	..	1	1	..	..	2	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

	Fraktion	-1050'	-1080'	-1110'	-1140'	-1170'	-1200'	-1230'	-1260'	-1290'	-1320'	-1350'	-1380'	-1410'	-1440'
34. <i>Cibicides sulzensis</i> (HERRMANN)	1	2	5	3	..	8	5	2	1	2	..	..	..	..	2
	2	..	1	2	3	7	3	3	..	1	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
35. <i>Cibicides</i> (?) sp.	1	..	3	1	..	2	1	..	..	2	..	..	2	..	3
	2	1	..	1	1	2	2	3	..	..	1	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
36. <i>Cibicides dutemplei</i> (D'ORBIGNY)	1	1	..	..	..	1	3	..	..	1	..	1	..	..	..
	2	..	..	1	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
37. <i>Cibicides</i> sp. sp.	1	21	4	15	10	4	8	4	14	7	7	5	1	19	19
	2	8	4	8	10	6	5	11	6	4	4	3	1	1	7
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
38. <i>Anomalina grosserugosa</i>	1	3	4	6	2	2	2	1	4	1	3	2	1	8	2
	2	7	13	..	7	3	10	3	..	1	1	..	1	..	2
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
39. <i>Anomalina</i> sp. sp.	1	..	4	4	2	4	2	4	4	1	6	2	5	6	8
	2	..	2	8	8	6	2	4	..	3	2	1	1	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
40. <i>Epistomina elegans</i> (D'ORBIGNY)	1	..	..	..	..	(1)	..	..	..	..	..	..	(1)	..	..
	2	(6)	(2)	..	(3)	(6)	..	(2)	..	..	..	..	(1)	..	..
	3	(2)	(1)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
41. <i>Alabamina</i> sp. sp.	1	1	3	4	1	1	6	4	5	4	3	3	8	1	4
	2	..	..	2	..	..	1	1	..	1	1	..	1	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
42. <i>Siphonina</i> sp. sp.	1	..	1	..	1	..	1	..	..	..	2	..	..	11	2
	2	1	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
43. <i>Ceratobulimina contraria</i> (REUSS)	1	(2)	(2)	..	(1)	..	..	(1)	..	..	..	..	(1)	..	..
	2	(1)	..	..	(1)	..	..	..	..	..	..	..	(1)	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
44. <i>Asterigerina gürichi</i> (FRANKE)	1	(76)	(7)	(8)	(6)	(6)	(17)	(8)	(5)	(18)	(7)	(1)	(3)	(1)	(4)
	2	(83)	(11)	(16)	(15)	(15)	(15)	(13)	(5)	(8)	(3)	..	(4)	..	(1)
	3	..	(1)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..



	Fraktion	-1050'	-1080'	-1110'	-1140'	-1170'	-1200'	-1230'	-1260'	-1290'	-1320'	-1350'	-1380'	-1410'	-1440'
45. <i>Asterigerina</i> (?) sp.	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	8	18
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
46. Andre kalkskallede benthoniske foram. – Other calc.benth. forams. »Eocæne« benthoniske foram. – »Eocene« benth. forams.  Benth. foram. fra yngre lag – Benth. forams. from younger beds	1	9	(1)	2	3	5	2	7	3	2	3	1	4	9	10
	2	1	5	3	5	7	3	3	..	1	1	..	..	..	..
	3	..	2	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..
	1	98	99	130	150	131	128	120	104	104	139	34	141	118	143
	2	97	195	189	270	185	171	159	31	64	40	19	43	11	18
	3	15	41	15	20	13	14	16	1	1	..	2	3	..	..
	1	(103)	(13)	(10)	(8)	(9)	(23)	(9)	(6)	(20)	(9)	(1)	(5)	(1)	(4)
	2	(105)	(14)	(16)	(19)	(21)	(23)	(19)	(5)	(8)	(3)	..	(6)	..	(1)
	3	(2)	(2)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
47. <i>Globigerina ex gr. bulloides</i> D'ORBIGNY	1	45	127	154	108	200	199	210	138	198	98	200	117	86	108
	2	4	10	17	17	6	3	7	9	19	18	7	2	1	4
	3	..	..	3	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
48. <i>Globigerina ex gr. triloculinoides</i> PLUMMER	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	89	11
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	5	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
49. <i>Acarinina</i> sp. sp.	1	89	30	19	34	42	45	80	57	25	50	54	41	43	32
	2	1	1	..	3	..	..	6	9	..	1	1	..	7	4
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
50. <i>Globorotalia</i> sp. (AD-P33)	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1
	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
51. <i>Globigerapsis cf. index</i> (FINLAY)	1	..	26	7	7	..	3	3	5	3	13	..	2	..	..
	2	1	125	91	106	80	30	29	52	53	60	17	12	2	3
	3	..	..	1	..	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..
52. <i>Pseudohastigerina wilcoxensis</i> (CUSHM. & PONTON)	1	..	..	1	9	4	6	6	10	6	2	4	19	5	2
	2	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
	3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
53. Andre Globigerinaceae – Other Globigerinaceae  Planktoniske foraminiferer – Planktonic forams.	1	9	..	7	..	2	..	..	3	..	..	3	..	..	..
	2	..	..	..	4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	3	..	5	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	1	143	183	188	158	248	253	299	213	232	163	261	179	223	154
	2	6	136	108	131	86	33	42	70	72	79	25	15	15	11
	3	..	5	5	2	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..

*Bulimina elongata*, *Angulogerina ex gr. gracilis* (bl.a. *A. tenuistriata*), *Nonion affine*, *Valvulineria* sp. sp., *Ceratobulimina contraria* og *Asterigerina gürichi* synes utvivlsomt at stamme fra oligocænet (evt. fra den grå lerbjergart i prøve 1020'–1050'), medens *Epistomina elegans* teoretisk kan være hjemmehørende i eocænet. Alle planktoniske former er opført som eocæne, skønt det ikke kan udelukkes, at *Globigerina bulloides* gruppen indeholder enkelte oligocæne elementer.

#### STRATIGRAFISK VURDERING

Lithologien i skylleprøve-afsnittet 1020'–1440' tyder på, at eocæne formationer som Søvind mergel, Lillebælt ler, Røsnæs ler og ler med vulkansk aske er repræsenteret i profilet.

Henføringen til eocæn støttes af talrige elementer i foraminiferindholdet. Ved sammenligning med andre foraminiferundersøgelser, bl.a. af kærnemateriale fra Viborg nr. 1 (se DINESEN 1972), kan tilstedeværelsen af følgende 3 zoner antages:

Zone med *Globigerapsis cf. index*, top i prøven 1020'–1050'

– – *Pseudohastigerina wilcoxensis*, top i prøven 1080'–1110'

– – *Globigerina ex. gr. triloculinoides*, top i prøven 1380'–1410'

Det er sandsynligvis på grund af et kraftigt »nedfald« fra disse foraminiferige zoner, at andre zoner, som f.eks. har kunnet udskilles i Viborg nr. 1, ikke kan erkendes i Nøvling boringen ud fra det foreliggende materiale. Gamma ray (GR) kurven, der er sammenstillet med andre data i fig. 15, giver visse holdepunkter for en nøjere fastlæggelse af formationsgrænserne. I den følgende gennemgang af profilet er der regnet med en »lag distance« for prøve-materialet af størrelsesordenen 40'.

Som det ses af diagrammet, fig. 3, er »lag time« bestemt to gange under gennemboringen af det omhandlede afsnit, nemlig ved 1098' (svarende til »lag distance« 80') og ved 1349' (svarende til »lag distance« 41'). Den øverste bestemmelse angives imidlertid at være usikker, og den er her ladet ude af betragtning.

GR-faldet ved 312 m må formodes at markere top af den lyse mergel, der spores – sparsomt lithologisk, men kraftigt i foraminiferindholdet – i prøven 1020'–1050'. Med »lag distance« indregnet skulle merglen først vise sig på »shale shaker«, når boret er på 1064', d.v.s. i prøven 1050'–1080'. Afvigelsen fra det forventede må forklares ved, at »lag distance« er mindre end antaget, eller at prøven er udtaget senere end dybdemærkningen angiver.

Den øverste foraminiferzone med *Chiloguembelina* sp. i Viborg nr. 1 (DINESEN, op. cit.) ser ikke ud til at være repræsenteret i Nøvling boringen, hvor prøverne 1020'–1050' (delvis) og 1050'–1080' må henføres til zonen med *Globigerapsis cf. index*, ligesom det er tilfældet med Søvind mergel fra typeområdet ved Horsens fjord.

Fra og med prøven 1080'–1110' optræder *Pseudohastigerina wilcoxensis*, som

i Viborg nr. 1 og østjyske profiler er almindelig i Lillebælt ler og ikke mindst i lag af kalkrig ler eller mergel, der danner overgang mellem det typiske, kalkfattigere Lillebælt ler og Søvind merglen. Skønt det fundne individantal af *P. wilcoxensis* er ringe (måske på grund af store mængder »nedfald« fra *Globigerapsis*-zonen), er der en mulighed for, at Nøvling boringen allerede på ca. 317 m (1080' minus »lag distance« 40') passerer fra Søvind mergel ned i de nævnte overgangslag. På GR kurven ses et svagt maximum netop ved 317 m, som kan tænkes at markere top af overgangslagene, hvis farve at dømme efter skylleprøverne dels er lidt mørkere, dels er stærkere præget af rødlig toner end Søvind merglen. Det kan dog ikke udelukkes, at top for overgangslagene med *P. wilcoxensis* først findes ved 327 m, hvorfra GR kurven viser en stigende tendens nedefter.

Antydninger af ændringer på GR kurven ved bl.a. 332 m og 333 m står muligvis i forbindelse med vekslinger i kalkholdigheden, men først fra 352 m tyder de lidt højere GR-værdier på et konstant lavere kalkindhold. Antagelsen af, at top for det typiske Lillebælt ler befinder sig ved 352 m, støttes af skylleprøverne, som indeholder flere »cuttings« med større lerindhold fra og med prøven 1170'–1200'. »Lag distance« lagt til 352 m giver en prøvedybde (1195'), der falder inden for det nævnte prøveinterval.

Strækningen fra 365 m og ned til basis ved 427 m kan ifølge GR-kurven inddeles i 4, muligvis 5, enheder, der er karakteriseret ved følgende træk:

365–374 m: Øget GR-intensitet ved top, derunder fortsat stigende tendens.

374–378 m: GR udviser et maximum.

378–(384) m: GR minima ved top og basis (?)

(384)–417 m: Ændring af skala tilslører billedet, dog tilsyneladende ret høje værdier ved top (af størrelsesorden som 374–378 m), med fallende tendens nedefter.

417–427 m: Ret lave GR-værdier.

På basis af skylleprøve-lithologien<sup>1</sup> er det meget vanskeligt at korrelere disse radioaktivitet-indicerede enheder med kendte formationer.

I Viborg nr. 1 og boringen LB 38 ved Lillebælt optræder »brogede« overgangslag i mægtigheder på henholdsvis 33 m og 20 m mellem typisk Røsnæs ler og typisk Lillebælt ler (se DINESEN, op. cit.). Det er sandsynligt, at tilsvarende overgangslag findes i Nøvling boringen, og at afsnittet fra 365 m og nedefter må henregnes hertil. Det skal dog bemærkes, at der ikke i foraminifer materialet er fundet elementer, som kan støtte denne tolkning. Den mørke lerbjergart, som især præger prøven 1290'–1320', kan tænkes at stamme fra afsnittet 374–378 m eller fra et afsnit lige under 384 m, hvor GR-værdierne synes øgede. (»Lag distance« 40' lagt til sidstnævnte dybde svarer til en prøvedybde på 1300').

Teglstensrød ler optræder i prøven 1350'–1380', men først i den følgende prøve findes top af zonen med *Globigerina ex gr. triloculinoides* (bl.a. *G. patagonica* TODD & KNIKER), som er knyttet til det typiske Røsnæs ler.



Grænsen mellem overgangslagene og Røsnæs leret må antagelig placeres ved ca. 408 m (1380' minus »lag distance« 40').

Røsnæs leret er formentlig kun nogle få meter mægtigt, idet top af ler med vulkansk aske også falder inden for prøveintervallet 1380'–1410'. Mod forventning synes tilstedeværelsen af vulkanske askelag ikke at give sig udslag i særlig høje GR-værdier. Både Røsnæs ler og ler med vulkansk aske må antages at ligge i den nedre del af GR-afsnittet 384–417 m.

Under 417 m er GR-værdierne lave, og afsnittet 417–427 m må formodes at indeholde få (»negativ askeserie«?) eller ingen askelag. I prøven 1410'–1440', der med en indregnet »lag distance« på 40' skulle repræsentere det nævnte afsnit, spores ingen lithologisk ændring i forhold til den overliggende prøve, hvorfor tilstedeværelsen af fede lerbjergarter må antages på trods af de lave GR-værdier.

Der er en mulighed for, at afsnittet 417–427 m bør medregnes til paleocæn i stedet for som her til eocæn. Prøven 1440'–1470', der er behandlet i I. BANG's efterfølgende afsnit, må klart henføres til paleocæn på grundlag af lithologi og foraminiferer. Omslaget er modsvaret af en brat stigning på GR-kurven ved 427 m, idet den tilsvarende prøvedybde med indregnet »lag distance« er 1441'.

Den foranstående gennemgang af eocæn afsnittet i Nøvling nr. 1 kan opsummeres med følgende inddelingsforslag:

312–317 (evt. 327) m:	Søvind mergel.
317 (evt. 327)–352 m:	Overgangslag mellem Lillebælt ler og Søvind mergel (i typisk udformning).
352–365 m:	Lillebælt ler.
365–ca. 408 m:	Overgangslag mellem Røsnæs ler og Lillebælt ler (i typisk udformning).
Ca. 408–417 m:	Røsnæs ler (få meter) og ler med vulkansk aske.
417–427 m:	Formation ant. bestående af fede lerbjergarter (paleocæn?).

#### ENGLISH SUMMARY

#### EOCENE IN NØVLING NO. 1

An Eocene series, extending from 312 m to 427 m (below Kelly Bushing), consists of sticky marls and clays, with beds of volcanic ash in the lower part. The series is represented by 14 ditch samples from the interval 1020'–1440'.

The foraminiferal content was analysed in three separate fractions of the washed residuals: fraction 1 (0.1 mm–0.25 mm), fraction 2 (0.25 mm–0.50 mm), and fraction 3 (0.50 mm–1.00 mm). The results of the countings are registered in the table. Some of the species are considered to be derived from beds younger than the Eocene. The numbers of these individuals are put down in brackets.

The sample 1020'–1050' consists of two components. A grey, slightly silty clay is probably the source of species like *Textularia cf. sagittula*, *Bulimina elongata*, *Angulogerina ex gr. gracilis*, *Nonion affine*, *Valvulineria sp. sp.*, *Ceratobulimina contraria*, and *Asterigerina gürichi*. This clay belongs to the Upper Oligocene above 312 m (see the article by F. Ny-

HUUS KRISTOFFERSEN, p. 67). The other component of the sample 1020'–1050' is a whitish marl, incorporated as small patches and streaks in the clay. Undoubtedly, the Eocene foraminifera of the sample originate from this marl.

Observations from the Viborg No. 1 core hole and from East Jutland (DINESEN 1972) form a basis for a stratigraphic evaluation of the Eocene section in Nøvling No. 1. When the radioactivity logs and the lag distance (40' estimated to be more reliable than the 80' calculated at 1098', shown in figure 3) are compared with the data on lithology and foraminifera (see figure 15), a subdivision as follows may be suggested:

- 312–317 (or 327) m: Søvind Marl.  
Lithology: Marl, whitish to light brownish grey (subordinately light reddish brown).  
Characteristic foram.: *Globigerapsis cf. index*.
- 317 (or 327)–352 m: Transition beds from Lillebælt Clay to Søvind Marl.  
Lithology: Marl, light brownish grey and light reddish brown.  
Characteristic foram.: *Pseudohastigerina wilcoxensis*.  
Remarks: The top of *P. wilcoxensis* is found in the sample 1080'–1110'. 1080' minus lag distance 40' corresponds to 317 m. It is possibly a consequence of a large contamination from the *G. cf. index* zone above that only few specimens of *P. wilcoxensis* were recorded.
- 352–365 m: Lillebælt Clay.  
Lithology: Clay, grey to greenish grey.  
Characteristic foram.: *Pseudohastigerina wilcoxensis* (as above).
- 365–ca. 408 m: Transition beds from Røsnæs Clay to Lillebælt Clay.  
Lithology: Clay, grey to greenish grey, subordinately dark, and – downwards – reddish brown to brick red.  
Characteristic foram.: ?  
Remarks: The content of foraminifera may be very low in the transition beds. It is very likely that the specimens recorded in the samples 1170'–1380' to a great extent are derived from the zones above.
- Ca. 408–417 m: Røsnæs Clay and Clay with Tuff.  
Lithology: Clay, reddish brown to brick red; Clay, dark grey, pyritic, and volcanic ash.  
Characteristic foram.: *Globigerina ex gr. triloculinoides* (in the Røsnæs Clay).  
Remarks: No change is indicated on the gamma ray log at 408 m, and the beds of tuff, occurring in the same sample (1380'–1410') as the Røsnæs Clay, do not imply higher values on the GR log. The estimated depth for the top of the Røsnæs Clay is 1380' minus 40' (= 408 m).
- 417–427 m: Formation of clay (?).  
Remarks: The gamma ray values are much lower than they are just above 417 m. It is possible that the interval should be referred to the Paleocene rather than to the Eocene.

#### LITTERATUR

DINESEN, A., 1972: Foraminiferselskaber fra de jyske eocæne formationer. – Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1971, p. 70., København.

PALEOCÆN I NØVLING NR. 1  
(427–640 M)

af

*Inger Bang*

Hertil tavle 1–2

Undersøgelsen omfatter intervallet mellem den vulkanske askeserie og maastrichtien 424–643 m. På grund af boremetoden er en nøjagtig afgrænsning opad umulig, og den er her foretaget på rent biostratigrafiske indicier, idet prøven 1440'–1470' (lag time kor.: 424–439 m) indeholder de første paleocæne foraminiferer. Et udsving på gammastrålekurven ved 418 m kan vise toppen af selandien men også en lithologisk grænse indenfor denne. Også grænsen danien-maastrichtien er biostratigrafisk bestemt, idet prøven 2160'–2190' (lag time korrigeret: 2080'–2110' (634–643 m)), indeholder de første senone foraminiferer (se yderligere artiklen af E. STENESTAD).

LITHOLOGI

Følgende lithologiske beskrivelse er foretaget på borestedet af OLAF MICHELSEN:

- 1410'–1500' (430–457 m) Ler, fedt, grønt-gråsort, kalkfrit.
- 1500'–1560' (457–465 m) Ler, ret fedt, mørkegråt, kalkfrit, samt siltsten, grå, hård, kalkholdig.
- 1560'–1680' (465–512 m) Ler, ret fedt, grønliggråt, kalkholdigt og siltsten, grå, hård, kalkholdig.
- 1680'–1740' (512–530 m) Ler, stærkt finsandet, gråt, stærkt kalkholdigt, hård.
- 1740'–1800' (530–549 m) Kalksandsten, finkornet, lysegrå, hård.
- 1800'–1980' (549–604 m) Kalksten, ret hård, grålig-hvid samt mørk og lys gråbrun flint, enkelte bryozoer.
- 1980'–2250' (604–686 m) Kalksten, meget hård, tæt, grålig-hvid – hvid, ofte forkislet. Lys gråbrun flint findes, tiltager i mængde i den nederste del af serien.

På grundlag af tørrede prøver har F. NYHUUS KRISTOFFERSEN beskrevet den samme lagserie:

- 1380'–1440' (421–439 m) Overvejende ler, rødbrunt, meget fedt, kalkholdigt, med lag af tuf, mørk grå, kalkfri.



- 1440'–1770' (439–539 m) Ler, grønliggråt, siltet, kalkholdigt, ofte som lersten, ret blødt. I den øvre del af intervallet 1440'–1530' (457–466 m) dominerer en lersten, grønliggrå, fed, temmelig let i tør tilstand, virker klæbrig, sandsynligvis på grund af stor porøsitet, kalkfri – meget svagt kalkholdig.
- 1770'–3600' (540–1097 m) Slamkalk, gullig hvid og grålighvid, let hærnet. I intervallet 1770'–1950' (540–594 m) er den hyppigt kraftigere hærnet uden dog at være særlig hård, siltet og mere gullig. I samme interval optræder en del bryozøer. I intervallet 1770'–2520' (540–668 m) en del flint, tæt, gråbrun. I hele intervallet forekommer kraftigere hærnedede partier.

#### MATERIALE

Undersøgelsen omfatter 25 prøver (intervallet 1440'–2190') idet dog også prøverne derover er undersøgt for eventuelle paleocæne foraminiferer. Da samtlige prøver fra danien intervallet er domineret af lerarter fra tertiær, er der udpillet cuttings of danskekalken, som er slæmmet for sig og undersøgt. Den lithologiske beskrivelse er suppleret med undersøgelse af bjergarterne i de slæmmede prøver, især af hensyn til fastlæggelsen af den ikke særligt markerede grænse mellem selandien og danien. Den falder indenfor intervallet 1830'–1860', idet denne prøve indeholder en hvid kalksten med en typisk øvre danien fauna foruden en grå kalksten (»grønsandskalk«). Lag time korrigeret er dybden for prøven 1770'–1810' (540–552 m), og en ændring på gamma ray kurven omkring 545–550 m synes at betegne toppen af danskekalk formationen. Det kan bemærkes, at i den del af prøverne, som er slæmmet til biostratigrafisk undersøgelse, er ingen bryozøer konstateret.

#### BIOSTRATIGRAFI

##### *Selandien*

I prøven 1440'–1470' (439–448 m) optræder enkelte repræsentanter for en Kertemindemergel fauna, som bliver rigere nedefter: »*Pseudovalvulineria*« *parvula* (TEN DAM), *Bulimina midwayensis* CUSHMAN & PARKER, *Ammodiscus* sp., *Spiroplectammina* sp., *Melonis nobilis* (BROTZEN), *Pulsiphonina elegans* BROTZEN. Fra omkring 1650' (488 m) afløses den af »Gamborg-faunaen« (tavle 1–2), som er domineret af planktoniske foraminiferer, næsten udelukkende *Globigerina danica*, og ellers indeholder »*Christellaria*« sp., *Bulimina thanethiensis* HAYNES, *B. midwayensis* CUSHMAN & PARKER, *Quadrinorphina halli* (JENNINGS), *Allo-morphina* sp., *Osangularia lens* BROTZEN.

*Danien*

Toppen af danskekalk formationen indeholder relativt mange planktoniske foraminiferer, hvorfor det her er muligt at foretage en zonerings.

Prøverne 1830'–1860' (558–567 m) og 1860'–1890' (567–576 m) kan henføres til den øverste zone i danien: *Globigerina danica* – *Subbotina triloculinoides* zonen («Odense-faunaen»).

Dernæst følger med prøverne 1890'–1920' og 1920'–1950' *Subbotina triloculinoides* zonen («Klintholm-faunaen») og fra prøverne 1950'–1980' (594–603 m) *S. triloculinoides*–*Globoconusa daubergensis* zonen (Rapport over borerne på Storebælt, 1963 (upubl.) samt BANG 1969, henholdsvis zone IV, III og II).

Under 2010' (613 m) er kun fundet enkelte foraminiferer, sandsynligvis på grund af hærningen af kalken. Det kan således ikke afgøres om hele danien-serien er repræsenteret.

Sammenligner man med den nordfor liggende dybdeborings Vejrums nr. 4 (DGU arkiv nr. 64.236) hvor samtlige foraminiferzoner er til stede og hvis mægtighed udgør ca. 170 m, kan man konstatere en reduktion, men det kan ikke afgøres, om man i Nøvling nr. 1 mangler en del af nedre danien, eller forklaringen er, at lagene kiler ud ind mod Ringkøbing–Fyn højderyggen.

## KONKLUSION

- 418 m: kalkfrit ler, eocæn-paleocæn.
- 418 m–ca. 525 m: Kertemindeler, kalkfrit-kalkholdigt, selandien.
- ca. 525 m–ca. 550 m: kalksiltsten, foroven leret, selandien.
- ca. 550 m– 640 m: kalksten, danien.
- 640 m–           kalksten, maastrichtien.

## ENGLISH SUMMARY

## PALEOCENE IN NØVLING NO. 1

The Selandian-Danian (Paleocene) interval is delimited, on the basis of foraminifera, from 1440' (424 m) to the sample 2160'–2190' (634–643 m), which contains the first Maastrichtian foraminifera.

## LITHOLOGY

The lithology has been described as follows (by O. MICHELSEN and F. NYHUUS KRISTOFFERSEN):

- 1410'–1680' Clay, sticky, green to dark grey, upper part non-calcareous, below about 1560' calcareous, with alternating beds of siltstone, grey, calcareous.
- 1680'–1740' Clay, silty, light grey, calcareous.
- 1740'–1800' Siltstone, light grey, highly calcareous.
- 1800'–1980' Limestone, grey to greyish white, with dark and light greyish-brown chert, a few bryozoans.

1980'–2250' Limestone, indurated, greyish white to white, often silicified, with light greyish-brown chert.

The boundary between the Selandian and Danian is not very well pronounced, but may be placed within 1830'–1860', as the sample from this interval contains cuttings of a white limestone with a typical upper Danian foraminiferal assemblage. From the gamma ray log the top of the Danian limestone is placed at about 545–550 m and the top of the silt- and limestone at about 525 m.

#### BIOSTRATIGRAPHY

##### *Selandian*

From the sample 1440'–1470' (424–439 m) downwards a fauna occurs which is characteristic for the Kerteminde Clay: »*Pseudovalvulineria*« *parvula* (TEN DAM), *Bulimina midwayensis* CUSHMAN & PARKER, *Ammodiscus* sp., *Spiroplectammina* sp., *Melonis nobilis* (BROTZEN), *Pulsiphonina elegans* BROTZEN. From about 1650' (488 m) down it is succeeded by an assemblage (pl. 1–2) dominated by planktonic foraminifera, mostly *Globigerina danica* BANG, and contains in addition »*Cristellaria*« sp., *Bulimina thanetiensis* HAYNES, *B. midwayensis* CUSHMAN, *Quadrimorphina halli* (JENNINGS), *Allomorphina* sp., and *Osangularia lens* BROTZEN.

##### *Danian*

The upper part of the Danian limestone has been zoned as follows on the basis of the planktonic foraminifera:

1830'–1890' *Globigerina danica*-*Subbotina triloculinoides* Zone.

1890'–1950' *S. triloculinoides* Zone ("Klintholm-assemblage") overlying the *S. triloculinoides*-*Globoconusa daubjergensis* Zone (BANG 1969).

Below 2010' only scarce, badly preserved foraminifera have been found on account of the induration of the limestone.

#### CONCLUSION

- 418 m: non-calcareous clay, Eocene-Paleocene.
- 418 m–ca. 525 m: Kerteminde Clay, non-calcareous to calcareous, Selandian.
- ca. 525 m–ca. 550 m: siltstone and limestone, clayey in upper part, Selandian.
- ca. 550 m– 640 m: limestone, Danian.
- 640 m– limestone, Maastrichtian.

#### LITTERATUR

- BANG, INGER, 1969. Planktonic Foraminifera and Biostratigraphy of the Type Danian. – Proc. 1. Inter. Conf. Microfos., Geneva 1967, Vol. I, pp. 58–65, Leiden.
- BROTZEN, F., 1948. The Swedish Paleocene and its Foraminiferal Fauna. – Sver. Geol. Unders., Ser. C, Nr. 493, Stockholm.



ØVRE KRIDT I NØVLING NR. 1  
(640–1329 M)

af

*Erik Stenestad*

Til rådighed for undersøgelsen har der været ca. 95 skylleprøver, udtaget i intervallet 2160'–4360' under kelly bushing (KB). Foraminiferundersøgelsen har omfattet samtlige disse prøver.

LITHOLOGI

D.G.U.'s geolog på borestedet, OLAF MICHELSEN, gav den første, foreløbige beskrivelse af den øvre kretaciske lagserie. Denne beskrivelse er suppleret med FINN NYHUUS KRISTOFFERSEN's iagttagelser ved en senere gennemgang af materialet i D.G.U.'s laboratorier. Endelig har ERIK STENESTAD i forbindelse med gennemgangen af foraminiferfaunaerne i de 31 prøver i intervallet 3930'–4360' undersøgt cuttingsfordelingen i fraktionen  $\frac{1}{2}$ –1 mm. (Se fig. 16).

Cuttingsundersøgelsen, der er kvalitativ, skal her kort refereres:

Følgende bjergartstyper er iagttaget i intervallet 3930'–4360'.

Type A: KALKSTEN, hvid-gråligvid, meget finkornet, med enkelte grovere calcitkorn og fossilfragmenter.

Type B: MERGEL, grønliggrå, glimmerholdig, stedvis fint lagdelt.

Type C: MERGELSTEN, fint lagdelt med grå, kalkfri, glimmerrige lag vekslende med hvidlige, kalkrige lag med skalfragmenter.

Type D: FLINT, hvidgrå.

Type E: PYRIT.

Type F: KALKSTEN, lys grålig, meget finkornet, med sortgrå LER-slirer.

Type G: KALKSTEN, gråligvid-gulligvid, meget finkornet, tæt, hård-meget hård.

Type H: KALKSTEN, gulligvid, ret finkornet, med enkelte glauconitkorn, stærkt præget af *Inoceram*-prismer.

Type I: KALKSTEN, lys gulliggrå, med grønligt eller rødligt skær, ret finkornet, med lidt silt, glimmer og glauconit.

Type K: LERSTEN, sort-gråsort, ret fed, kalkholdig, med lidt glimmer, glauconit og finsand samt kalklegemer (bl. a. foraminiferer).

Type L: KALKSTEN, grå og grønliggrå, ret finkornet, glauconit-, glimmer- og siltholdig.

Type M: MERGELSTEN, grå og grønliggrå, glauconit-, glimmer- og siltholdig.

Type N: MERGELSTEN, sortgrå, med hvidlige, uregelmæssige, skalrige, kalkslirer. Foraminiferskallerne er orienteret parallelt med lagdelingen.

Som ovenfor anført, er cuttingsundersøgelsen udført kvalitativt, fordi prøvernes cuttings-sammensætning kun i begrænset omfang kan benyttes ved en vurdering af hvilke bjerg-



- 3510'–3990' (1061–1216 m) Kalksten, hvid til grålighvid, meget finkornet, ret blød til ret hård, med  
*Mergel, grønliggrå, glimmerholdig, stedvis fint lagdelt.*  
Sporadisk optræder flint, hvidgrå og pyrit samt kalksten, gullighvid, ret finkornet, med enkelte glauconitkorn og stærkt præget af skalrester fra *inoceramer*.
- 3990'–4050' (1216–1228 m) Kalksten, hvid til grålighvid, meget finkornet, ret blød til ret hård, med  
Mergel, grønliggrå, glimmerholdig, stedvis fint lagdelt.  
*Mergelsten, fint lagdelt, med grå, kalkfri, glimmerrige lag, vekslende med hvidlige, kalkrige lag med skalfragmenter.*
- 4050'–4155' (1228–1257 m) Kalksten, hvid til grålighvid, meget finkornet, ret blød til ret hård,  
Mergel, grønliggrå, glimmerholdig,  
Mergelsten, fint lagdelt med grå og hvidlige lag,  
*Kalksten, grålighvid til gullighvid, meget finkornet, hård til meget hård.*
- ?4155'–4300' (1257–1291 m) Kalksten, grålighvid til gullighvid, meget finkornet, tæt, hård til meget hård med underordnede lag af  
*Mergelsten, sortgrå, med hvidlige kalkslirer, samt antagelig med lag af blødere kalksten med og uden lerede slirer, mergel af grå og grønlig farve, flint og finkornet kalksten som ovenfor.*
- 4300'–4320' (1291–1316 m) *Kalksten, lys gulliggrå, med grønligt eller rødt skær, ret finkornet, hård, med lidt silt, glimmer og glauconit, muligvis vekslende med kalksten og mergel som ovenfor.*
- ved 4320' (1316 m) *Lersten, sort til gråsort, ret fed, kalkholdig, fint lagdelt.*
- 4320'–4350' (1316–1329 m) *Mergelsten, grå og grønliggrå, glauconit-, glimmer- og siltholdig, med underordnede lag af Kalksten, grå og grønliggrå, ret finkornet, glauconit-, glimmer- og siltholdig.*

Et forkortet boreprofil er vist fig. 17.

Det lithologiske profil fra øvre kridt afsnittet i Nøvling er sammenlignet med tilsvarende profiler fra andre borer i området. I hovedtrækkene er profilerne meget lig hinanden, selv om detaljerne er noget afvigende. Det er i det hele



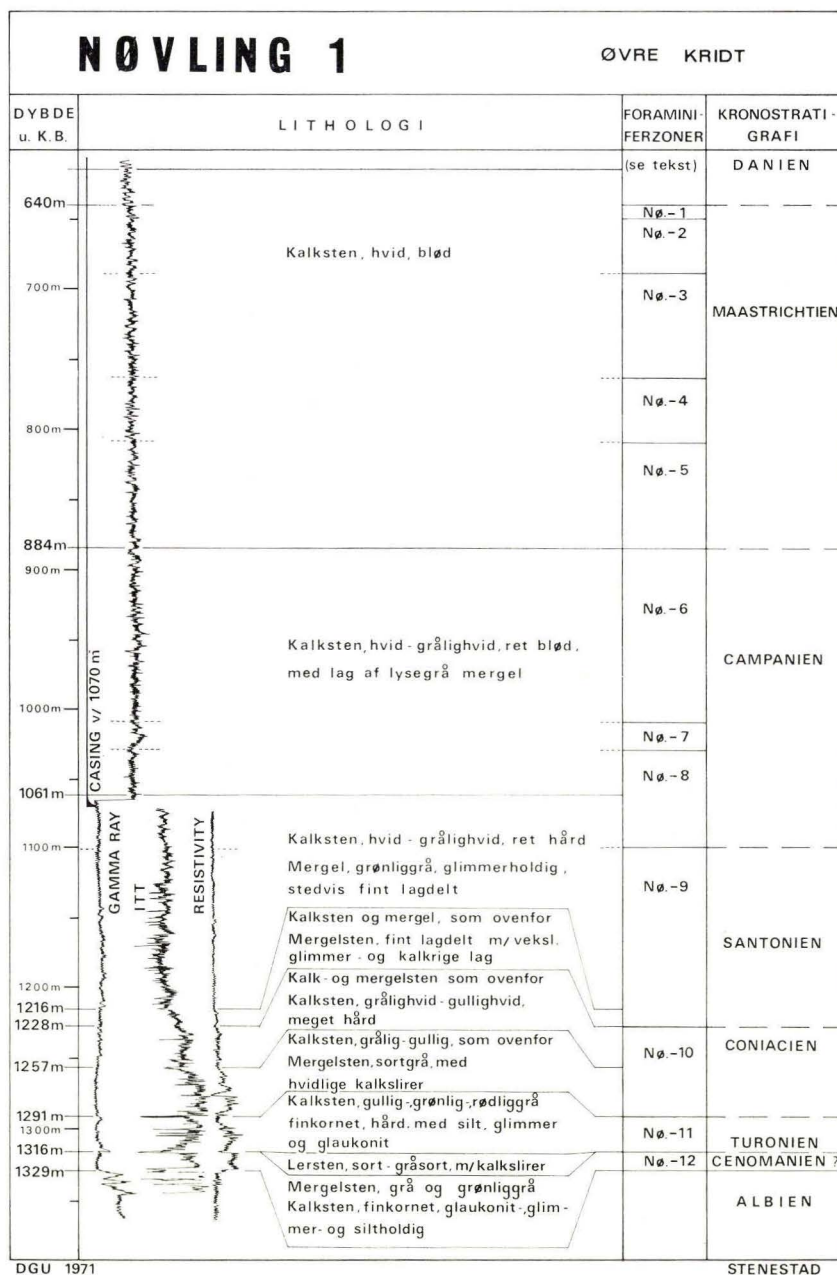


Fig. 17.

taget svært at få et pålideligt billede af detaljerne, dels fordi boreprøvernes kvalitet, som ovenfor anført, sjældent tillader en præcis tolkning, dels fordi borerne er bearbejdet i meget forskellig grad. En oversigt over hovedtrækene af det danske bassins udvikling i øvre kridt er givet i STENESTAD (1972).

#### BIOSTRATIGRAFI

Øvre kridt serien i Nøvling nr. 1 er udelukkende boret ved skylleboring. Foraminiferernes bevaringstilstand er generelt god; men de enkelte prøvers indhold af foraminiferer fra overliggende lag er ret betydelig, hvad der vanskeliggør den nøjagtige fastlæggelse af arternes vertikale udbredelse. Heraf følger, at også den biostratigrafiske inddeling nødvendigvis bliver noget usikker. Det har dog været muligt at inddele serien i et antal foraminiferzoner, der nedenfor omtales i den rækkefølge, hvori de træffes under borearbejdet, d.v.s. fra top til bund af profilet. Zonenummereringen refererer specielt til den foreliggende boring, hvad der er markeret med »NØ« foran zonenummeret. Dybdetallene i meter er korrigerede.

##### *NØ.-1. Pseudotextularia elegans zonen. 2160'–2190' (640–650 m).*

Prøverne over 2130' indeholder kun enkelte fragmenter af øvre kridt foraminiferer.

Prøven 2130'–2160' indeholder talrige eksemplarer af *Heterohelix striata* (EHRENBERG 1840) samt enkeltteksemplarer af *Bolivinoidea ? peterssoni* BROTZEN 1945 (juv.), *Gavelinella pertusa* (MARSSON 1878), *Eouvigerina cretae* (EHRENBERG 1854), *Praebulimina laevis* (BEISSEL 1891) og *Praebulimina* sp.

Prøven 2160'–2190' indeholder en typisk øvre maastrichtien foraminiferfauna med bl. a. *Stensioeina esnehensis* NAKADY 1950, *Pseudotextularia elegans* (RZEHAHAK 1891), *Bolivinoidea draco* (MARSSON 1878) ssp. *draco* HILT. & KOCH 1950, *Neoflabellina* aff. *numismalis* (WEDEKIND 1940) samt *Praebulimina laevis* og *Gavelinella pertusa*.

Grænsen mellem danien og øvre kridt skal søges i prøverne 2130'–2190'. Måske findes grænsen nederst i intervallet 2130'–2160', eller måske er de senone former i dette interval blot omlejrrede. Mest sandsynligt er det, at der er tale om omlejrret materiale og at grænsen findes i prøven 2160'–2190'. Denne prøves dybdeangivelser er i henhold til lag time beregningerne ca. 80' for store. Dette betyder, at den søgte grænse antagelig ligger i intervallet 2080'–2110'. Ved 2100' (640 m) findes en lille, men tydelig ændring i gamma ray kurven (se fig. 17). Det foreslås, at grænsen mellem danien og øvre kridt placeres ved denne dybde.

##### *NØ.-2. Pseudouvigerina rugosa zonen. 2190'–2340' (650–689 m).*

Prøverne øverst i dette afsnit indeholder *Pseudouvigerina rugosa* BROTZEN 1945

sammen med andre karakteristiske øvre maastrichtien arter som *Stensioeina esnehensis*, *Bolivinoidea peterssoni*, *Pseudouvierina cristata* (MARSSON 1878) og *Heterohelix dentata* STENESTAD 1968. Desuden forekommer »*Bolivina*« *incrassata* REUSS 1851, *Bolivinoidea draco* (MARSSON 1878) *ssp. draco* HILT. & KOCH 1950, *Praebulimina laevis* (BEISSEL 1891), *Eouvierina cretae* (EHRENBERG 1854) og *Osangularia »lens«* HOFKER 1957, NON BROTZEN. *Heterohelix striata* er meget talrigt tilstede.

De korrigerede dybder fremkommer ved reduktion med 80' lag distance.

*Nø.-3. Loxostoma selmaensis zonen. 2340'–2580' (689–762 m).*

Denne zones øvre grænse er sat ved højeste forekomst af *Bolivina incrassata* REUSS 1851 *ssp. gigantea* WICHER 1949. I prøverne findes bl.a. en del eksemplarer af *Loxostoma selmaensis* (CUSHMAN 1931), der er hyppigst i den mellemste del af maastrichtienet, sammen med en lang række foraminiferarter, der er almindelige i den mellemste og øverste del af maastrichtien. Det er ikke lykkedes at påvise zonen med *Pseudouvierina cimbrica* TROELSEN MS. 1945 i dette afsnit, hvad der er forståeligt, da arten er sjælden, og da prøverne er meget stærkt forurenet af teriært materiale.

Zonen Nø.-3's øvre grænse svarer nogenlunde til grænsen mellem øvre og nedre maastrichtien. De korrigerede dybder fremkommer ved reduktion med 80' lag distance.

*Nø.-4. Bolivina incrassata gigantea zonen. 2580'–2730' (762–808 m).*

Afsnittet karakteriseres af den fra Aalborgområdet velkendte »*crassa*«-form af *B. incrassata gigantea*. Desuden forekommer *Heterohelix glabrans* (CUSHMAN 1938) og en række andre former, der viser, at zonen svarer ret nøje til TROELSEN's zone III alpha.

Zonen med *Bolivinoidea decorata* (JONES) *ssp. laevigata* MARIE 1941 er muligvis tilstede i den nederste del af intervallet, men har ikke kunnet påvises med sikkerhed.

*Nø.-5. Bolivinoidea draco miliaris zonen. 2730'–2970' (808–884 m).*

Den øvre grænse er sat ved højeste forekomst af *Bolivinoidea draco* (MARSSON 1878) *ssp. miliaris* HILT. & KOCH 1950, der i det nederste maastrichtien afløses af *B.d. ssp. draco*, som findes i resten af maastrichtienet. Prøvedybden er reduceret med 80' lag distance. I faunaen indgår bl.a. talrige eksemplarer af *Rugoglobigerina rugosa* (PLUMMER 1926). *Stensioeina pommerana* BROTZEN 1936 er almindelig. Et enkelt eksemplar af *Neoflabellina cf. rugosa* (D'ORBIGNY 1840) er fundet midt i intervallet.



Nø.-6. *Pyramidina pseudospinulosa* zonen. 2970'–3360' (884–1008 m).

Lige som i Rønde boringen er zonens øvre grænse lagt ved den højeste massive optræden af *Pyramidina pseudospinulosa* (TROELSEN MS. 1945), der iøvrigt kendes fra santonien til nedre maastrichtien. *Heterohelix robusta* STENESTAD 1968 er påvist i de øverste prøver i denne zone, hvad der støtter opfattelsen af, at zonens øvre grænse er nær ved eller sammenfaldende med grænsen mellem øvre campanien og nedre maastrichtien. Grænsen er sammenfaldende med en lithologisk grænse, der imidlertid ikke markerer sig særlig tydeligt i gamma ray kurven. Zonens øvre grænse er reduceret med 70' lag distance til 2900', svarende til 884 m.

Nø.-7. *Globorotalites multiseptus* zonen. 3360'–3420' (1008–1027 m).

Zonen kendes bl. a. fra Rønde boringen, hvor den lige som i Nøvling boringen indeholder en fauna, der må anses for at være af øvre campanien alder. Foruden *Globorotalites multiseptus* (BROTZEN 1936) indgår *Pyramidina pseudospinulosa* og *Stensioeina pommerana*.

Den øvre grænse er korrigeret med 53' lag distance.

Nø.-8. *Stensioeina labyrinthica* zonen. 3420'–3660' (1027–1102 m).

Der har ikke som i Rønde boringen kunnet udskilles en selvstændig zone med *Stensioeina pommerana* mellem denne og den overliggende zone. Prøverne indeholder *Stensioeina labyrinthica* CUSHMAN & DORSEY 1940 og *Stensioeina exsculpta* (REUSS 1860). *Globorotalites multiseptus* er hyppig og *Gavelinella clementiana* (D'ORBIGNY 1840) er almindelig. Den øvre grænse er korrigeret med 51' lag distance. Alderen anses for at være campanien.

Nø.-9. *Stensioeina exsculpta* zonen. 3660'–4035' (1102–1228 m).

Den øvre grænse er lagt ved højeste forekomst af *Stensioeina exsculpta* (REUSS 1860) *ssp. gracilis* BROTZEN 1945. Der er ingen støtte at hente i lithologien. Den øvre grænse er korrigeret med 44' lag distance. Faunaen omfatter *Stensioeina exsculpta* (REUSS) *ssp. granulata* (OLBERTZ 1942), *Globotruncana lapparenti* BROTZEN *ssp. indet.* og *Cibicides eriksdalensis* BROTZEN 1936 samt en del agglutinerende arter af slægterne *Arenobulimina* og *Gaudryina*. Desuden indgår en rigelig repræsentation af *Globotruncana*- og *Stensioeina*-arter fra den overliggende zone.

Zonens alder er sandsynligvis santonien.

Nø.-10. *Stensioeina praeexsculpta* zonen. 4035'–4270' (1228–1291 m).

Den øvre grænse er lagt ved højeste forekomst af *Stensioeina praeexsculpta*

(KELLER 1935). Prøvedybden 4035' er reduceret med 15' lag distance til 4020', der svarer til 1225 m. Der findes imidlertid en veldefineret lithologisk grænse ved 1228 m og det anses for rimeligt at lægge også foraminiferzonens grænse ved denne dybde. Desuden forekommer *Pyramidina cushmani* (BROTZEN 1936), *Gavelinella costata* BROTZEN 1942 ssp. *emscheriana* (HOFKER 1957), *Globotruncana lapparenti* BROTZEN ssp. *lapparenti* BROTZEN emend. BOLLI 1945 og *Marssonella turris* (D'ORBIGNY 1840).

I den nedre del af zonen spiller en sortgrå mergelsten med hvidlige, kalkrige slirer en vis rolle. Faunabilledet præges af de agglutinerende, benthoniske (bundlevende) slægter som *Ataxophragmium*, *Bathysiphon*, *Gaudryina*, *Spiroplectamina* og *Verneuilina*, m. fl. Desuden indgår rester af fisk og andre dyregrupper, bl. a. knogler, tænder, hudtænder og coproliter samt inoceram-prismer.

Zonen henføres lige som i Rønde boringen til coniacien. Det er et interessant træk, at man i emscher i Heide træffer tilsvarende, mørkegrå, fint lagdelte lermergellag, der er rige på fiskerester (GRIPP 1964).

#### Nø.-11. *Globotruncana marginata* zonen. 4270'–4320' (1291–1316 m).

Afsnittet indeholder en beskeden fauna med *Globotruncana marginata* (REUSS 1845), *Anomalinoides globosa* BROTZEN 1945, *Gavelinella cenomanica* (BROTZEN 1945), *Praeglobotruncana stefani* GANDOLFI 1942, *Marssonella trochus* (D'ORBIGNY 1840) og *Spiroplectinata jaekeli* (FRANKE 1925). Den øvre grænse er lagt ved højeste forekomst af *Globotruncana marginata*. Prøvedybden er korrigeret med en skønmæssig lag distance på 20' til 1295 m og – med henvisning til prøvernes ringe kvalitet – hævet til den lithologiske grænse ved 1291 m.

Nederst i afsnittet optræder en sortgrå lersten, der klart giver sig til kende på Schlumberger kurverne. Den indeholder kun nogle få, ubestemmelige foraminiferfragmenter. Den overliggende kalksten kan med nogen sandsynlighed henføres til nedre turonien på grund af tilstedeværelsen af *Praeglobotruncana stefani* og *Gavelinella cenomanica*, og den underliggende serie er, som nedenfor omtalt, med nogen usikkerhed henført til cenomanien.

I Rønde er et tilsvarende mergelstenslag henført til nedre turon. I Heide og Lüneburg i Tyskland kender man tilsvarende lermergellag (»sapropel«-lag) i nedre turon. Andre steder i det dansk-tyske bassin, for eksempel i Skåne og på Bornholm, har man vidnesbyrd om en kraftig regression omkring dette tidspunkt (STENESTAD 1972, p. 66).

Den overliggende zone, Nø.-10, er lithologisk udformet på en måde, der minder om den lithologiske udformning af zone Nø.-11, idet man i begge zoner har en nedre del, der præges af sortgrå mergelstenslag, overlejret af en kalkstens- og mergelstensserie. Jeg opfatter de nedre, stærkt lermergelprægede led som vidnesbyrd om regressioner, der har ramt hele bassinet (jf. ovenstående), hvad der har været medbestemmende for min placering af grænserne mellem zonerne Nø.-10, Nø.-11 og Nø.-12.

Nø.-12. ? *Gavinella cenomanica* zonen. 4320'–4360' (1316–1329 m).

Såvel den nedre som den øvre grænse er fastlagt ved hjælp af lithologien. Prøverne indeholder kun forholdsvis få bjergartsfragmenter, som med rimelighed kan antages at tilhøre dette interval. Dette skyldes antagelig lagenes ringe mægtighed og svage hærdningsgrad. Indholdet af foraminiferer er næppe ret stort i dette afsnit, idet der ikke er set skaller eller skalfragmenter siddende *in situ* i de enkelte cuttings. Der er fundet nogle få eksemplarer af *Gavelinella cenomanica* (BROTZEN 1945), *Anomalinoidea globosa* BROTZEN 1945, *Marssonella trochus* (D'ORBIGNY 1840) og *Tappanina eouvigeriniformis* (KELLER 1935). Bevarestilstanden er meget dårlig og det er trods et omfattende sortearbejde, specielt i dette afsnit, ikke lykkedes at nå til en sikker datering. Det vigtigste holdepunkt i dette afsnit er de geofysiske logs: gamma ray, resistivity og ITT (interval-transit-time, en art sonic log), der nøje afgrænser afsnittet og samtidig muliggør en lithologisk korrelation med bl.a. Rønde boringens tilsvarende afsnit. I Rønde er det dateret til cenomanien og foraminiferindholdet og den stratigrafiske placering tyder på, at alderen også i Nøvling kan være cenomanien. Det kan dog ikke udelukkes, at serien helt eller delvis kan tilhøre turonet.

#### KONKLUSION

Gennemgangen af prøvematerialet fra Nøvling nr. 1 synes at vise, at lagserien omfatter alle 6 øvre kridt etager. Den samlede lagtykkelse (689 m) er af nogenlunde samme størrelsesorden som i de øvrige dybdeboringer, Vemb, Vinding, Horsens, Glamsbjerg, Ringe, Ullerslev og Slagelse, i strøget sydvest for den centrale del af øvre kridt bassinet. (Se STENESTAD 1972, fig. 2).

På grundlag af de lithologiske og biostratigrafiske resultater foreslås fig. kronostratigrafiske inddeling:

Dybde i m under KB:	Etage
640– 884	Maastrichtien
884–1102	Campanien
1102–1228	Santonien
1228–1291	Coniacien
1291–1316	Turonien
1316–1329	? Cenomanien

En skematisk oversigt over etager og foraminiferzoner med angivelse af de skønnede lagmægtigheder i boringerne Rønde nr. 1 og Nøvling nr. 1 er vist fig. 18.



NØVLING nr. 1			RØNDE nr. 1		
Etager Stages	Omtr. mægtighed i m. App. thickness in m.	Zoner Zones	Zoner Zones	Omtr. mægtighed i m. App. thickness in m.	Etager Stages
			1	19	
			2	18	
Maastrichtien Maastrichtian	244	Nø.-1	3	189	Maastrichtien Maastrichtian
		Nø.-2	4	119	
		Nø.-3	5	12	
			6	256	
		Nø.-4	7	49	
		Nø.-5			
			8	73	
Campanien Campanian	218	Nø.-6	9	36	Campanien Campanian
		Nø.-7	10	150	
			11	265	
		Nø.-8			
Santonien Santonian	126	Nø.-9	12	243	Santonien Santonian
Coniacien Coniacian	63	Nø.-10	13	141	Coniacien Coniacian
Turonien Turonian	25	Nø.-11	14	26	Turonien Turonian
Cenomanien Cenomanian	13	Nø.-12	15	63	Cenomanien Cenomanian

Øvre kridts etager og foraminiferzoner i boringerne Rønne nr. 1 og Nøvling nr. 1.  
Upper Cretaceous Stages and Foraminiferal Zones in the borings Rønne no. 1 and Nøvling no. 1.

Fig. 18

## ENGLISH SUMMARY

## UPPER CRETACEOUS IN NØVLING NO. 1

Based on about 95 ditch samples from the interval 2160'–4360' below KB, the Upper Cretaceous sequence is described as follows:

- 2160'–2970' (640–884 m) Limestone, white, soft, very fine-grained (chalk). 2340'–2550' w/ flint, light brownish grey (from the Danian?). Top of limestone at 2040' (614 m). The sequence between 2040' and 2160' is presumably Danian ooze limestone.
- 2970'–3510' (884–1061 m) Limestone, white to greyish white, very fine-grained, rather soft, w/ marly intercalations.
- 3510'–3990' (1061–1216 m) Limestone, white to greyish white, very fine-grained, rather soft to rather hard, w/ marlstone, greenish grey, micaceous, in places finely laminated. Sporadically w/ whitish grey flint, pyrite, and limestone, yellowish white, rather fine-grained, slightly glauconitic, rich in *Inoceramus* remains.
- 3990'–4050' (1216–1228 m) Limestone, white to greyish white, very fine-grained, rather soft to rather hard, w/ marl, greenish grey, micaceous, in places finely laminated. Marlstone, finely laminated, alternatingly whitish, calcareous, w/ shell remains and grey, non-calcareous, micaceous.
- 4050'–4155' (1228–1257 m) Limestone, white to greyish white, very fine-grained, rather soft to rather hard, marl, greenish grey, micaceous, marlstone, finely laminated grey, and whitish. Limestone, greyish white to yellowish white, very fine-grained, hard to very hard.

- ?4155'–4300' (1257–1291 m) Limestone, greyish white to yellowish white, very fine-grained, dense, hard to very hard, w/ intercalations of marlstone, blackish grey, w/ calcite-filled fissure veins and probably w/ layers of softer limestone with or without marly intercalations, w/ grey and greenish grey marl, flint, and fine-grained limestone as above.
- 4300'–4320' (1291–1316 m) Limestone, light yellowish grey, w/ greenish or reddish tinge, rather fine-grained, hard, w/ some silt, mica, and glauconite, and possibly alternating with limestone and marl as above.
- at 4320' (1316 m) Claystone, black to greyish black, calcareous, finely laminated.
- 4320'–4350' (1316–1329 m) Marlstone, grey and greenish grey, glauconitic, micaceous and silty, w/ subordinate beds of limestone, grey and greenish grey, rather fine-grained, glauconitic, micaceous, and silty.

The lower part of this sequence has been examined by means of a qualitative cuttings-analysis, see above fig. 16.

The Schlumberger logs are shown in text-figure 17.

The lithology of the Upper Cretaceous in Nøvling No. 1 has been compared with that of other borings in this area. The main features are very uniform, but the details may be rather divergent. Most samples are ditch samples, which do not allow very precise interpretation of the details. Furthermore, the borings have not been studied and described in a uniform way.

A brief review of the lithology of the Upper Cretaceous in the Danish Embayment is given in STENESTAD (1972) (Two paleogeographic maps. *In Danish*).

#### BIOSTRATIGRAPHY

The samples are all ditch samples, which means that it may be rather difficult to establish the exact range of the species. So, the biostratigraphical zonation may be a little questionable. It has been possible to delimit 12 local, informal foraminiferal zones. The zonal numbers refer particularly to the boring in question indicated by "Nø" in front of the figures. All indications of depth are below Kelly Bushing. Depths quoted in meters are corrected in accordance with the time-lag calculations and the geophysical logs.

Nø.-1. *The Pseudotextularia elegans zone*. 2160'–2190' (640–650 m).

*Bolivinooides draco* (MARSSON 1878) *ssp. draco* HILT. & KOCH 1950, *B. ? peterssoni* BROTZEN 1945 (*juv.*), *Eouvigerina cretae* (EHRENBERG 1854), *Gavelinella pertusa* (MARSSON 1878), *Heterohelix striata* (EHRENBERG 1840), *Neoflabellina aff. numismalis* (WEDEKIND 1940), *Praebulimina laevis* (BEISSEL 1891), *Pseudotextularia elegans* (RZEHAČ 1891), *Stensioeina esnehensis* NAKADY 1950.

Nø.-2. *The Pseudouvigerina rugosa zone*. 2190'–2340' (650–689 m).

"*Bolivina*" *incrassata* REUSS 1851, *Bolivinooides draco draco*, *B. peterssoni*, *Eouvigerina cretae*, *Heterohelix dentata* STENESTAD 1968, *H. striata*, *Osangularia "lens"* HOFKER 1957, *non* BROTZEN, *Praebulimina laevis*, *Pseudouvigerina cristata* (MARSSON 1878), *P. rugosa* BROTZEN 1945, *Stensioeina esnehensis*.

Nø.-3. *The Loxostoma selmaensis zone*. 2340'–2580' (689–762 m).

The upper limit of this zone has been placed at the top of the range-zone of "*Bolivina*" *incrassata* REUSS 1851 *ssp. gigantea* WICHER 1949. *Loxostoma selmaensis* (CUSHMAN 1931) and other species which are typical in the middle and upper part of the Maestrichtian are

common in this interval. The top of zone Nø.-3 is believed to be close to the top of the Lower Maestrichtian. The zone with *Pseudouvierina cimbrica* TROELSEN MS 1945 has not been found.

Nø.-4. *The "Bolivina" incrassata gigantea zone.* 2580'–2730' (762–808 m).

This interval is characterized by the so-called "crassa"-form of *B. incrassata gigantea*, which is well known from the Aalborg area in Jutland, Denmark. *Heterohelix glabrans* (CUSHMAN 1938) and other species indicate that the Nø-4-zone is more or less identical with the zone III alpha of TROELSEN (1937).

Nø.-5. *The Bolivinoidea draco miliaris zone.* 2730'–2970' (808–884).

The upper limit of this zone has been placed at the topmost presence of *Bolivinoidea draco* (MARSSON 1878) *ssp. miliaris* HILT. & KOCH 1950, which in the lowermost Maestrichtian is succeeded by *B. draco draco*. *Rugoglobigerina rugosa* (PLUMMER 1926) and *Stensioeina pommerana* BROTZEN 1936 are common. One specimen of *Neoflabellina cf. rugosa* (D'ORBIGNY 1840) has been recognized.

Nø.-6. *The Pyramidina pseudospinulosa zone.* 2970'–3360' (884–1008 m).

The upper limit has been placed at the last (highest) point of abundant presence of *Pyramidina pseudospinulosa* (TROELSEN MS 1945), ranging from Santonian to Lower Maestrichtian. The presence of *Heterohelix robusta* STENESTAD 1968 supports the assumption of this point being close to the boundary between Upper Campanian and Lower Maestrichtian. The top of the zone Nø.-6 coincides with a change in lithology (see above).

Nø.-7. *The Globorotalites multiseptus zone.* 3360'–3420' (1008–1027 m).

*Globorotalites multiseptus* (BROTZEN 1936), *Pyramidina pseudospinulosa*, and *Stensioeina pommerana* seem to indicate an Upper Campanian age.

Nø.-8. *The Stensioeina labyrinthica zone.* 3420'–3660' (1027–1102 m).

The samples contain *Stensioeina labyrinthica* CUSHMAN & DORSEY 1940 and *S. exsculpta* (REUSS 1860). *Globorotalites multiseptus* is abundant and *Gavelinella clementiana* (D'ORBIGNY 1840) is common. The age is believed to be Lower Campanian.

Nø.-9. *The Stensioeina exsculpta zone.* 3660'–4035' (1102–1228 m).

The upper limit has been placed at the top of the occurrence of *S. exsculpta* (REUSS 1860) *ssp. gracilis* BROTZEN 1945. No support was found in the lithology. *Cibicides eriksdalensis* BROTZEN 1936, *Globotruncana lapparenti* BROTZEN *ssp. indet.*, *Stensioeina exsculpta* (REUSS) *ssp. granulata* (OLBERTZ 1942), and some species of the genera *Arenobulimina* and *Gaudryina* together with species of *Globotruncana* and *Stensioeina* from the above zone make up the foraminiferal content of the samples. The age is presumably Santonian.

Nø.-10. *The Stensioeina praeexsculpta zone.* 4035'–4270' (1228–1291 m).

The upper limit of this zone was placed at the top of the occurrence of *Stensioeina praeexsculpta* (KELLER 1935). The depth of the sample, 4035', was reduced with a 15' lag distance to 4020' or 1225 m. Subsequently it was lowered to the marked lithological boundary at 1228 m. The foraminiferal fauna includes *Gavelinella costata* BROTZEN 1942, *ssp. emscheriana* (HOFKER 1957), *Globotruncana lapparenti* BROTZEN 1936 *ssp. lapparenti* BROTZEN emend. BOLLI 1945, *Pyramidina cushmani* (BROTZEN 1936), and *Marssonella turris* (D'ORBIGNY 1840).

In the lower part of the interval a blackish grey marlstone with whitish calcite-filled fissure veins is of some importance. The fauna is characterized by agglutinating benthonic genera like *Ataxophragmium*, *Bathysiphon*, *Gaudryina*, *Spiroplectamina*, *Verneuilina* and others. Besides, fish remains, bone remains, teeth, scales, coproliths, and shell fragments of *Inoceramus* are found.



The interval is referred to the Coniacian. Similar dark grey, finely laminated marlstones with fish remains are well-known from the Emscherian of Heide, Germany (GRIPP 1964).

Nø.-11. *The Globotruncana marginata zone.* 4270'–4320' (1291–1316 m).

The samples contain a small fauna with *Anomalinoidea globosa* BROTZEN 1945, *Gavelinella cenomanica* (BROTZEN 1945), *Globotruncana marginata* (REUSS 1845), *Marssonella trochus* (D'ORBIGNY 1840), *Praeglobotruncana stefani* GANDOLFI 1942, and *Spiroplectinata jaekeli* (FRANKE 1925). The upper boundary has been placed at the top of the occurrence of *Globotruncana marginata*. The depth is corrected by means of lag-time calculations to 1295 m and, pleading the poor quality of the samples in this interval, raised to the lithological boundary at 1291 m. In the lowermost part of the sequence a blackish grey, calcareous, finely laminated claystone was found (see logs, text-figure 17), which holds but a few fragments of foraminifera. The superjacent limestone is most likely Lower Turonian, since *Praeglobotruncana stefani* and *Gavelinella cenomanica* are present. The subjacent sequence may be Cenomanian (or Lower Turonian). In the boring Rønde No. 1 an equivalent claystone was referred to Lower Turonian. In Heide and Lüneburg in Germany similar marls ("sapropel") are known from the Lower Turonian. Elsewhere in the Danish–German basin (e.g. Scania and Bornholm) evidence of a marked regression at about this time is found (STENESTAD 1972, p. 66). The author believes that the marly basal parts of the zones Nø.-10 and Nø.-11 are due to extensive regressions, more or less affecting the entire basin. This point of view has been a contributory cause to the choice made of the position of the boundaries between the zones Nø.-10, Nø.-11, and Nø.-12.

Nø.-12 ?*The Gavelinella cenomanica zone.* 4320'–4360' (1316–1329 m).

The limits of this interval are placed on the basis of the lithology; the Schlumberger logs especially have been useful. The ditch samples held only a modest amount of cuttings which could be assumed to originate from the depths indicated. The number of foraminifera was very low and no fossils have been observed *in situ* in the cuttings. In the boring Rønde No. 1, the comparable part of the Upper Cretaceous sequence was referred to the Cenomanian. In the boring here described, the stratigraphical position and the few specimens of foraminifera found suggest that the age may be Cenomanian, but it is possible that the sequence or part of it could belong to the Turonian.

#### STRATIGRAPHICAL CONCLUSIONS

It seems likely that the boring Nøvling No. 1 includes all of the Upper Cretaceous stages. The total thickness, 689 m, is approximately of the same magnitude as in the other deep tests, Vemb, Vinding, Horsens, Glamsbjerg, Ringe, Ullerslev, and Slagelse, in the region south-west of the central part of the Danish Upper Cretaceous Basin, as shown in text-figure 2 in STENESTAD (1972).

#### CHRONOSTRATIGRAPHIC EVALUATION

Depth below Kelly Bushing (m):	Stage:
640–884	Maestrichtian
884–1102	Campanian
1102–1228	Santonian
1228–1291	Coniacian
1291–1316	Turonian
1316–1329	? Cenomanian

The Upper Cretaceous stages and foraminiferal zones and their estimated thicknesses in the borings Rønde No. 1 and Nøvling No. 1 are shown in text-figure 18.

## LITTERATUR

- BANDY, O. L., 1967. Cretaceous planktonic foraminiferal zonation. – *Micropaleontology* Vol. 13, No. 1, 1967, New York.
- BARR, F. T., 1962. Upper Cretaceous planktonic foraminifera from the Isle of Wight, England. – *Palaeontology*, Vol. 4, Pt. 4, 1962, London.
- BROTZEN, F., 1936. Foraminiferen aus dem schwedischen, untersten Senon von Eriksdal in Schonen. – *Sveriges Geol. Undersökning*, ser. C. no. 396, Stockholm.
- 1940. Flintrännans och Trindelrännans Geologi (Öresund). – *Sveriges Geol. Undersökning*, ser. C. no. 435, Stockholm.
- 1942. Die Foraminiferengattung *Gavelinella* nov. gen. und die Systematik der Rotalii-formes. – *Sveriges Geol. Undersökning*, ser. C. no. 451, Stockholm.
- 1945. De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. Del I: Kritan. – *Sveriges Geol. Undersökning* ser. C. no. 465, Stockholm.
- BUTT, A. A., 1966. Foraminifera of the type Turonian. – *Micropaleontology*, Vol. 12, No. 2, New York.
- CUSHMAN, J. A., 1938. Cretaceous Species of *Guembelina* and Related Genera. – *Contr. Cush. Lab. Foram. Res.* Vol. 14, pt. 1, Sharon, Mass.
- GRIPP, K., 1964. Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- HILTERMANN, H. & W. KOCH, 1950. Taxonomie und Vertikalverbreitung von *Bolivinoidea*-Arten im Senon Nordwestdeutschlands. – *Geol. Jb.* Bd. 64, Hannover/Celle.
- 1962. Oberkreide des nördlichen Mitteleuropa. – *In: SIMON, W.: Leitfossilien der Mikropaläontologie*, pp. 299–338, Berlin.
- HOFKER, J. sen., 1957. Foraminiferen der Oberkreide von Nordwestdeutschland und Holland. – *Geol. Jb. Beiheft* 27, Hannover.
- 1966. Maestrichtian, Danian and Paleocene Foraminifera. – *Palaeontographica*, Suppl. Bd. 10, Stuttgart.
- LOEBLICH, A. R. & H. TAPPAN, 1964. Foraminiferida. – *In: Treatise on Invertebrate Paleontology*, Pt. C, Protista 2, – The Geological Society of America/The University of Kansas Press.
- MARIE, P., 1941. Les Foraminifères de la Craie à *Belemnitella mucronata* de Bassin de Paris. – *Mem. Mus. Nat. d'Hist. Nat. N. Sér.* Tom. XII, Fasc. 1, mars 1941, Paris.
- PESAGNO, E. A. jr., 1967. Upper Cretaceous Planktonic Foraminifera from the Western Gulf Coastal Plain. – *Palaeontographica Americana*, Vol. V, No. 37, Ithaca, New York.
- STENESTAD, E., 1971. Øvre kridt i Rønde nr. 1. – *In: BANKE RASMUSSEN, L. et al.: Dybbøbingen Rønde nr. 1 på Djursland.* Danm. geol. Unders. III rk. nr. 39, pp. 53–60, fig. 10 (summary in English), København.
- 1972. Træk af det danske bassins udvikling i øvre kridt. – *Dansk Geol. Foren., Årsskrift for 1971*, pp. 63–69, fig. 1–3, København.
- TROELSEN, J. C., 1937. Om den stratigrafiske Inddeling af Skrivekridtet i Danmark. – *Medd. Dansk Geol. Foren.* Vol. 9, no. 2, København.

MARINT NEDRE KRIDT I NØVLING NR. 1  
(1329–(1483 M))

af

*Arne Buch*

Denne undersøgelse omfatter ialt 34 prøver fra intervallet 1329–1483 m under kelly bushing. (Alle dybdetal i dette afsnit er korrigerede for lag time, se tabel 1, p. 102). De øverste 70 m af lagserien indeholder en meget rig samling af foraminiferer. Der er påvist 247 nedre kretaciske arter, hvoraf 188 er benyttet til den biostratigrafiske inddeling af profilet. Dette store antal er opnået af et rigeligt udgangsmateriale med op til 500 eksemplarer udsorteret af enkeltprøverne. Det blev derved muligt i hver prøve at isolere nyintroducerede arter fra det store opsummerede fossilmateriale fra allerede gennemborede lag. I tabel 2, p. 103, er de enkelte arter opført i den rækkefølge, hvori de første gang er truffet i profilet under borets nedtrængen gennem lagserien.

LITHOLOGI

Den lithologiske beskrivelse af lagserien er foretaget af OLAF MICHELSEN:

- 1329–1422 m Lersten, ret fed, stærkt kalkholdig. Øverst i dette afsnit varierer farven som rødbrun, mørkebrun, gulligbrun og gråbrun, under 1343 m dominerer grå-gråsort, nederst i afsnittet sammen med brungrå. Under 1364 m forekommer lidt pyrit samt brune lerjærnstenskonkretioner.
- 1422–1847 m Finsandsten, mellemkornet, lysegrå-grå, glauconitholdig, svagt kalkholdig. Nedefter mere finkornet og med kalcitårer.
- 1495–1629 m: Finsandstenen danner overgange til og afløses under dette interval af lersten, svagt finsandet – ret fed, gråsort med blåligt skær, svagt kalkholdig. Pyrit og lerjærnstenskonkretioner er almindelige i hele afsnittet.

Til denne beskrivelse kan føjes følgende iagttagelser:

Det nedre kretaciske afsnit af boreprofilen markeres øverst af en tydelig lithologisk ændring. Fra en overlejrende hård, lysegrå kalksten med indslag af en finsandet mergel og en ret fed, sort til gråsort lersten, et sedimentkompleks, som ved hjælp af foraminiferer er dateret til øvre kridt, sker der ved 1329 m en brat ændring, og der træffes en ret fed, stærkt kalkholdig lersten af varierende farver. Ved hjælp af foraminiferer, der er farvet af det sediment, hvori de har



været indlejret, er det muligt at fastslå alderen af de stærkt farvede lersten. I prøven 1330–1334 m fandtes rødfarvede eksemplarer af *Glomospirella gaultina*, *Haplophragmoides nonioninoides*, *Lenticulina gaultina*, *Gavelinopsis berthelini*, *Gyroidina gracillima*, *Gavelinella intermedia*, *Hedbergella planispira*. De rødfarvede lersten er således klart af albien alder, fordelt over zoner af mellem albien og af nedre albien alder. De gullige lersten er af tilsvarende alder. Dette indiceres af gulfarvede eksemplarer af *Glomospira gordialis*, *Reophax minuta* og *Arenobulimina preslii*, som ikke var repræsenteret blandt de rødfarvede. Desuden er der gulfarvede eksemplarer af arter, der også forekommer i røde sedimenter: *Glomospirella gaultina*, *Lenticulina gaultina*, *Gavelinopsis cenomanica*, *Gavelinopsis berthelini* og *Gyroidina gracillima*. Det ser således ud til at både de gule og de rødfarvede lersten er knyttet til mellem og nedre albien. Violette farver er truffet i foraminiferer af følgende arter: *Glomospira gordialis*, *Glomospirella gaultina*, *Haplophragmoides nonioninoides*, *Astacolus* sp., *Lenticulina gaultina*, *Gavelinopsis berthelini*, *Gyroidina gracillima* og *Gavelinopsis intermedia*. I den lithologiske beskrivelse er intet meddelt om sedimenter med violette nuancer. Det er derfor muligt, at indfarvningen i dette tilfælde har anden årsag.

Oversigt over inddelingen af nedre kridt i Nøvling 1.

korrigeret dybde		
1329–1337 m	(?Mellem og) nedre albien	
1337–1342 m	Aptien	
1342–1348 m	Barrémien	
1348–1360 m	Øvre hauterivien	
1360–1371 m	Øvre	valanginien
1371–1394 m	Mellem	
1394–(1483 m)*	Nedre kridt – jura	

\* Denne undersøgelse når til 1483 m dybde.

Tabel 1. Dybdekorrektioner i nedre kridt intervallet, Nøvling 1.

Prøve nr.	Ukorr. dybde	Beregnet forsinkelse	Korrektion	Korrigeret dybde
1	4375'	33,6 min.	16'	4359' = 1329 m
2	4385'	33,8	22'	4363' = 1330 m
3	4395'	33,2	19'	4376' = 1334 m
4	4405'	33,9	19½'	4385½' = 1337 m
5	4415'	34	21½'	4393½' = 1339 m
6	4425'	33,2	22'	4403' = 1342 m
7	4435'	33,5	22½'	4412½' = 1345 m
8	4445'	33,8	22'	4423' = 1348 m
9	4455'	34,3	23½'	4431½' = 1351 m
10	4470'	34,8	33'	4437' = 1352 m
11	4485'	34,7	40½'	4444½' = 1355 m
12	4500'	34,8	47'	4453' = 1357 m
13	4515'	35	52½'	4462½' = 1360 m
14	4530'	35	50'	4480' = 1366 m
15	4545'	35,2	47'	4498' = 1371 m
16	4560'	35,1	38½'	4521½' = 1378 m
17	4575'	35	37'	4538' = 1383 m
18	4590'	35	44'	4546' = 1386 m
19	4605'	35	47½'	4557½' = 1389 m
20	4620'	35	50½'	4569½' = 1393 m
21	4635'	35,1	44½'	4590½' = 1399 m
22	4650'	35,5	54'	4596' = 1401 m
23	4665'	36,1	56'	4609' = 1405 m
24	4680'	36	52½'	4627½' = 1410 m
25	4695'	36,1	39½'	4655½' = 1419 m
26	4710'	36	37½'	4672½' = 1424 m
27	4725'	36,3	38½'	4686½' = 1428 m
28	4740'	36,2	48½'	4691½' = 1430 m
29	4755'	36,5	44½'	4710½' = 1436 m
30	4770'	36,4	53'	4717' = 1438 m
31	4800'	36,7	62'	4738' = 1444 m
32	4830'	37,9	52'	4778' = 1456 m
33	4860'	38,6	37'	4823' = 1470 m
34	4890'	41,2	26'	4864' = 1483 m

Tabel 2. Foraminiferarternes introduktionsfølge i det marine nedre kridt, Nøvling 1

Ved 1329 m	1342–1345 m
<i>Glomospira gordialis</i> (JONES & PARKER 1860)	<i>Rhizammina indivisa</i> BRADY 1884
<i>Glomospirella gaultina</i> (BERTHELIN 1880)	<i>Reophax scoriurus</i> MONTFORT 1808
<i>Lenticulina gaultina</i> (BERTHELIN 1880)	<i>Gaudryina gradata</i> BERTHELIN 1880
<i>Gavelinopsis cenomanica</i> (BROTZEN 1945)	<i>Dentalina distincta</i> REUSS 1860
<i>Hedbergella planispira</i> (TAPPAN 1940)	<i>Lenticulina ouachensis wisselmanni</i> (BETTEN- STAEDT 1952)
<i>Gyroidina gracillima</i> (TEN DAM 1947)	<i>Lenticulina schreiteri</i> (EICHENBERG 1935)
<i>Gavelinella intermedia</i> (BERTHELIN 1880)	<i>Marginulinopsis gracilissima</i> (REUSS 1863)
1329–1330 m	<i>Saracenaria spinosa</i> (EICHENBERG 1935)
<i>Gavelinopsis berthelini</i> (KELLER 1935)	<i>Vaginulina</i> sp.
<i>Hedbergella</i> spp.	<i>Conorotalites intercedens</i> (BETTENSTAEDT 1952)
<i>Lamarckina</i> cf. <i>lamplughii</i> (SHERLOCK 1914)	<i>Gavelinella barremiana</i> BETTENSTAEDT 1952
1330–1334 m	1345–1348 m
<i>Reophax minuta</i> TAPPAN 1940	<i>Textularia foeda</i> REUSS 1846
<i>Haplophragmoides nonioninoides</i> (REUSS 1863)	<i>Trochammina inflata</i> (MONTAGU 1808)
<i>Gaudryina dividens</i> GRABERT 1959	<i>Gaudryinella sherlockii</i> BETTENSTAEDT 1952
<i>Arenobulimina</i> cf. <i>preslii</i> (REUSS 1846)	<i>Marssonella subtrochus</i> BARTENSTEIN 1962
1334–1337 m	<i>Marginulinopsis bettenstaedti</i> BARTENSTEIN & BRAND 1951
<i>Ammobaculites reophacoides</i> BARTENSTEIN 1952	<i>Ramulina aculeata</i> WRIGHT 1886
<i>Verneulinoides subfiliformis</i> BARTENSTEIN 1952	<i>Epistomina caracolla caracolla</i> (ROEMER 1841)
1337–1339 m	<i>Epistomina ornata</i> (ROEMER 1841)
<i>Haplophragmoides latidorsatus</i> (BORNEMANN 1855)	1348–1351 m
<i>Ammobaculites parvisipira</i> TEN DAM 1950	<i>Ammolagena clavata</i> (JONES & PARKER 1860)
<i>Spiroplectinata lata</i> GRABERT 1959	<i>Haplophragmium aequale</i> (ROEMER 1841)
<i>Dorothia gradata</i> (BERTHELIN 1880)	<i>Nodosaria obscura</i> REUSS 1846
<i>Eggerellina mariae</i> TEN DAM, 1950	<i>Dentalina gracilis</i> (D'ORBIGNY 1840)
<i>Astaculus schloenbachi</i> (REUSS 1863)	<i>Fronidularia concinna</i> KOCH 1851
<i>Dentalina soluta</i> REUSS 1851	<i>Lagena apiculata</i> REUSS 1850
<i>Lenticulina muensteri</i> (ROEMER 1839)	<i>Lagena apiculata emaciata</i> REUSS 1863
<i>Lenticulina subalata</i> (REUSS 1854)	<i>Lenticulina crepidularis</i> (ROEMER 1842)
<i>Lenticulina subgaultina</i> (BARTENSTEIN 1962)	<i>Lenticulina</i> cf. <i>nodosa</i> (REUSS 1863)
<i>Marginulinopsis robusta</i> (REUSS 1863)	<i>Lenticulina</i> cf. <i>sulcifera</i> (REUSS 1863)
<i>Pseudonodosaria humilis</i> (ROEMER 1841)	<i>Marginulina dispar</i> REUSS 1846
<i>Eoguttulina anglica</i> CUSHMAN & OZAWA 1930	<i>Marginulinopsis striatocostata</i> (REUSS 1863)
<i>Globulina prisca</i> REUSS 1863	<i>Vaginulina recta</i> REUSS 1863
<i>Pleurostomella obtusa</i> BERTHELIN 1880	<i>Ramulina globulifera</i> BRADY 1879
1339–1342 m	1351–1352 m
<i>Lituotuba incerta</i> FRANKE 1928	<i>Ammovertella cellensis</i> BARTENSTEIN & BRAND 1951
<i>Cribrostomoides</i> sp.	<i>Ammomarginulina</i> sp.
<i>Conorotalites aptiensis</i> (BETTENSTAEDT 1952)	<i>Trochammina concava</i> CHAPMAN 1892
	<i>Wellmanella antiqua</i> (REUSS 1863)
	<i>Nodosaria lorneiana</i> D'ORBIGNY 1840



- Nodosaria zippei* REUSS 1845  
*Dentalina communis* (D'ORBIGNY 1826)  
*Dentalina siliqua* REUSS 1863  
*Lagena hauteriviana hauteriviana* (BARTENSTEIN & BRAND 1951)  
*Lagena oxystoma* REUSS 1863  
*Lenticulina eichenbergi* BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Lenticulina guttata* (TEN DAM 1946)  
*Lenticulina ouachensis ouachensis* (SIGAL 1952)  
*Marginulina inaequalis* REUSS 1860  
*Marginulinopsis trunculata* (BERTHELIN 1880)  
*Saracenaria* sp.  
*Vaginulina harpa* ROEMER 1841  
*Vaginulinopsis humilis humilis* (REUSS 1863)  
*Conorotalites bartensteini* (BETTENSTAEDT 1952)
- 1352–1355 m  
*Wellmanella praeantiquus* (BARTENSTEIN & BRAND 1949)  
*Astacolus grata* (REUSS 1863)  
*Dentalina deflexa* REUSS 1863  
*Frondicularia rehbургensis* BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Saracenaria bronni* (ROEMER 1841)  
*Vaginulina kochii* ROEMER 1841  
*Vaginulina truncata* REUSS 1863  
*Conorotalites sigmoicosta* (TEN DAM 1948)  
*Conorboides hofkeri* (BARTENSTEIN & BRAND 1951)
- 1355–1357 m  
*Haplophragmium agglutinans* D'ORBIGNY 1846  
*Verneuilinoides neocomiensis* (MJATLIUK 1939)  
*Marginulina pyramidalis* (KOCH 1851)  
*Marginulinopsis breyeri* (ZEDLER 1961)  
*Vaginulina procera* ALBERS 1952  
*Vaginulinopsis humilis praecursoria* BARTENSTEIN & BRAND 1951
- 1357–1360 m  
*Reophax cf. pilulifera* BRADY 1884  
*Verneuilinoides subfiliformis* BARTENSTEIN 1952  
*Verneuilinoides inaequalis* BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Citharina orthonota* (REUSS 1863)  
*Dentalina linearis* (ROEMER 1841)
- Dentalina megapolitana* REUSS 1855  
*Lingulina* sp.  
*Epistomina caracolla anterior* BARTENSTEIN & BRAND 1951
- 1360–1366 m  
*Marssonella kummi* ZEDLER 1961  
*Nodosaria regularis* TERQUEM 1862  
*Nodosaria sceptrum sceptrum* REUSS 1863  
*Citharina pseudostriatula* BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Lenticulina saxonica saxonica* BARTENSTEIN & BRAND 1951
- 1366–1371 m  
*Reophax lageniformis* CHAPMAN 1892  
*Tritaxia tricarinata* REUSS 1845  
*Citharina acuminata* (REUSS 1863)  
*Saracenaria frankei* TEN DAM 1946  
*Lingulina semiornata* REUSS 1863  
*Tristix acutangulus* (REUSS 1863)  
*Buliminella loeblichi* BARTENSTEIN & BRAND 1951
- 1371–1378 m  
*Ammobaculites agglutinans* (D'ORBIGNY 1846)  
*Ammobaculites eocretaceus* BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Haplophragmium glomeratum* BRADY 1878  
*Haplophragmium inconstans gracile* BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Haplophragmium inconstans inconstans* BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Textularia agglutinans* D'ORBIGNY 1839  
*Bigenerina clavellata* LOEBLICH & TAPPAN 1946  
*Trochammina globigeriniforme* (PARKER & JONES 1865)  
*Trochammina nana* (BRADY 1881)  
*Astacolus aspera* (CHAPMAN 1893)  
*Marginulinopsis oldenburgensis* BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Lingulina serrata* TAPPAN 1940  
*Conorboides valendisensis* (BARTENSTEIN & BRAND 1951)
- 1378–1383 m  
*Ammobaculites* sp. 1 BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Trochammina depressa* LOZO 1944  
*Nodobacularia nodulosa* (CHAPMAN 1891)

- Astacolus calliopsis* (REUSS 1863)  
*Vaginulinopsis reticulosa* (TEN DAM 1946)
- 1383–1386 m  
*Nodosaria procera* FRANKE 1936  
*Fronicularia hastata* ROEMER 1842  
*Marginulina spinata* TERQUEM 1858  
*Pseudonodosaria sexcostata*  
 (BORNEMANN 1854)  
*Vaginulina costulata* ROEMER 1842  
*Vaginulina eurynota* REUSS 1863
- 1386–1389 m  
*Tolypammina* sp.  
*Reophax minutissima*  
 BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Ammobaculites irregulariformis* BARTEN-  
 STEIN & BRAND 1951  
*Gaudryina vetutissima* BARTENSTEIN &  
 BRAND 1951  
*Gaudryinella hannoverana* BARTENSTEIN &  
 BRAND 1951  
*Lagena hauteriviana cylindracea* BARTEN-  
 STEIN & BRAND 1951  
*Marginulinopsis densicostata*  
 THALMANN 1937
- 1389–1393 m  
*Ammolagena* sp.  
*Citharina rudocostata* BARTENSTEIN &  
 BRAND 1951  
*Marginulina linearis* REUSS 1863  
*Marginulinopsis parkeri* (REUSS 1863)  
*Vaginulina duestensis*  
 BARTENSTEIN & BRAND 1951  
*Vaginulinopsis matutina* (D'ORBIGNY 1849)  
*Bullopore depressa* (CHAPMAN 1891)
- 1393–1399 m  
 Ingen nytilkomne arter
- 1399–1401 m  
*Vaginulinopsis denudata* (REUSS 1863)  
*Webbinella rugosa* TEN DAM 1950
- 1401–1405 m  
*Haplophragmium inconstans erectum* BAR-  
 TENSTEIN & BRAND 1951  
*Tritaxia pyramidata* REUSS 1863
- 1405–1410 m  
*Astacolus planiuscula* (REUSS 1863)  
*Astacolus pulchella* (REUSS 1863)  
*Astacolus varians recta* (FRANKE 1936)  
*Lenticulina ouachensis multicella* BARTEN-  
 STEIN & BRAND 1957  
*Saracenaria italica* DEFRANCE 1824  
*Vaginulinopsis linearis* (REUSS 1863)  
*Falsoguttulina wolburgi* BARTENSTEIN &  
 BRAND 1949
- 1410–1419 m  
*Citharina discors* (KOCH 1851)
- 1419–1424 m  
*Haplophragmoides globigeriniforme* (PARKER  
 & JONES 1865)  
*Verneuilina variabilis* BRADY 1884  
*Gaudryina rugosa* D'ORBIGNY 1840  
*Valvulina concava* PARKER & JONES 1865  
*Nubeculinella* sp.  
*Patellina subcretacea* CUSHMAN & ALEXAN-  
 DER 1930
- 1424–1428 m  
*Ammobaculites subcretaceus* CUSHMAN &  
 ALEXANDER 1930  
*Citharina sparsicostata* (REUSS 1863)
- 1428–1430 m  
*Reophax nodulosa* BRADY 1879  
*Haplophragmoides cushmani* LOEBLICH &  
 TAPPAN 1946  
*Marginulina folkestoniensis* CHAPMAN 1893  
*Webbinella cf. subhemisphaerica* FRANKE
- 1430–1436 m  
*Cyclammina* sp.  
*Marginulinopsis comma* (ROEMER 1841)  
*Lingulina loreyi* (BERTHELIN 1880)  
*Epistomina tenuicostata* BARTENSTEIN &  
 BRAND 1951
- 1436–1438 m  
*Vaginulina riedeli*  
 BARTENSTEIN & BRAND 1951
- 1438–1483 m  
 Ingen nyintroducerede arter

I tabel 2 er foraminiferarterne opsummeret i den rækkefølge, hvori de er truffet i prøverne, dvs. at artens navn nævnes i det prøveinterval, hvor den første gang er til stede regnet fra oven.

*Mellem- og nedre albien 1329–1337 m*

Ved 1329 m fandtes i den øverste prøve, en cirkulationsprøve hvor boret har roteret i nogen tid i samme dybde, af ialt 300 udsorterede foraminiferer kun 19 eksemplarer, der fordelte sig over 8 arter med en stratigrafisk udbredelse, som inkluderer albien. De øvrige 281 er af øvre kretacisk alder og repræsenterer materiale fra det overliggende boreinterval. Tilstedeværelsen af *Hedbergella planispira* daterer prøven til mellem eller nedre albien. De tre følgende prøver, der tilsammen dækker intervallet 1329–1337 m, er på tilsvarende måde domineret af nedfald fra øvre kridt. De nyintroducerede arter viser imidlertid, at afsnittet er af nedre albien alder. Af disse bør enkelte arter, der er særligt vigtige for dateringen, omtales nærmere: *Lamarckina lamplughii* kendes fra allerøverste aptien og nedre albien med hyppigste optræden i de to nederste zoner af nedre albien. *Gaudryina dividens* forekommer i størst antal i øvre aptien, medens den er sparsomt til stede i hele nedre albien. *Ammobaculites reophacoides* findes fra nedre barrémien til mellem albien (begge inklusive), talrigest til stede i mellem og nedre barrémien. *Verneuilinoides subfiliformis* er kendt fra øvre hauterivien til nederste zone af mellem albien. Den er talrigest repræsenteret i største delen af barrémien og nederst i aptien. I aptienets øvre afsnit er den sjældnere, medens den er talrigere i de nederste to zoner af nedre albien. I øvre delen af nedre albien og i nederste zone af mellem albien optræder den sporadisk.

*Aptien 1337–1342 m*

I dette interval, der indeholder to prøver, er en mere præcis datering vanskelig. *Haplophragmoides latidorsatus* er med 15 eksemplarer den talrigst repræsenterede art. Denne agglutinerende forms vertikale udbredelse er ifølge litteraturen fra mellemste mellem barrémien til nederste nedre aptien. To eksemplarer, der med nogen usikkerhed er bestemt til *Lenticulina cf. muensteri* og *Lenticulina cf. subalata*, giver antydning af, at lag af endnu ældre afsnit er indarbejdet i materialet. *Lenticulina muensteri* forekommer fra nedre hauterivien til mellemste zone af nedre barrémien, med enkelte eksemplarer i mellemste mellem barrémien. *Lenticulina subalata* har en tilsvarende udbredelse, men den kan desuden findes mere spredt indtil øvre del af nedre albien. *Conorotalites aptiensis* har en vertikal udbredelse, der er begrænset fra øverste zone af øvre barrémien til nederste zone af nedre albien, talrigest omkring grænsen øvre barrémien–nedre aptien. På det foreliggende grundlag er intervallet 1337–1342 m bedømt til at være stratigrafisk placeret i aptien.

*Barrémien 1342–1348 m*

De følgende 6 m indeholdt en kombination af nytilkomne arter, ialt 23, der



sandsynliggør, at lag af øvre, mellem og nedre barrémien er truffet i dette afsnit. Især tilstedeværelsen af *Lenticulina ouachensis wisselmanni*, *Conorotalites intercedens* og *Gavelinella barrémiana* i stort antal viser, at barrémien er repræsenteret. Intervallets nederste 3 m indeholdt enkeltteksemplarer af *Epistomina caracolla caracolla* og *Epistomina ornata*, to arter der er karakteristiske i øvre valanginien, hele hauterivien og som mere spredt er til stede i nedre barrémien. Dette forhold indikerer muligvis, at grænsen til øvre hauterivien netop er passeret. Øverst i intervallet introduceredes desuden en pyritafstøbning af en højtspiret gastropod (< 1 mm). Lignende pyritafstøbninger er ret hyppigt forekommende dybere i profilet, ved 1352 m og fra 1355 m og nedefter i de afsnit af nedre kridt, som her er opfattet som øvre hauterivien og øvre valanginien. De er alle kærneafstøbninger uden spor af fossilets overflade og eventuelle skulptur.

#### *Øvre hauterivien 1348–1360 m*

Som hauterivien opfattes de følgende 12 m af den grå til gråsorte lersten. Heri kunne påvises 61 arter som nyintroducerede i Nøvlingprofilen. Blandt disse giver især følgende arter holdepunkt for at placere intervallet i øvre hauterivien: *Haplophragmium aequale*, *Marginulinopsis striatocostata*, *Wellmanella antiqua*, *Saracenaria bronniei*, *Vaginulina kochii* og *Conorotalites sigmoicosta*. I prøven 1352–1355 m giver forekomsten af følgende tre arter: *Wellmanella praeantiqua*, *Fronicularia rehbürgensis* og *Conorboides hofkeri* en mulighed for, at øvre valanginien er til stede. *Saracenaria bronniei*, der kendes som sjældent forekommende i øvre valanginien, er særlig hyppig i øvre hauterivien. *Vaginulina kochii* kendes både i øvre valanginien, hvor den er sjælden, i øvre hauterivien, hvor den når sit maksimum og i nedre plus mellem barrémien. De næstfølgende 2 m lersten indeholder 8 nyrepræsenterede arter, hvoraf een, *Marginulinopsis breyeri*, har en forekomst, der er begrænset til øvre hauterivien. Den er talrædigt relativt velrepræsenteret i prøven. Seks af arterne har vertikale udbredelser, der ikke bidrager til en mere præcis stratigrafisk placering. *Vaginulinopsis humilis praecursoria* er kun fundet som et enkelt fragment. Stratum typicum er for denne art placeret i nedre del af øvre valanginien. Herunder følger endnu 3 m lersten, hvori introduceres andre 8 arter. Indslaget af arter hvis udbredelse omfatter mellem og øvre valanginien forstærkes, men kun to af dem: *Verneuilinoïdes inaequalis* og *Epistomina caracolla anterior* er i deres hidtil kendte vertikale udbredelse begrænset til valanginien. Dette nederste afsnit af intervallet 1348–1360 m er derfor også betragtet som øvre hauterivien.

#### *Øvre valanginien 1360–1371 m*

De underliggende 11 m lersten viste sig at indeholde 18 nytilkomne arter, hvoraf følgende kan fremhæves som betydningsfulde for afsnittets stratigrafiske

indplacering: *Citharina pseudostriatula*, hvis forekomst er begrænset til valanginien, *Nodosaria regularis* og *Lenticulina saxonica* når desuden op i hauterivien, *Lingulina semiornata*, en sjældent forekommende art, kendt i mellem og øvre valanginien, samt *Buliminella loeblichii* med stratum typicum i nederste del af øvre valanginien. Det ser således ud til, at lag af nedre hauterivien alder ikke er truffet i Nøvlingboringen.

#### *Mellem valanginien 1371–1394 m*

Med 47 nytilkomne foraminiferarter træffes i det følgende afsnit en ændring i biofacies, der muligvis svarer til en mindre ændring i lithofacies. Af kurverne for neutron – gammastrålingen, der giver oplysninger om bjergarternes porositet, viser kurveforløbet en ændring i intervallet 1375–1380 m, der muligvis skyldes en forøget porositet. Dette kunne være udtryk for et større siltindhold i lerstenen. Da det er en almindelig iagttagelse i de danske dybdeboringer, at grænsen mellem valanginien–øvre valanginien ofte findes ved en tilsvarende lithologisk ændring, er det rimeligt at antage, at det ændrede kurveforløb kan korreleres med den iagttagne ændring i foraminiferindholdet. Af arter i nærværende interval med udbredelse i mellem valanginien er fundet: *Marginulinopsis oldenburgensis*, der kendes fra øvre mellem valanginien til nedre øvre valanginien, *Conorboides valendisensis*, der findes i mellem valanginien, *Marginulina spinata* og *Pseudonodosaria sexcostata*, to juraformer, der findes op i mellem valanginien, *Citharina rudocostata*, en anden juraform, hvis vertikale udbredelse strækker sig op i øvre valanginien, men som er fundet særligt hyppigt i mellem valanginien.

#### *Nedre kridt – jura 1394–(1483 m)*

Lagene umiddelbart under 1393 m indeholder ingen nytilkomne foraminiferarter. Den nedre grænse for mellem valanginien er kun baseret på den ret markante ændring af neutronkurven ved denne dybde. Det har ikke været muligt at konstatere nogen ændring i prøvematerialets lithologi, men hvis kurveforløbet kan forklares som udtryk for en øget porositet fra 1394 m og nedefter, er det sandsynligvis et større siltindhold, der er markeret. Nytilkomne foraminiferarter er igen registreret fra 1399 m ned til 1438 m, men kun i beskedent antal. Det drejer sig fortrinsvis om former, der kendes fra nedre kridt, men kendskabet til deres vertikale udbredelse gør det ikke muligt i denne forbindelse at præcisere nærmere, hvilken stratigrafisk placering lagene i det nedre afsnit har. I prøven 1405–1410 m er truffet en form, der her er betegnet som *Saracenaria italica*, og tilstedeværelsen af denne gør det muligt at antage, at afsnittet tilhører berriasien.



## TALMÆSSIGT DOMINERENDE FORAMINIFERER

For at udrede forholdet mellem nedfald og nytilkommet materiale i det fossilrige nedre kretaciske afsnit i Nøvling 1, er der gennemført en optælling af de enkelte foraminiferarters individantal i de 34 prøver. Af dette materiale skal her omtales nogle enkelte arter, der er talmæssigt dominerende inden for mere begrænsede profilafsnit.

*Lenticulina muensteri* (ROEMER 1839). I prøven 1337–1339 m, der i det biostratigrafiske afsnit er betegnet som aptien, er fundet et enkelt fragment, som med nogen usikkerhed er navngivet *Lenticulina cf. muensteri*. I den efterfølgende prøve 1339–1342 m, fandtes et sortfarvet eksemplar, der muligvis kan henføres til *L. muensteri*. Den første talstærke repræsentation af denne art findes dog først i den følgende prøve, 1342–1345 m, der er regnet til barrémien. Her fandtes 10 eksemplarer. Artens udbredelse er som tidligere nævnt (p. 106) fra nedre hauterivien til mellemste zone af nedre barrémien med enkelte eksemplarer i mellemste mellem barrémien. Hvis det kan fastslås, at arten har en tilsvarende vertikal udbredelse i det danske nedre kridt, er det muligt, at kun det nederste barrémien er til stede i Nøvlingprofilet. Generelt kan det siges om denne arts repræsentation, at den i alle de følgende prøver er til stede i stort tal, talrigest i 1352–1355 m, hvor antallet var 87, medens den iøvrigt når op på 20–30 eksemplarer pr. prøve.

En talmæssigt endnu større repræsentation opnås af *Epistomina caracolla caracolla* (ROEMER 1841). Denne art træffes øverst i Nøvlingprofilet med eet eksemplar i prøven 1345–1348 m. I den næstfølgende prøve fandtes den i et antal af 15 eksemplarer, og herfra og nedefter er den til stede i hver prøve, talrigest i prøven 1378–1383 m med 317 eksemplarer i det afsnit, der er betragtet som hørende til mellem valanginien. Der er iøvrigt ikke bemærket nogen korrelation mellem svingningerne i antallet af denne art fra prøve til prøve og disses stratigrafiske relationer, et forhold der også er bemærket i tilsvarende tyske undersøgelser udført på borekærner fra dybdeboringer (BARTENSTEIN & BRAND 1951).

En tredje art, *Marginulinopsis robusta* (REUSS 1863), bør omtales i denne sammenhæng. Den når kun i enkelte prøver et antal i nærheden af *L. muensteri*, aldrig derover. Arten er talrigest til stede i intervallet 1371–1383 m med 17 eksemplarer i den øverste af de to prøver, og med 12 eksemplarer i den nederste (1378–1383 m). De to prøver hører biostratigrafisk til mellem valanginien. I prøven 1357–1360 m, der er regnet til øvre hauterivien, er arten fundet i 12 eksemplarer, medens den iøvrigt er til stede fra 1337 m (aptien) ned til og med 1438 m (?berriasien). Udbredelsen af denne art føjer intet nyt til den biostratigrafiske inddeling. Den kendes fra øvre valanginien op til albien. Dens forekomst i ældre afsnit i Nøvlingprofilet kan meget vel skyldes nedfald.



## AFSLUTTENDE BEMÆRKNINGER

Den del af den nedre kretaciske lagserie i Nøvling 1, som det har været muligt at datere på grundlag af foraminiferfordelingen, har en mægtighed på ca. 65 m. En sammenligning med det tilsvarende afsnit af Vindingboringen, der blev udført ca. 16 km NNV for Nøvling 1, og hvor man fandt en mægtighed på ca. 75 m, viser en ret god overensstemmelse. I Vinding 1 er de 75 m inddelt i: berriasien?, valanginien, hauterivien, reduceret barrémien og albien. Der blev ikke fundet aptien. I Nøvling 1 blev observeret visse mindre forskelle fra Vinding-dateringerne: nedre hauterivien mangler i Nøvling 1, men det antages, at lag af denne alder er til stede i Vinding 1. Desuden fandtes i Nøvling 1 5 m aptien, medens der ikke er rapporteret aptien i Vinding 1. Det er muligt, at disse uoverensstemmelser kan vises kun at være tilsyneladende ved en revision af materialet fra nedre kridt i Vinding 1, der blev boret i 1947.

Sedimentfølgen i nedre kridt afsnittene i de to boreri-ger kan resumeres som følger: den nedre kretaciske finsandsten ved basis af dette interval overlejres af siltholdig lersten, der opadtil går over i lersten. Denne lersten får i tidens løb et øget kalkindhold og øverst udvikles brogede mergelsten, før sedimentationen afbrydes i løbet af albien tid. Beskrivelsen er som en illustration af sedimentationsforløbet i et gradvist uddybende bassin med en mere regionalt omfattende afbrydelse af aflejringen gennem mellem og øvre albien.

## ENGLISH SUMMARY

## LOWER CRETACEOUS IN NØVLING NO. 1

## Biostratigraphy based upon foraminifera

A total of 34 ditch samples representing the interval 1329–1483 m below Kelly Bushing were analyzed. (Depths corrected for lag-time according to table 1, p. 102). In the uppermost 70 m of this interval 247 species of foraminifera were encountered, 188 species of which were of significant importance for the biostratigraphic evaluation of this part of the section. A list of these species is shown in table 2, p. 103.

*Age: Middle? and Lower Albian 1329–1337 m.*

Lithology: Claystone, sticky, highly calcareous, varicoloured reddish brown, dark brown, and greyish brown. At the very top of this interval (at 1329 m) the presence of *Hedbergella planispira* indicates a Middle or a Lower Albian age. The remaining part of the interval, i.e. 1329–1337 m is Lower Albian with some probable indication of Aptian layers.

*Age: Aptian 1337–1342 m.*

Lithology: Claystone, sticky, calcareous, greyish brown.

Analysis of coloured specimens of foraminifera reveals that reddish and yellowish coloured sediments are represented in layers of an Albian age only. *Haplophragmoides latidorsatus* is introduced in the top part of this interval with a representation of 15 specimens indicating layers of the lowermost parts of the Aptian.

Age: Barremian 1342–1348 m.

Lithology: Claystone, sticky, grey to greyish black.

From the content of foraminifera it appears that layers of the Upper, Middle, and Lower Barremian are present. In the lowermost part the presence of single specimens of *Epistomina caracolla caracolla* and *Epistomina ornata* might indicate that the top of the Upper Hauterivian should be placed above 1348 m.

Age: Upper Hauterivian 1348–1360 m.

Lithology: Claystone, sticky, grey to greyish black.

*Haplophragmium aequale*, *Wellmanella antiqua* and *Saracenaria bronni* are among the total of 61 species which are introduced within this interval. *Epistomina caracolla caracolla* dominates in numbers of specimens. No indication of Lower Hauterivian.

Age: Upper Valanginian 1360–1371 m.

Lithology: Claystone, sticky, grey, greyish black, brownish grey.

Below 1364 m: Pyrite and clay ironstone present.

Introduction of 18 species the ranges of which indicate an Upper Valanginian age.

Age: Middle Valanginian 1371–1394 m.

Lithology: Claystone, sticky, with silt. Pyrite and clay ironstone present.

The introduction of 47 species might be correlated with changes in facies. Indication of a slightly higher porosity on gamma-neutron log. Presence of *Conorbooides valendisensis*, *Margulinina spinata*, and *Pseudonodosaria sexcostata*.

For further information on the order of introduction of foraminiferal species in relation to the progress of drilling, see table 2, p. 103.

#### Outline of the subdivision of Lower Cretaceous in Nøvling 1

corrected depth		
1329–1337 m		(?Middle and) Lower Albian
1337–1342 m		Aptian
1342–1348 m		Barremian
1348–1360 m		Upper Hauterivian
1360–1371 m	Upper	Valanginian
1371–1394 m	Middle	
1394–(1483 m)*		Lower Cretaceous – Jurassic

\* Final depth of this investigation.

#### FINAL REMARKS

The distribution of foraminifera has led to a biostratigraphical subdivision of about 65 m of Lower Cretaceous sediments in the Nøvling No. 1 deep test. Good correlation with another section of the same series could be established to the deep test of Vinding No. 1 – completed in 1947 – which is located about 10 miles to the NNW.

In Vinding No. 1 the thickness of the Lower Cretaceous was about 75 m comprising Berriasian?, Valanginian, Hauterivian, reduced Barremian, and Albian. No Aptian was reported. In Nøvling No. 1 minor differences in the age evaluation were noted: The Lower Hauterivian is missing, but in Vinding No. 1 it is assumed to be present. Furthermore, 5 m of Aptian was found in Nøvling No. 1 while in Vinding No. 1 the Aptian is not indicated. A revision of the Lower Cretaceous succession in Vinding No. 1 regarding the content of foraminifera is needed in order to straighten out these apparent discrepancies.

The succession of sediments in the two sections might be outlined as follows: the Lower Cretaceous siltstone at the base of this interval is overlain by silty claystone, upwards changing into claystone. During the time of sedimentation the calcareous content of this claystone has increased. This description is the picture of a sedimentation in a gradually subsiding basin with an interruption of regional importance during Middle and Upper Albian time.

## LITTERATUR

- ALBERS, J., 1952. Taxonomie und Entwicklung einiger Arten von *Vaginulina* D'ORB. aus dem Barrême bei Hannover. (Foram.) – Mitt. Geol. Staatsinst. 21, Hamburg, p. 75–112.
- BARTENSTEIN, H. & F. BETTENSTAEDT, 1962. Marine Unterkreide (Boreal und Tethys) – in: Leitfossilien der Mikropaläontologie, Berlin, p. 225–297.
- BARTENSTEIN, H. & T. KOVATCHEVA, 1970. Foraminiferen-Korrelationen der bulgarisch-NWdeutschen Barrême im Rahmen einer weltweiten Kreidestratigraphie. – Rev. Bulgar. Geol. Soc. vol. 31, Sofia, p. 160–165.
- BETTENSTAEDT, F., 1952. Stratigraphisch wichtige Foraminiferen-Arten aus dem Barrême vorwiegend Nordwest-Deutschlands. – Senckenbergiana, vol. 33, Frankfurt a. M. p. 263–295.
- BUCH, A., 1971. Marint nedre kridt i Rønøde nr. 1 (1985–2103 m), – in L. BANKE RASMUSSEN m. fl. 1971, p. 61–67.
- CHAPMAN, F., 1891–1898. The Foraminifera of the Gault of Folkestone, No. 1–10. – Jour. Roy. Microsc. Soc. ser. 2, vol. 11–18, London.
- DAM, A. TEN, 1950. Les Foraminifères de l'Albien des Pays-Bas. – Mém. Soc. géol. France, 63, Paris, p. 1–66.
- HECHT, F. E., 1938. Standard-Gliederung der Nordwest-deutschen Unterkreide nach Foraminiferen. – Abh. senckenb. naturf. Ges. 443, Frankfurt a. M. p. 1–42.
- HILTERMANN, H. & E. KEMPER, 1969. Vorkommen von Valangin, Hauterive und Barrême auf Helgoland. – Ber. Naturhist. Ges. 113, Hannover, p. 15–37.
- JANNIN, F., 1965. Contribution à l'étude du stratotype de l'Albien: variations des microfaunes dans la partie inférieure des argiles tégulines. – Rev. Micropaléont. vol. 8, Paris, p. 106–117.
- RASMUSSEN, L. BANKE, *et al.*, 1971. Dybdeboringen Rønøde nr. 1 på Djursland. – Danm. Geol. Undersøg. 3. Række nr. 39, København, p. 1–123.
- REUSS, A. E., 1863. Die Foraminiferen des norddeutschen Hils und Gault. – Sitzungsber. Wiener Akad. Wiss. math.-naturwiss. Classe, vol. 46, Wien, p. 5–100.
- SCHOTT, W., 1969. Paläogeographischer Atlas der Unterkreide von Nordwestdeutschland. Erläuterungen. Hannover, p. 1–315.



DE NEDRE KRETACISKE  
OG ØVRE JURASSISKE FORMATIONER  
OG OSTRACODFAUNAER  
I NØVLING NR. 1  
(1329–1509 M)

af

*Ole Bruun Christensen*

De mesozoiske formationer er afgrænset af GUNNAR LARSEN (1966) for de jurassiske og nedre kretaciske afsnit i Det Danske Sænkingsområde. Denne inddeling søges bibeholdt ved beskrivelsen af disse aflejringer i Nøvling nr. 1 i fortsættelsen af den tidligere fremstillingsform af boringen Rønde nr. 1 (BRUUN CHRISTENSEN 1971). Beskrivelserne foretages i den efterfølgende tekst og fremstilles skematisk i fig. 19. Undersøgelsen er baseret dels på de prøvebeskrivelser, der blev foretaget og indberettet til DGU af den udstationerede geolog (OLAF MICHELSEN), dels på Schlumberger målinger i borehullet, samt på undersøgelser af ostracodpræparater.

Ostracoderne er ligesom foraminifererne udsorteret selvstændigt. Der er på få undtagelser nær fundet ostracoder i alle prøveintervallerne. Dele af finsandsaflejringerne i den nedre del af Vedsted formationen synes at være uden ostracoder. Gennem lagserierne varierer de boreintervaller, hvorfra prøverne er taget (cf. fig. 19):

Øvre del indtil 4455' med 10 fods intervaller

4455' til 4770' med 15 fods intervaller

Nedre del fra 4770' med 30 fods intervaller

I nærværende artikel er der i biostratigrafisk henseende udelukkende taget hensyn til ostracodernes fordeling. I forbindelse hermed har det været muligt at påvise tilstedeværelse af lithostratigrafiske enheder, når disse er definerede, men ikke lithologisk genkendelige i skylleborede afsnit. Således er Børglum formationen, og øvre jurassiske aflejringer i det hele taget, blevet påvist i boringen indenfor området (f.eks. i de ældre borerne Vemb nr. 1 og Vinding nr. 1) på basis af ostracodundersøgelser (BRUUN CHRISTENSEN 1972).

Nøvling nr. 1 er beliggende i den sydvestlige del af Det Danske Sænkingsområde tæt op mod Ringkøbing-Fyn Hævningsområdet. Boringen er beliggende ca. 50 kilometer nord for boringen Grindsted nr. 1 og ca. 13 kilometer sydsydøst for boringen Vinding nr. 1.

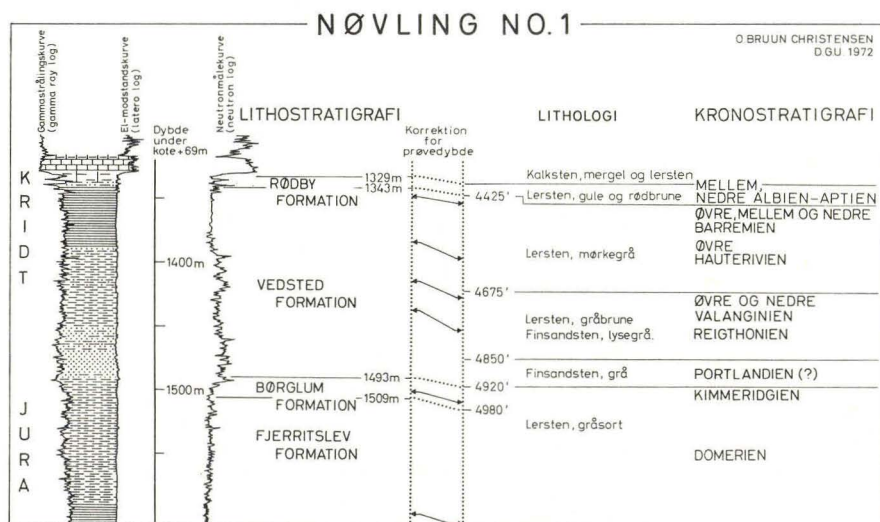


Fig. 19. De øvre jurassiske og nedre kretaciske formationer indsat i det lithologiske profil. Den skitserede chronostratigrafiske inddeling er baseret på ostracodernes fordeling i prøverne.

#### STRATIGRAFISK INDELING

De her anvendte dybdeangivelser er målt fra Kelly bushing svarende til kote +69,2 meter. Angivelserne i engelske fod gælder udelukkende de originale dybdeangivelser på skylleprøverne. Disse dybder er korrigerede i de tilfælde, hvor de anføres i meter, nemlig ved hjælp af korrektionstests med farve eller carbid, samt Schlumberger målinger.

#### *Rødby formationen (1329–1343 m)*

Sandsynligvis 14 meter lersten, ret fede, med forskellige gule og rødbrune farver, stærk kalkholdig. Finsandede, grålige lersten kan være tilstede i den nedre del af formationen eller som intercalationer i lagserien.

Mikrofossilerne fra denne formation er almindeligvis let genkendelige på grund af deres rødbrune farver. Karakterisk farvede ostracoder er af både mellem og nedre albien, samt aptien alder. Følgende stratigrafisk betydningsfulde arter kan nævnes: *Dolocythere rara* MERTENS 1956, *Pontocyprilla rara* KAYE 1965, *Pseudobythocythere goerlichii* MERTENS 1956 og *Veenia robusta* KAYE 1964.

I prøven 4425'–4435' findes ostracoder fra øvre barremien. Disse kan hidrøre fra de finsandede, grålige lersten, der er iagttaget i formationen, men synes dog snarere at tilhøre de fede, mørke lersten i toppen af den underliggende Vedsted formation, skønt sedimentet herfra først er iagttaget i prøven 4445'–4455'. Øvre barremien aflejringer synes i det hele taget at være af en relativ begrænset tykkelse.

*Vedsted formationen (1343–1493 m)*

Lithostratigrafisk kan denne formation deles i tre led:

1. 4425'–4675' Lersten, fed, mørkegrå, stærk kalkholdig med pyrit og lerjernstenskonkretioner.

Den øverste prøve i dette interval indeholder som ovenfor nævnt ostracoder fra øvre barremien: *Acrocythere hauteriviana anomala* NEALE 1962 og *Schuleridea (Schuleridea) hammi* (TRIEBEL 1938), ligesom *Orthonotacythere inversa tuberculata* KAYE 1964 fra et dybere prøveniveau må hidrøre herfra.

Dette maksimalt 75 meter tykke led må overvejende modsvare zonen med *Protocythere (Protocythere) triplicata* (ROEMER 1840). Denne art er fundet i prøven 4445'–4455', hvor også de første bjergartsfragmenter fra leddet er iagttaget. Indexfossil er yderst almindelig i prøverne derunder.

I den øverste prøve i leddet er der fundet fragmenter af ostracodskaller, der med nogen usikkerhed kan bestemmes som *Exophthalmocythere mamillata* TRIEBEL 1938. Denne art er karakteristisk for dele af valanginien og nederste hauterivien. Forfatteren har anset fundet for så usikkert, at han ikke har kunnet acceptere en hypotese om tektoniske forstyrrelser med repetation i lagserien. Hertil synes laghældningerne at være for regelmæssige (jvnf. HENRIKSEN p. 54). Fund af valanginien mikrofossiler begrænset til øverste prøver i leddet er derfor af forfatteren på basis af det undersøgte materiale blevet tolket som forurening.

Både nedre og mellem barremien synes at være tilstede foruden det ovenfor omtalte øvre barremien. Andre betydningsfulde arter fra dette interval er: *Apatocythere (Apatocythere) simulans* TRIEBEL 1940, *Cythereis aculicostata* TRIEBEL 1940 og *Neocythere (Neocythere) protovanveeni* KAYE 1963, der har deres førsteoptræden ved 4445'.

Leddets omfatter foruden lag af barremien alder også lag af hauterivien alder. Grænsen mellem disse kan sættes ved 4500', hvor følgende hauterivien arter optræder for første gang: *Apatocythere (Apatocythere) spinosa* NEALE 1962, *Haplocytheridea ? sp., cf. kummi* TRIEBEL, GRÜNDEL 1966. Arter som *Acrocythere hauteriviana hauteriviana* (BARTENSTEIN 1956), *Apatocythere (Wendocythere) ellipsoidea* TRIEBEL 1940, *Cytherelloidea ovata pulchra* NEALE 1960, *Cytheropteron (Infracytheropteron) exquisita* KAYE 1964, *Doloccytheridea (Parasternbergella) intermedia neali* GRÜNDEL 1966, *Dicrorygma (Dicrorygma) speetonensis* BRUUN CHRISTENSEN 1965, *Eucytheridea (Vesticythrura) neocomiana neocomiana* (KAYE 1964), *Orthonotacythere inversa inversa* (CORNUEL 1848), *Protocythere (Protocythere) hechti* TRIEBEL 1938, *Schleridea (Schleridea) bilobata* (TRIEBEL 1938) og *Schuleridea (Schuleridea) thoerenensis* (TRIEBEL 1938) er udbredt i øvre hauterivien og for de flestes vedkommende tillige i nedre barremien i Nøvling nr. 1.

Der er næppe nedre hauterivien i boringen. Fund i nedfald af arten *Protocythere (Costacythere) frankei frankei* (TRIEBEL 1938) kan antyde tilstedeværelse



af nedre hauterivien, men viser snarere tilstedeværelse af øverste valanginien i leddets nedre del eller i øvre del af underliggende led. Det er nemlig bemærkelsesværdigt, at danske aflejringer fra nedre hauterivien normalt plejer at være rige på ostracoder.

2. 4674'–4850' Lersten, fed, mørk gråbrun, stærk kalkholdig og med finsand, lysegrå til grå, glaukonitholdig og svag kalkholdig.

Fund af *Schuleridea (Schuleridea) praethoerenensis* BARTENSTEIN og BRAND 1951, samt *Mandelstamia sexti sexti* NEALE 1961 i prøven 4710'–4725' og *Stravia ? crossata* (NEALE 1962) fra dybere niveau viser, at valanginien er tilstede og sandsynliggør, at leddet omfatter både øvre og nedre valanginien. Desuden må grænsen mellem valanginien og reightonien (»berriasien«) sættes i samme prøve (4710'–4725'). Som følge heraf må reightonien omfatte den største del af leddet.

I den underliggende Børglum formation i Nøvling nr. 1 findes arter som: *Mandelstamia sexti sexti* NEALE 1961, ? *Galliaecytheridea teres* (NEALE 1961) juv. og *Galliaecytheridea compressa* BRUUN CHRISTENSEN og KILENYI 1970. Disse må anses for at være nedfald fra yngre aflejringsafsnit end den kendte Børglum formation med kimmeridgien faunaer. De to førstnævnte arter må antages at hidrøre fra Vedsted formationens nedre to led, mens eksemplarer af *Galliaecytheridea compressa* eventuelt kunne hidrøre fra den øverste del af Børglum formationen.

I boringen Vinding nr. 1 har forfatteren i kerneprøver fra den nederste del af Vedsted formationen kunne påvise »berriasien« (reightonien) og med en ostracodfauna, der næsten er identisk med faunaer i typeprofilen i Speeton.

3. 4850'–4920' Finsandsten, mørkegrå, glaukonitholdig og svag kalkholdig.

Dette led synes kun at indeholde kalkholdige fossiler i meget ringe mængde. Den ovenfor omtalte portlandien ostracod kan hidrøre fra dette afsnit.

Det er bemærkelsesværdigt, at der ved undersøgelserne af laghældningerne i borehullet synes at være krydslejring i disse finsandstensaflejringer (cf. HENRIKSEN, p. 54). Dette træk kendes blandt andet også fra boringen Rønde nr. 1 i det aflejringsafsnit, der blev korreleret med Frederikshavn formationens øvre led i boringen Gassum nr. 1.

#### *Børglum formationen (1493–1509 m)*

Maksimalt 18 meter lersten, hård, sandsynligvis finsandet, gråsort, pyritholdig, svag kalkholdig.

Bortset fra nogle af de tidligere nævnte ostracodarter, der i dette dybdeinterval må antages at være nedfald, indeholder formationen næsten udelukkende øvre kimmeridgien arter. Disse findes i formationens øverste prøver. Af den rige ostracodfauna kan nævnes følgende arter: *Aalenella (Procytherura) gracilis*

BRUUN CHRISTENSEN og KILENYI 1970, *Dicrorygma (Orthorygma) reticulata*  
 BRUUN CHRISTENSEN 1965, *Galliaecytheridea spinosa* KILENYI 1969, *Macrodentina (Polydentina) rudis* MALZ 1958, *Macrodentina (Polydentina) wicheri* (STEGHAUS 1951), *Mandelstamia (Xeromandelstamia) tumida* BRUUN CHRISTENSEN og KILENYI 1970, *Protocythere cf. rodewaldensis* (KLINGLER 1955) og *Schuleridea (Schuleridea) moderata* BRUUN CHRISTENSEN og KILENYI 1970.

#### *Fjerritslev formationen (1509–1847 m)*

Mere end 300 meter tykke lag af lersten, finsandet (specielt i den øvre del), gråsort, pyritholdig, enkelte lerjernstenskonkretioner, svag kalkholdig.

En nøjere beskrivelse af formationen og formationens indhold af ostracoder, samt den stratigrafiske inddeling er foretaget af OLAF MICHELSEN (side 124). Øverst mod Børglum formationen kan domerien faunaer erkendes. Nederst mod Vinding formationen (cf. BRUUN CHRISTENSEN side 132) findes hettangien faunaer.

#### KONKLUSION

Over nedre jurassiske, mørke lersten tilhørende Fjerritslev formationen følger den øvre jurassiske Børglum formation (fig. 19). Denne formation kan adskilles fra de underliggende aflejringer ved hjælp af ostracodindholdet. Lithologisk kan disse formationer vanskelig adskilles i boringer i denne del af bassinet. Den sandede, overvejende non-marine mellemjurassiske Haldager formation er ikke fundet i Nøvling nr. 1 eller andre boringer nær denne. Børglum formationen skønnes at være næsten 18 meter tyk i Nøvling nr. 1 og overvejende af kimmeridgien alder.

Vedsted formationen kan i Nøvling nr. 1 inddeles i tre led. Det nederste 20 meter tykke led kan eventuelt modsvare Frederikshavn formationen andre steder i Det Danske Sænkingsområde, men da de sandede aflejringer af reightonien alder i den nærliggende Vinding boring er henført til Vedsted formationen på basis af borekærnematerialer, undlades denne opspaltning i Nøvling nr. 1.

Næstnederste led er over 50 meter tykt. De øverste prøver med reightonien ostracoder er iagttaget i den mellemste del af leddet. Den øverste mere lerede del af dette led tilhører nedre og øvre valanginien.

Det øverste 100 meter tykke led i Vedsted formationen består af lersten og er overvejende af øvre hauterivien alder. De øverste prøver indeholder ostracoder, der kan henføres til nedre og mellem barremien.

Rødby formationen, der har en sandsynlig tykkelse på 14 meter, består af gule og rødbrune ret fede lersten, måske mellemleret af finsandede grålige lersten. Ostracodfaunaen indeholder arter fra øvre barremien, aptien, nedre og mellem albien.

THE LOWER CRETACEOUS AND UPPER JURASSIC FORMATIONS AND  
OSTRACOD FAUNAS IN NØVLING NO. 1

Based on the studies of the ostracodfaunas from the borehole the Upper Jurassic Formation can be recognized to overlay the Lower Jurassic Fjerritslev Formation (fig. 19). Lithological the formations are difficult to separate in boreholes in the area. A sandy, mostly non-marine Middle Jurassic Haldager Formation has not been recognized in Nøvling No. 1 or in other borings in the neighbourhood of this. The Børglum Formation seems to be nearly 18 metres in thickness in Nøvling No. 1 and is of Kimmeridgian Age.

The Vedsted Formation in Nøvling No. 1 can be subdivided into three members. The lowermost one is 20 metres thick and may be classified as the Frederikshavn Formation. The next member is more than 50 metres thick. The uppermost samples containing Reigh-tonian ("Berriasian") ostracods originate from the middle of the member. The uppermost, and more clayish part of the member is from Lower and Upper Valanginian.

The uppermost 100 metres thick member of the Vedsted Formation consists of claystone, and is mainly from Upper Hauterivian. The uppermost samples contain Lower and Middle Barremian ostracods.

The Rødby Formation seems to be 14 metres thick, and consists of yellow and reddish brown, greasy claystones perhaps interbedded with silty and greyish claystone. The ostracods are from Upper Barremian, Aptian, Lower and Middle Albanian.

LITTERATUR

- CHRISTENSEN, O. BRUUN, 1971: De yngre jurassiske aflejringer og grænsen jura-kridt i Rønde nr. 1. (English Summary). – Danmarks Geologiske Undersøgelse, III. række nr. 39, pp. 68–73. – København.
- CHRISTENSEN, O. BRUUN, 1972: Det Danske Sænkingsområdes udvikling i det Mellemske Mesozoikum. (English Abstract). Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1971, pp. 55–62. – København.
- LARSEN, G., 1966: Rhaetic-Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Danish Embayment. – Danmarks Geologiske Undersøgelse, II. række nr. 91, pp. 128, 17 tavler. – København.



# JURA-BIOSTRATIGRAFI I NØVLING NR. 1 PÅ GRUNDLAG AF FORAMINIFERER

af

*Inger Bang*

Hertil tavle 3-5

Undersøgelsen omfatter prøverne fra 4890' (1482 m) til 6080' (1847 m), som angiver grænsen til rhæt (se O. MICHELSEN, p. 124), ialt 45 prøver, der alle kan henføres til juraperioden. En inddeling er endnu ikke foretaget af øvre og et eventuelt mellem jura, ligesom toppen af intervallet ikke er fastlagt. Foraminiferer af jurassisk alder optræder yderst sparsomt i prøverne, der helt er domineret af mikrofossiler fra nedre kridt. Fordelingen af de vigtigste foraminiferer fremgår af skemaet p. 121, og fremgangsmåden ved undersøgelsen har iøvrigt været den samme som ved Rønde nr. 1 (BANG 1971).

Der forekommer tilsyneladende forskellige faunaer. Den øverste fauna kan på grundlag af forekomsten af *Planularia mariae* KUZNETSOVA, tavle 3, fig. 2, henføres til portlandien. En anden vigtig gruppe er *Lenticulina* 110-gruppen, der er beslægtet med *Lenticulina comptula* (SCHWAGER) og *L. irritata* (SCHWAGER). Den forekommer i hele øvre jura og fortsætter i nedre kridt, med bl.a. arten *Marginulinopsis robusta* (REUSS). Det samme gælder *Saracenaria* sp. 3, tavle 3, fig. 5, der tilhører *S. oxfordiana* TAPPAN-gruppen (= *S. »triquetra«* aut. non *S. triquetra* (GÜMBEL)).

Den øvre grænse for nedre jura, lias, er stærkt markeret, idet prøven 5010'–5040' (1515–1523 m) indeholder en massiv fauna med foraminiferer, der kan henføres til øvre pliensbachien: *Marginulina prima prima* D'ORB., *Geinitzinita pupa* (TERQ.), tavle 6, fig. 7, 8, »*Bolivina*« *liasica* (TERQ.) form E, tavle 4, fig. 6, *Darbyella turbiformis* TERQ., enkelte *Ophthalmidium* sp., *Ammodiscus* sp. Ved korrelation til Rønde nr. 1 og Gassum nr. 1 synes det sandsynligt at henføre faunaen til »*Bolivina*« *liasica* – *Darbyella turbiformis* zonen nederste del (BANG 1971) og at den øvre del altså skulle mangle i Nøvling.

Foraminifererne er overordentligt velbevarede, og det gælder i det hele taget for alle liasprøverne, samtidig med at faunaerne er meget rige. Desværre lader deres optræden i prøverne formode, at foraminifererne ikke forekommer i prøverne i den oprindelige succesion, men er blandet sammen på grund af nedfald, hvorfor en inddeling af intervallet er beheftet med betydelig usikkerhed. Således må grænsen til *Marginulina spinata* zonen sættes ved den første optræden af *Astacolus speciosus* (TERQ.) (tavle 4, fig. 9) i prøven 5090'–5120' (1541–1548 m), imens *M. spinata* (tavle 4, fig. 10) først optræder dybere. Faunaen domineres, ligesom i den overliggende zone, af »*Bolivina*« *liasica*, og karakteristisk

er yderligere *Geinitzinita praepupa* (NØRVANG), *Astaculus denticulata-carinata* (FRANKE), *Annulina metensis* TERQ. (tavle 4, fig. 11), *Dentalina varians* TERQ. (tavle 4, fig. 13 og 14), *Geinitzinita* sp., *Lenticulina* sp.

Samme vanskelighed viser sig ved afgrænsningen af *Nodosaria columnaris-Vaginulina listi* zonen, idet de typiske arter tilsyneladende viser sig for lavt, *N. columnaris* således først fra prøven 5570'–5600' (1685–1694 m), hvorfor grænsen sættes ved øverste forekomst af *Nodosaria issleri* FRANKE i prøven 5270'–5300' (1597–1607 m). Af foraminiferer i zonen kan nævnes *Reofax* sp., *Dentalina matutina* D'ORB., *Marginulina prima* D'ORB., *Geinitzinita* sp., *G. pupoides* (NØRVANG) (tavle 4, fig. 12), *Nodosaria claviformis* TERQ., *N. mitis* TERQ. & BERTHELIN, *Lenticulina* sp.

»*Neobulimina*«-zonen forekommer fra prøven 5540'–5570' (1679–1685 m) med den karakteristiske fauna: *Lenticulina* sp. 26 (tavle 5, fig. 16 og 17), *Astaculus quadricosta* (TERQ.) (tavle 5, fig. 18), *Trochammina nana* (BRADY) form A BRAND (tavle 5, fig. 20). *Lenticulina* sp. 26 findes først fra 5570'–5536' (1685–1694 m) og nedefter og det synes, som om den i Jylland er begrænset til denne zone i modsætning til Øresundsboringerne, hvor den fortsætter op i den overliggende zone.

I Rønde nr. 1 kunne man ikke på grundlag af foraminiferer konstatere et nederste lias. Anderledes forholder det sig i Nøvling, hvor der også under »*Neobulimina*«-zonen viser sig nye arter: *Geinitzinita tenuistriata* (NØRVANG), *G. substriata* (NØRVANG) (tavle 5, fig. 19), *Planularia inaequistriata* (TERQ.) (tavle 5, fig. 22) samt »*Involutina*« *liassica* (JONES) (tavle 5, fig. 21), der ikke før er truffet i Danmark. Det bør bemærkes, at »*Involutina*« *liassica* her forekommer i en aflejring, bestående af ler- og siltsten (O. MICHELSEN, p. 124). Adskillige forfattere har efter WICHER 1952 nævnt arten som karakteristisk for rev-facies.

Zonen kan korreleres til Gassum nr. 1 og er i Rønde-rapporten kaldt *Lingulina striata*-zonen, skønt *G. striata* (*Lingulina* = *Geinitzinita* DE CIVRIEUX & DESSAUVAGIE) såvidt vides kun er fundet i Gassum nr. 1 i det danske aflejningsbassin. En revision af nomenklaturen for zonerne må dog afvente en palæontologisk revision af gruppen.

Med nogen usikkerhed på grund af boremetoden, der foruden de allerede nævnte ulemper kun tillader en bestemmelse af overgrænsen af zonerne og kun som formodet maximumsdybde til overgrænsen af zonen, kan liasserien inddeles:

1523–1548 m: Øvre pliënsbachien (domerien)

1548–1607 m: Nedre pliënsbachien

1607–1685 m: Øvre sinemurien

1685–1769 m: Nedre sinemurien

1769–1847 m: Hettangien





BIOSTRATIGRAPHY OF THE JURASSIC DEPOSITS IN NØVLING NO. 1  
BASED ON FORAMINIFERA

The investigation comprises the ditch samples from 4890' (1482 m) to 6080' (1847 m), indicating the boundary to the Rhaetic (O. MICHELSEN det.), a total of 45 samples which may all be referred to the Jurassic. A subdivision of the Upper and possible Middle Jurassic has not yet been made, and likewise the top of the interval has not yet been determined definitively. Jurassic foraminifera are very scarce in the samples from 4890' to 5010', which are flooded with microfossils from the Lower Cretaceous. The occurrence of the supposedly most important species is shown in the table, and the method used is the same as the one applied in the report on Rønne No. 1 (BANG 1971). Apparently different faunas occur, of which the uppermost may be referred to Portlandian on account of *Planularia mariae* KUZNETSOVA (type Volgian and Portlandian), pl. III, fig. 2, in the sample 4920'–4950'. The *Lenticulina* sp. 110-group (pl. III, figs. 1, 4) has affinities to *Lenticulina comptula* (SCHWAGER) and *L. irritata* (SCHWAGER). The group may be found in the entire Upper Jurassic and may continue into Lower Cretaceous with among others the species *Marginulinopsis robusta* (REUSS). The same distribution applies to *Saracenaria* sp. 3 (pl. III, fig. 5) which belongs to the *S. oxfordiana* TAPPAN group (= *S. "triquetra" aut. non S. triquetra* (GRÜMBEL)).

The upper boundary of Lower Jurassic, Lias, is very pronounced, as the sample 5010'–5040' (1515–1523 m) contains an abundant fauna of foraminifera which may be referred to Upper Pliensbachian (Domerian): *Marginulina prima prima* D'ORB., *Geinitzinita pupa* (TERQ.) pl. VI, fig. 7, "*Bolivina*" *liasica* (TERQ.) form E, pl. IV, fig. 6, *Darbyella turbiformis* TERQ., and a few *Ophthalmidium* sp., and *Ammodiscus* sp.

The foraminifera are extremely well preserved, as well as in the Lias as a whole, and comprise rich assemblages. Unfortunately their occurrence in the ditch samples seems to indicate that they are not found in the original succession, due to contamination. For instance the boundary to the *Marginulina spinata* Zone is placed at the first appearance of *Astacolus speciosus* (TERQ.) (pl. IV, fig. 9) in the sample 5090'–5120' (1541–1548 m), while *M. spinata* (pl. IV, fig. 10) does not occur until lower down. The fauna as well as the one in the superjacent zone is dominated by "*Bolivina*" *liasica* (TERQ.) and is characterized by *Geinitzinita praepupa* (NØRVANG), *Astacolus denticulata-carinata* (FRANKE), *Annulina metensis* TERQ. (pl. IV, fig. 11), *Dentalina varians* TERQ. (pl. IV, figs. 13 and 14), *Geinitzinita* sp., and *Lenticulina* sp.

The same difficulty appears in the defining of the *Nodosaria columnaris-Vaginulina listi* Zone, as the index species seems to appear too low, by reason of which the boundary is placed at the first appearance of *Nodosaria issleri* FRANKE in the sample 5270'–5300' (1597–1607 m). Foraminifera not shown in the table are: *Reofax* sp., *Dentalina matutina* D'ORB., *Marginulina prima* D'ORB., *Geinitzinita* sp., *T. pupoides* (NØRVANG) (pl. IV, fig. 12), *Nodosaria claviformis* TERQ., *N. mitis* TERQ. & BERTHELIN, and *Lenticulina* sp.

The "*Neobulimina*"-Zone is found from the sample 5540'–5570' (1679–1685 m), which contains the characteristic assemblage: *Lenticulina* sp. 26 (pl. V, figs. 16–17), *Astacolus quadricosta* (TERQ.) (pl. V, fig. 18), and *Trochammina nana* BRADY form A BRAND (pl. V, fig. 20). *Lenticulina* sp. 26 is found only in 5570'–5600' and seems in Jutland to be restricted to this zone.

In Rønne No. 1 the presence of the lowermost zone in Lias could not be established. In Nøvling, however, new forms appear below the "*Neobulimina*"-Zone and may be correlated to the lowermost Lias in Gassum No. 1: *Geinitzinita tenuistriata* (NØRVANG), *G. substriata* (NØRVANG) (pl. V, fig. 19), *Planularia inaequistriata* (TERQ.) (pl. V, fig. 22), and "*Involutina*" *liassica* (JONES) (pl. V, fig. 21). It deserves notice that "*Involutina*" *liassica* is found in a

deposit of shale and siltstone (O. MICHELSEN, p. 130). Several authors have after WICHER (1952) characterized the species as confined to reef-facies.

With some reservation on account of the boring method, which merely allows a determination of the maximum depth to the upper boundary of the zones, the Lias series is subdivided as follows:

- ?1482–1523 m: Upper Jurassic
- 1523–1548 m: Upper Pliensbachian (Domerian)
- 1548–1607 m: Lower Pliensbachian
- 1607–1685 m: Upper Sinemurian
- 1685–1769 m: Lower Sinemurian
- 1769–1847 m: Hettangian

#### LITTERATUR

- BANG, INGER, 1968: Biostratigrafisk analyse af kærneprøver fra Øresundsboringerne sommeren 1964 på grundlag af foraminiferer, pp. 63–73 (English Summary: Biostratigraphical investigation of the pre-Quaternary in the Øresund boreholes mainly on the basis of foraminifera, pp. 86–88), pl. 2–20 and 24, *In*: G. LARSEN, O. BRUUN CHRISTENSEN, INGER BANG & ARNE BUCH: Øresund, Helsingør-Hälsingborg Linien – D.G.U. rapport nr. 1. København.
- BANG, INGER, 1971: Jura aflejringerne i Rønde Nr. 1 (2103–2614 M). Biostratigrafi på grundlag af foraminiferer. (English Summary: The Jurassic Deposits in Rønde No. 1. Biostratigraphy Based on Foraminifera), *In*: L. BANKE RASMUSSEN (edit.): Dydboringen Rønde nr. 1 på Djursland. – D.G.U. III Rk., Nr. 39, pp. 74–80. København.
- BIZON, G., 1960: Révision de Quelques Espèces-types de Foraminifères du Lias du Bassin Parisien de la Collection Terquem. – *Revue de Micropal.*, Vol. 3, No. 1, pp. 3–18, Paris.
- BROUWER, J., 1969: Foraminiferal Assemblages from the Lias of North-Western Europe. – *Verh. K. Ned. Akad. Wet., Afd. Natuurk.*, 1 Reeks, Deel. 25, No. 4, Amsterdam.
- DE CIVRIEUX, J. M. SELLIER & DESSAUVAGIE, T. F. J., 1965: Reclassification de quelques Nodosariidae, particulièrement du Permien au Lias. – *Maden Tetkik be Arama Enst. Yayin.*, Publ. Inst. Etud. Rech. Min. Turg., No. 124, Ankara.
- KUZNETSOVA, K. J., 1969: Sopolstavlenije Kimeridzkovo, Volzkovo i Portlandskovo Jurasou po Foraminiferam. – *Izvestija Akademii Nauk SSSR, Seria Geologiseskaja* 1969, No. 10, pp. 119–126, Moskva.
- NORLING, E., 1968: On Liassic nodosariid foraminifera and their wall structures. – *Sver. Geol. Unders.*, Ser. C, No. 623, Stockholm.
- NØRVANG, A., 1957: The Foraminifera of the Lias Series in Jutland, Denmark. – *Medd. Dansk Geol. Foren.*, Vol. 13, pp. 279–414, København.
- SIGAL, J. & RUGET, C., 1967: Les Foraminifères du sondage de Laneuveville-devant-Nancy (Lotharingien de la région type). – *Sciences de la Terre*, Tome XII, no. 1–2, p. 33–70, 1 tabl., 9 pl. h.-t. Nancy.
- SIMON, W. (edit.), 1962: *Leitfossilien der Mikropaläontologie*. – Borntraeger, Berlin.
- WICKER, C. A., 1952: *Involutina, Trocholina und Vidalina* – Fossilien des Riffbereichs. – *Geol. Jahrb.* Bd. 66, pp. 257–284, Hannover.

NEDRE JURA I NØVLING NR. 1  
(1509–1847 M)

BIOSTRATIGRAFI BASERET PÅ OSTRACODER

af

*Olaf Michelsen*

Fra intervallet 5010'–6320' er samtlige prøver, ialt 49, undersøgt. Prøverne er udtaget med intervaller på 15, 20 og 30 fod. Efter tørring er sedimenterne nedbrudt ved behandling med benzin og kogende vand. Slæmningen er foretaget på en 0,1 mm sigte, og ostracoderne er udsorteret halvkvantitativt.

LITHOLOGI

Nedenstående oversigt over den gennemborede lagserie er baseret på forfatterens beskrivelse af vaskede og tørrede skylleprøver. De lithologiske enheder er korrigeret i forhold til Schlumbergermålinger. Dybder for prøver er i det følgende angivet i fod under kelly bushing, medens dybder omregnet til meter (under kelly bushing) er korrigeret ved lag time og i enkelte tilfælde i forhold til Schlumbergermålinger.

Ved sammenstilling af sedimentbeskrivelsen og Schlumbergermålinger kan afsnittet 1509–1847 m (prøverne 4980'–6080') henføres til Fjerritslev formationen. Denne er som helhed typisk udviklet som en lerstensserie med en finsandspræget nedre del. Formationens øvre del er, i lighed med de tilsvarende afsnit i boringen Vinding nr. 1, præget af mindre indslag af finsandsten. Fjerritslev formationens øvre grænse er fastlagt på biostratigrafisk grundlag. Den overlejres af den overvejende lerede Børglum formation og den finsandede Vedsted formation (jf. O. BRUUN CHRISTENSEN, p. 113). Den nedre grænse er lagt ved overgangen til en lerstensserie, der synes at veksle i mørkegrå, gråbrune, rødbrune og grøngrå farver og at være mellemljret af finsandsten (se O. BRUUN CHRISTENSEN, p. 132). Denne grænse er fremkommet ved korrelation baseret på Schlumbergermålinger til borerne Gassum nr. 1, Horsens nr. 1 og Rønde nr. 1.

Sedimenterne i Fjerritslev formationen (1509–1847 m) kan kortfattet beskrives således (se fig. 20):

Lersten, stedvis svagt finsandet, mørkegrå til gråsort, svagt kalkholdig; med pyrit og lerjernstenskoner. I afsnittet over 1590 m findes interkalationer af finsandsten. I den nedre del af lerstensserien, under 1700 m, er indholdet af finsand og finsandsten atter tiltagende.



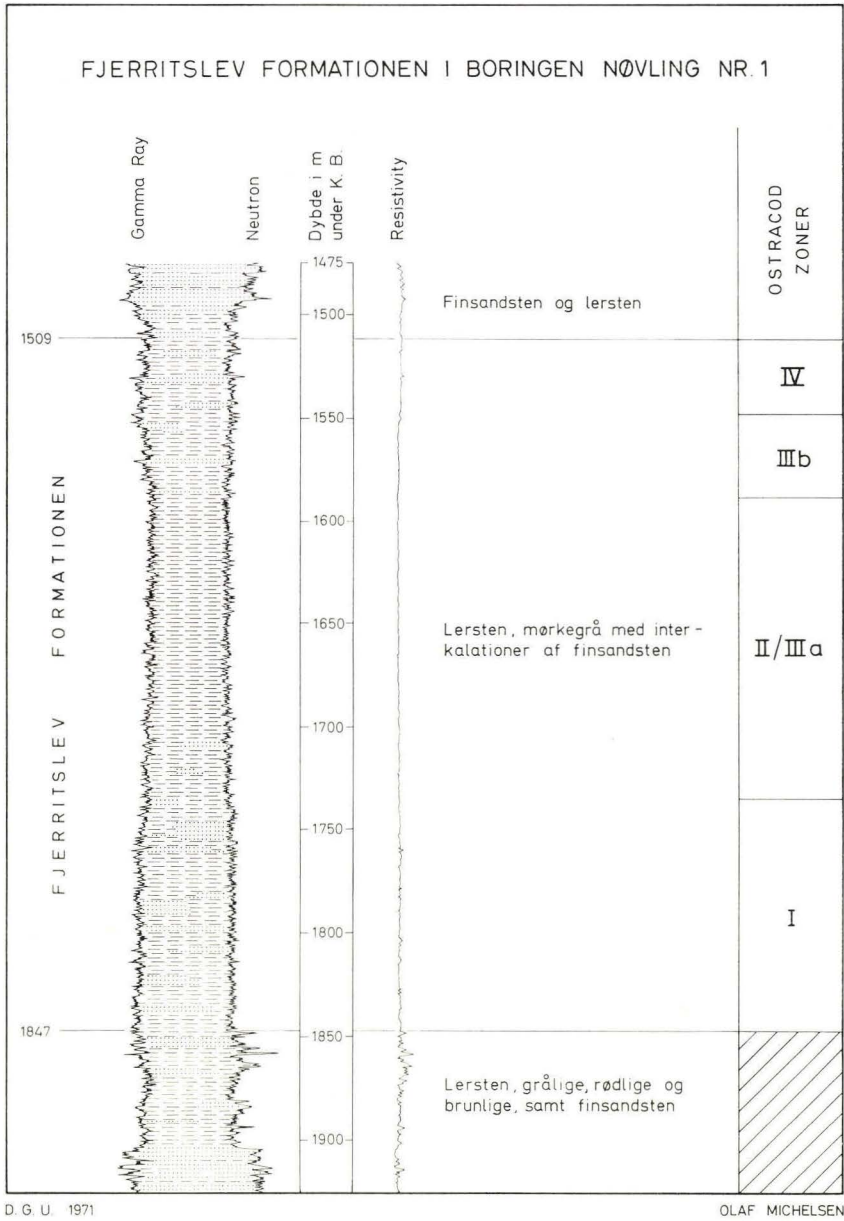


Fig. 20

## BIOSTRATIGRAFI

Den biostratigrafiske inddeling af lagserien er baseret på de samme forudsætninger som i boringen Rønde nr. 1 (jf. MICHELSEN 1971, p. 83). I Rønde nr. 1 er inddelingen udtrykt i seks zoner (I–VI), der stort set kan anvendes i hele Det Danske Sænkingsområde. Der er imidlertid visse svagheder ved definitionen af denne inddeling, idet den faunistiske udvikling i zonerne II og III er svag og uklar i området omkring boringerne Gassum nr. 1 og Rønde nr. 1. Samme tendens gør sig til en vis grad gældende for zone II i Nøvling nr. 1, men for hele den del af lagserien, der skal korreleres med zonerne II og III i Rønde nr. 1, er den faunistiske inddeling mere klar og lader sig sammenligne med såvel Gassum nr. 1 som med Øresundsboringerne nr. 10, 11, 12, 14 og 15.

Det højeste niveau for forekomst af nedre jura ostracoder findes umiddelbart under Fjerritslev formationens øvre grænse (1509 m), der derfor her regnes for den øvre grænse af nedre jura.

Den nedre grænse, trias-jura grænsen, er grundet manglende biostratigrafiske indicier lagt ved overgangen til den brogede lerstensserie, 1847 m. Ostracod-indholdet under denne dybde er aftagende, men dog af en betragtelig størrelsesorden, så det er muligt, at denne grænse er lagt for højt (se iøvrigt p. 127).

På fig. 21 er forekomsten af de vigtigste ostracoder gengivet i forhold til lagserien uden hensyntagen til, om denne forekomst i prøverne er primær eller skyldes nedfald (cavings).

*Ostracodzone I*

Denne zone findes i prøverne 5720'–6080', der svarer til den nedre del af Fjerritslev formationen, 1734–1847 m. Følgende ostracoder er karakteristiske:

- Ogmoconchella aspinata* (DREXLER 1958)
- Procytheridea medioreticulata* MICHELSEN 1970
- Lophocythere elegans* DREXLER 1958
- Lophocythere sp. 4037*
- Lophocythere sp. 4076* MICHELSEN 1970
- Macrocypris sp. 4023* MICHELSEN 1970

*O. aspinata* er meget talrig og karakteristisk for zonen som helhed. Zone I's øvre grænse er lagt på grundlag af denne arts forekomst. *P. medioreticulata* og *L. elegans* findes kun i prøverne under 5840'. *O. aspinata* er en karakteristisk art for hele det tyske lias alpha, medens de to sidstnævnte arter kun kendes fra den midterste del. *Lophocythere sp. 4037*, *L. sp. 4076* og *Macrocypris sp. 4023* er sammen med de tre andre arter karakteristiske for de lag, der i Det Danske Sænkingsområde henføres til lias alpha, f.eks. i boringerne Gassum nr. 1 og Rødby nr. 1. *Ogmoconcha hagenowi* DREXLER 1958 er en hyppig art i hele zone I, medens *Stenestroemia ? roedbyensis* MICHELSEN 1970 kun er fundet nederst i lagserien, i prøven 6050'–6080'.

Ostracodzone I er identisk med *O. aspinata* zonen (MICHELSEN 1970), der i Det Danske Sænkingsområde antages at svare til hettangien og hele eller dele af nedre sinemurien. Det er sandsynligt, at grænsen mellem zone I og zone II/IIIa svarer til grænsen mellem nedre og øvre sinemurien, idet *P. betzi* (se nedenfor) er fundet i prøverne over denne grænse. Ostracodzone I's nedre grænse kan ikke med sikkerhed fastlægges, idet alle prøver er udtaget som skylleprøver. Som nævnt aftager antallet af ostracoder i prøverne under 6080'. Sammenholdt med ændringen i sedimenternes karakter (se p. 124) har dette dannet grundlag for, at denne dybde er antaget som zone I's nedre grænse, og dermed som grænsen mellem trias og jura. Imod denne antagelse taler imidlertid, at *S. ? roedbyensis* kun er fundet i prøven umiddelbart over grænsen, medens denne art i andre boreriger (Gassum nr. 1, Rødby nr. 1 og Rønde nr. 1) findes et stykke oppe i zone I, *O. aspinata* zonen (MICHELSEN 1970, pl. XVII). Korrelationer baseret på Schlumbergermålinger til borerigerne Gassum nr. 1, Horsens nr. 1 og Rønde nr. 1 understøtter det rimelige i indtil videre at antage dybden 6080' for grænsen mellem trias og jura.

#### *Ostracodzone II/IIIa*

Denne zone omfatter prøverne 5240'–5720', der svarer til lagserien 1588–1734 m. Følgende ostracoder er karakteristiske:

*Ogmoconcha* sp. 4041

*Procytheridea* aff. *triebelsi* KLINGLER & NEUWEILER 1959

Zonens øvre grænse er lagt ved det højeste niveau for disse to arters forekomst, samt for *Procytheridea variabilis* KLINGLER & NEUWEILER 1959. Omkring grænsen findes *P. harpa* KLINGLER & NEUWEILER 1959 og *P. cf. multiforata* KLINGLER & NEUWEILER 1959. Øverst i zonen er fundet få eksemplarer af *P. ? apostulescui* GRAMANN 1962. *P. betzi* KLINGLER & NEUWEILER 1959, *P. laqueata* KLINGLER & NEUWEILER 1959, *P. auleata* GRAMANN 1962 og *Ogmoconcha hagenowi* DREXLER 1958 findes i zonens nedre del. Disse arters relative optræden i zone II/IIIa svarer nøje til deres stratigrafiske fordeling i den øvrige del af Det Danske Sænkingsområde, bl. a. i borerigerne Børglum nr. 1, Gassum nr. 1 og Øresundsboringerne nr. 10, 11, 14 og 15. I de tyske aflejringer har disse arter følgende stratigrafiske range: *P. harpa* findes omkring grænsen mellem lias beta og gamma, *P. ? apostulescui* kendes fra både lias beta og lias gamma, *P. auleata* kun fra lias beta, *P. variabilis* fra den øvre del af lias beta, *P. laqueata* og *P. triebelsi* fra den nedre del, medens *P. betzi* er karakteristisk for zonen omkring grænsen mellem lias alpha og lias beta.

Ostracodzone II/IIIa svarer til zone II og den nedre del af zone III i boringen Rønde nr. 1 (jf. MICHELSEN 1971, p. 84–85). Zone II/IIIa kan genfindes i en række andre danske boreriger og må betragtes som en mere veldefineret ostracodzone end de tilsvarende zoner i boringen Rønde nr. 1. På basis af ostracod-



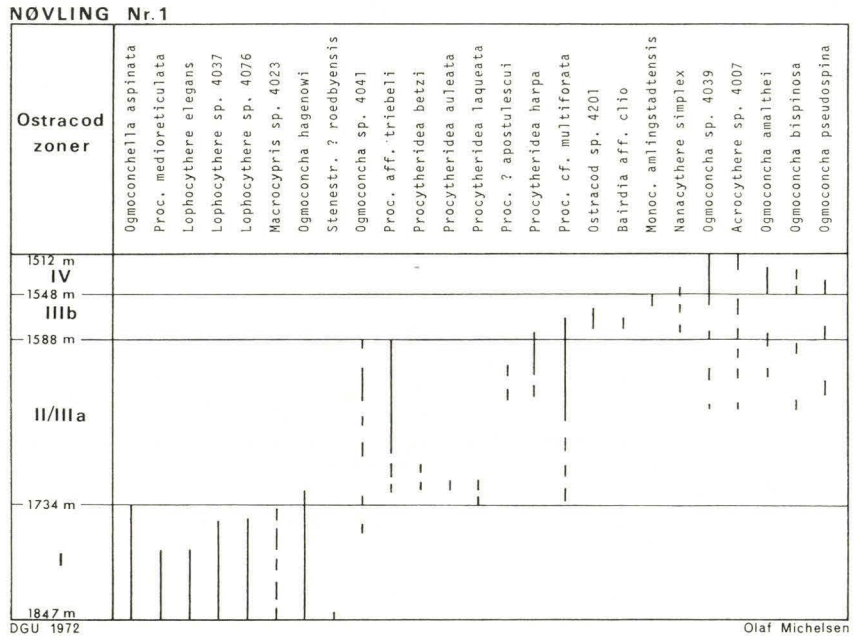


Fig. 21. Forekomsten af de vigtigste ostracoder og den derpå baserede zoner af nedre jura i Nøvling nr. 1. (Se også fig. 20).

*The occurrence of the most important ostracod species and the zonation of the Lower Jurassic in Nøvling No. 1. (See fig. 20).*

faunaen er det naturligt ved indirekte korrelation at henføre den til øvre sinemurien.

#### *Ostracodzone IIIb*

Denne zones fauna er fundet i prøverne 5120'–5240', der stammer fra lagserien 1548–1588 m.

Zone IIIb er udskilt fra zone III i boringen Rønde nr. 1 på grundlag af *Monoceratina amlingstadtensis* TRIEBEL & BARTENSTEIN 1938 i zone IIIb's øvre del, og *Ostracod* sp. 4201, *Procytheridea* cf. *multiforata*, *Bairdia* aff. *clio* BIZON 1960 og *P. harpa* i dens nedre del. *M. amlingstadtensis* er kendt fra lias gamma; ligeledes er den i boringen Gassum nr. 1 fundet i den øvre del af det afsnit, der er henført til lias gamma. *P. harpa* er, som ovenfor nævnt, karakteristisk for zonen omkring grænsen mellem lias beta og lias gamma. De fire øvrige arter findes sammen som et normalt faunaelement i de afsnit, der er henført til lias gamma i Øresundsboringerne.

Ostracodfaunaen i zone IIIb viser, at denne zone bør korreleres til pliensbachien.

*Ostracodzone IV*

Zone IV findes i prøverne 5010'–5120', der svarer til intervallet 1512–1548 m. Følgende ostracoder er karakteristiske:

*Nanacythere simplex* HERRIG 1969

*Ogmoconcha* sp. 4039

*Acrocythere* sp. 4007

De to sidstnævnte arter er begge karakteristiske for den nedre del af det afsnit, der er henført til lias delta i boringen Gassum nr. 1. De findes der sammen med *N. simplex*, der også kendes fra den øvre del af lias delta. Dette synes at være en normal fordeling af de tre arter i Det Danske Sænkingsområde. *Ogmoconcha* sp. 4039 er dog i enkelte tilfælde, bl.a. i boringen Børglum nr. 1, registreret i aflejringer, der biostratigrafisk skal henføres til zone IIIb. Faunaen indeholder iøvrigt *Ogmoconcha amalthei* (QUENSTEDT 1858), *O. bispinosa* GRÜNDEL 1964 og *O. pseudospina* HERRIG 1969. Dette er alle arter, der er almindelige i lias delta, og enkelte af dem også i lias gamma.

Faunaen i zone IV er identisk med den tilsvarende zone i boringen Rønde nr. 1. Zone IV kan korreleres til den nedre del af den lagserie, der i Gassum nr. 1 er henført til lias delta. En indirekte korrelation til den nedre del af domérien er således naturlig.

## KONKLUSION

I modsætning til boringen Rønde nr. 1 er Nøvling nr. 1 beliggende i den sydvestlige rand af Det Danske Sænkingsområde. Fjerritslev formationen er udviklet normalt i Nøvling nr. 1, som lersten der både i den øvre og den nedre del af formationen præges af finsand og finsandsten. På biostratigrafisk grundlag er det vist, at hele nedre jura ikke er tilstede, idet kun nedre lias og det meste af mellem lias er konstateret. Dette er en udvikling af nedre jura, der kan genfindes i boringen Horsens nr. 1 i det omfang ostracodfaunaen er kendt i denne. En anden boring, der har en lignende beliggenhed i bassinet som Horsens nr. 1 og Nøvling nr. 1, er Vinding nr. 1. I sidstnævnte boring er kun konstateret ostracodfaunaer svarende til de to ældste zoner, I og II/IIIa, der må henregnes til nedre lias.

De ovenfor omtalte ostracodfaunaer i Nøvling nr. 1 er meget righoldige og giver gode muligheder for korrelationer. På basis heraf kan lagserien inddeles kronostratigrafisk på følgende måde:

1509–1548 m: nedre domérien.

1548–1588 m: pliënsbachien.

1588–1734 m: øvre sinemurien.

1734–1847 m: hettangien og nedre sinemurien.

## ENGLISH SUMMARY

## LOWER JURASSIC IN NØVLING NO. 1

## Biostratigraphy on the basis of ostracods

## LITHOLOGY

The section is described on the basis of ditch samples and the Schlumberger logs, and is referred to the Fjerritslev Formation (cf. fig. 20, p. 125):

1509–1847 m: Claystone (shale), partly silty, dark grey to greyish black, slightly calcareous; with pyrite and clay ironstone. Above 1590 m with intercalations of siltstone. In the lower part of the section, below 1700 m, the amount of silt and siltstone increases downwards.

The Fjerritslev Formation is underlain by a section with siltstone and dark grey, reddish brown, and greenish grey claystone (shale) and overlain by claystone and siltstone (see O. BRUUN CHRISTENSEN, p. 118, and 135). The position of the boundaries of the formation are corrected by means of correlations based on the Schlumberger logs to the Gassum No. 1, Horsens No. 1, and Rønde No. 1 borings.

## BIOSTRATIGRAPHY

The biostratigraphic divisions are based on preliminary ostracod zones (see fig. 21, p. 128), as there has not yet been established a definitive zonation in the Lower Jurassic deposits in the Danish Embayment. The zonation here used is nearly identical with the one used in Rønde No. 1 (cf. MICHELSEN 1971). Zone II/IIIa in Nøvling No. 1 corresponds to zone II and to the lower part of zone III in Rønde No. 1, and zone IIIb in Nøvling No. 1 to the upper part of zone III in Rønde No. 1.

The ostracod faunas in Nøvling No. 1 are rich in individuals and in species, and are very well preserved. They give a good basis of correlation with both the other parts of the Danish Embayment and the German sections. In fig. 21 the most important species are shown in relation to the section and its zonation. Because of the samples being taken as ditch samples, only the uppermost occurrence of each species can be used for the stratigraphical determination.

*Ostracod zone I* (1734–1847 m) is identical with the *O. aspinata* Assemblage Zone (cf. MICHELSEN 1970, p. 15). The fauna is characteristic of the sections referred to Lias Alpha in the Gassum No. 1 and Rødby No. 1 borings. The lower boundary of this zone in Nøvling No. 1 is questionable because of the missing biostratigraphical indications. The depth, 1847 m, of this boundary is chosen on the basis of the change in lithology.

*Ostracod zone II/IIIa* (1588–1734 m) shows resemblances to the faunas in the German Lias Beta. It is a fauna usually found in corresponding sections in the Danish Embayment. *Ogmoconcha* sp. 4041 is a species which often is very abundant in this type of fauna, but which also occurs in a fauna corresponding to that of Lias Gamma.

*Ostracod zone IIIb* (1548–1588 m) is correlated with Lias Gamma. Sections containing this fauna in the Danish Embayment often are dominated by *P. cf. multiforata*, and are characterized by *P. harpa* in the lower part of the sections.

*Ostracod zone IV* (1512–1548 m) is referred to Lias Delta, and seems when compared with the fauna in Gassum No. 1 to correlate only with the lower part of Lias Delta, since the assemblage with *N. simplex*, *Ogmoconcha* sp. 4039 and *Acrocythere* sp. 4007 is known only from the lowest part of the section referred to Lias Delta in that boring.



*Chronostratigraphy*

1509–1548 m: Lower Domerian.

1548–1588 m: Pliensbachian.

1588–1734 m: Upper Sinemurian.

1734–1847 m: Hettangian and Lower Sinemurian.

## LITTERATUR

- DREXLER, E., 1958. Foraminifera und Ostracoden aus dem Lias alpha von Siebeldingen/Pfalz. – *Geol. Jb.*, Bd. 75, pp. 475–554. – Hannover.
- HERRIG, E., 1969. Ostracoden aus dem Ober-Domerien von Grimmen westlich Greifswald. I & II. – *Geologie*, h. 4, pp. 446–471 & 1072–1101. – Berlin.
- KLINGLER, W. & NEUWEILER, F., 1959. Leitende Ostracoden aus dem deutschen Lias beta. – *Geol. Jb.*, Bd. 76, pp. 373–410. – Hannover.
- KLINGLER, W., 1962. Lias Deutschlands. – *In*: SIMON, W. & BARTENSTEIN, H., 1962. Leitfossilien der Mikropaläontologie, pp. 73–122. – Berlin.
- LARSEN, G., 1966. Rhaetic-Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Danish Embayment. (A Heavy-Mineral Study). – *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, II. række, nr. 91. – København.
- , CHRISTENSEN, O. BRUUN, BANG, I. & BUCH, A., 1968. Øresund. Helsingør–Hälsingborg Linien. – *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, rapp. nr. 1. – København.
- MICHELSSEN, O., 1970. – *In*: BERTELSEN, F. & MICHELSSEN, O., 1970. Megaspores and Ostracods from the Rhaeto-Liassic Section in the Boring Rødby No. 1, Southern Denmark. – *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, II. række, nr. 94. – København.
- 1971. Nedre jura og nederste mellem jura i Rønde nr. 1. Biostratigrafisk undersøgelse på grundlag af ostracoder (English Summary). – *In*: RASMUSSEN, L. BANKE (red.), 1971. Dybdeboringen Rønde nr. 1 på Djursland. – *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, III. række, nr. 39. – København.

# VINDING FORMATIONEN (ØVRE TRIAS) I NØVLING NR. 1

af

*Ole Bruun Christensen*

## INDLEDNING

De rhaetiske aflejringer på overgangen mellem jura og trias er i Det Danske Sænkingsområde blevet henført til forskellige formationer (LARSEN 1966). Forfatteren har skønnet, at disse aflejringer i Nøvling nr. 1 bør sammenfattes under betegnelsen Vinding formationen. I nærværende sammenstilling af vort geologiske kendskab til dette boreafsnit i Nøvling nr. 1 følges nøje den fremgangsmåde der blev benyttet ved gennemgangen af de tilsvarende afsnit i boringen Rønde nr. 1 (BRUUN CHRISTENSEN 1971).

Den oprindelige beskrivelse af aflejringerne blev foretaget på borestedet af OLAF MICHELSEN på basis af bjergartsfragmenterne i skylleprøverne («cuttings»). Fordelingen af disse forskellige bjergartstyper er sammenstillet af ARNE DINESEN (side 136). OLAF MICHELSEN kunne også meget tidligt på basis af ostracodtyper lokalisere rhaet og keuper afsnit i boringen.

Under Vinding formationen i Nøvling nr. 1 er de triassiske aflejringer karakteristiske ved at indeholde anhydrit mellem kalksten, lerede, grålige finsandsten, samt lersten, finsandet, gråbrun og rødbrun, svag kalkholdig. Der er i Nøvling nr. 1 ikke fundet fossiler fra andre triassiske afsnit end rhaet og øverste keuper.

### *Vinding formationen (1847–1996 m)*

Denne formation er vanskelig at afgrænse. Dette på trods af, at formationen er opstillet i den relativt nærliggende boring Vinding nr. 1 ca. 13 kilometer mod nordnordvest (LARSEN 1966). En korrelation af de lithologiske træk i de to boringer vanskeliggøres især ved, at der ikke er udført Schlumberger undersøgelser i boringen Vinding nr. 1.

Vinding formationen er i Vinding nr. 1 defineret ved en marin lagrække af mørkegrå til næsten sorte leraflejringer med underordnede meget tynde sandstensbånd med en samlet tykkelse på ialt ca. 180 meter (LARSEN 1966). Af boreprofiler fremgår det desuden, at aflejringerne indeholder en del kalksten, især i den nedre del. Beskrivelserne er foretaget på basis af skylleprøver og to borekærner fra henholdsvis den midterste del og den nederste del af boreafsnittet.

Lithologiske korrelationer kan foruden med Vinding nr. 1 også i nogen udstrækning foretages med Vemb nr. 1, beliggende i en afstand af ca. 35 kilometer nordvest for Nøvling nr. 1.

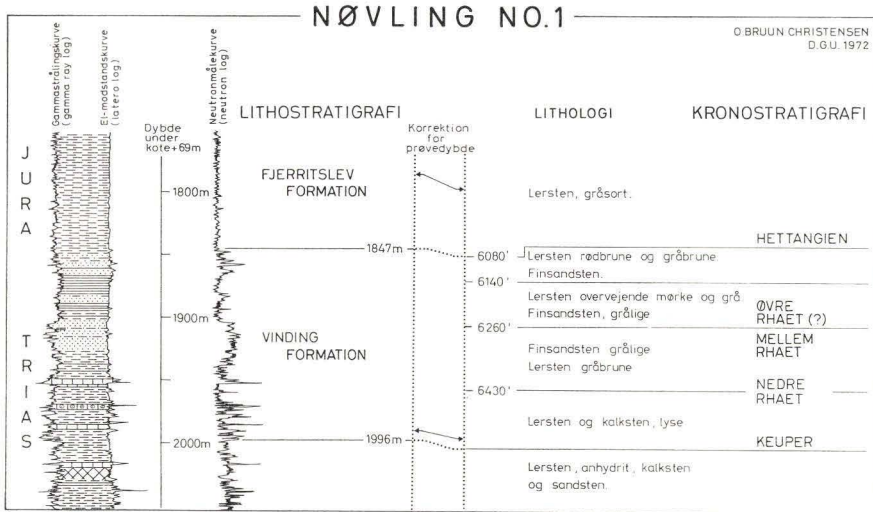


Fig. 22. Vinding formationen afgrænset i det lithologiske profil. Den skitserede chronostratigrafiske inddeling er baseret på biostratigrafiske undersøgelser af prøverne.

I Nøvling nr. 1 synes Vinding formationen at kunne opdeles i fire led. De to øverste led (6080'–6260' prøvedybde) synes at være uden rester efter foraminiferer og ostracoder. Lithologisk kan disse led på basis af det foreliggende lokaliseres såvel under Fjerritslev formationen som under Gassum formationen, men kan gennem korrelation til Vinding nr. 1 betegnes: Vinding formationen. Aflejringerne må antages at være dannet marginalt ved bassinets sydvestlige kant. Langs bassinets nordlige dele har marine nedre jurassiske ostracoder (*Procytheridea*) været registreret i Gassum formationen (Flyvbjerg nr. 1) af forfatteren. Bestemmelsen er senere verificeret gennem fund af et megasporoselskab karakteristisk for den nederste del af lias (meddelelse af FINN BERTHELSEN, D.G.U.).

#### Øverste led (6080'–6140')

Dette led i Vinding formationen (se fig. 22) består af ca. 18 meter lersten, overvejende svag finsandet, rødbrun, kalkholdig, vekseljret med fede, lys grøngrå og svagt finsandede, lys gråbrune, kalkholdige lersten. Desuden er der iagttaget hvide, glimmerholdige, kalkholdige og glaukonitholdige finsandsten.

#### Næstøverste led (6140'–6260')

Næsten 40 meter lersten, overvejende fede og mørke, sjældnere med lyse og brune farver, kalkfrie, vekslende med finsandet, grå, glimmerrige og kalkholdige lersten. Almindelige i skylleprøverne er også lyse, grå og glimmerholdige finsandsten.



*Næstnederste led (6260'–6430')*

Består maksimalt af 57 meter finsandsten i lyse og grålige farver, kalkfri til svag kalkholdig, pyritholdig, ofte glimmerrige, vekslende med gråbrune lersten.

*Nederste led (6430'–6580')*

Dette ca. 40 meter tykke led består af lersten med kraftige indslag af hvidlig og grå kalksten øverst og nedefter af finkornede, dolomitiske, lys gulliggrå kalksten.

## BIOSTRATIGRAFI

I Nøvling nr. 1 er udbredelsen af fossilerne i Vinding formationen meget lig den, der kan findes i rhaet aflejringerne i andre borer i Det Danske Sænkingsområde. I den nærliggende boring Vinding nr. 1 er der i de tilsvarende boreafsnit fundet den stratigrafisk betydningsfulde *Rhaetavicula contorta* (PORTLOCK) i borekærnemateriale. I prøver fra væsentligt dybere triassiske aflejringer i samme boring er der fundet ostracoder og chara-oogoniter. I Nøvling nr. 1 er sådanne fossiler ikke iagttaget i tilsvarende niveauer. Kun i lag fra rhaet og aller øverste keuper er der fundet mikrofossiler.

I oversigten til boringen Rønde nr. 1 (BRUUN CHRISTENSEN 1971) er der givet en biostratigrafisk inddeling af keuper-rhaet afsnit i Det Danske Sænkingsområde.

I Nøvling nr. 1 er de to øverste led af Vinding formationen (6080'–6260') som ovenfor beskrevet uden rester efter foraminiferer og ostracoder. Næstnederste led i formationen (6260'–6430') indeholder i den øverste, sandede del agglutinerede foraminiferer af forskellig type, som ikke synes at hidrøre fra højere niveauer. Den nederste del af leddet kan underdeles i to zoner. Ligeså det dybest liggende led.

- a. Zonen med *Emphasia (Rhombocythere) penarthensis* (6330'–6380') med *E. (Rhombocythere) penarthensis* ANDERSON 1964, *E. (Rhombocythere) wicheri* ANDERSON 1964 og *E. (Gemmanella?) media* n. sp. (WILL 1969)
- b. Zonen med *Emphasia (Notocythere) ruegeri* (6380'–6530') med *E. (Notocythere) ruegeri* ANDERSON 1964 og *E. (Rhombocythere) obliqua* (WILL 1964) som vigtigste arter i formationens næstnederste led og desuden med *Darwinula liassica* JONES 1894, *E. (Notocythere) nodosa* (WILL 1969), *Limnocythere keuperea* WILL 1969, *Nov. gen. hoffmanni* (WILL 1969) og *Limnocythere sp. 117* BRUUN CHRISTENSEN 1962 som eksempler på arter fra den øverste del af nederste led i formationen.
- c. Zonen med *Emphasia (Gemmanella?) nov. sp. 106* (ved 6530') med *E. (Gemmanella?) nov. sp. 106* (BRUUN CHRISTENSEN 1962), *Darwinula major* JONES 1894 og *E. (Gemmanella?) tuberosa* (WILL 1969) umiddelbart ved eller under lag af oolitisk kalksten.

## STRATIGRAFISK KONKLUSION

Aflejringerne på overgangen mellem trias og jura i Nøvling nr. 1 er benævnt Vinding formationen (fig. 22) på basis af den inddeling, der tidligere er foretaget i den nærliggende boring Vinding nr. 1.

En stratigrafisk korrelation til anden side, for eksempel med boringen Rønde nr. 1, sandsynliggør, at den øverste del af Vinding formationen modsvarer Gassum formationen, mens den øverste del af Vinding? formationen i Rønde nr. 1 er stærkt beslægtet med den nedre kalkstenførende del af Vinding formationen.

Vinding formationen i Nøvling nr. 1 kan inddeles i fire led, som alle synes at indeholde lersten. Nederste led tillige med kalkstenaflejringer og de tre øverste led tillige finsandstenslag.

Nederste led indeholder ostracodfaunaer fra overgangen mellem keuper og nederste rhaet. Det drejer sig om de ældste triassiske fossiler, der er registreret i boringen. Ved denne overgang optræder tillige oolitiske kalksten som vidnesbyrd om en kraftig marin transgression.

Næstnederste led indeholder to nedre rhaetiske ostracodzoner og i den øvre del muligvis mellem rhaetiske foraminiferer. Der er ikke fundet stratigrafisk anvendelige fossiler i formationens to øverste led. Dele af disse kan ligesåvel tilhøre den overliggende Fjerritslev formation.

## ENGLISH SUMMARY

THE VINDING FORMATION (UPPER TRIASSIC) IN  
NØVLING NO. 1

The deposits between the Triassic and the Jurassic are classified as the Vinding Formation. In the boring Nøvling No. 1 they may be subdivided into four members, all of which seem to contain claystone. The lowermost member includes limestone and the three uppermost members include beds of siltstone.

The lowermost member contains ostracod faunas from the boundary Keuper-Rhaetic. These are the oldest Triassic fossils in the boring. Close to this boundary a bed of oolitic limestone gives an indication of a major transgression in the area.

The next middle member consists of two Lower Rhaetic ostracod zones and perhaps Middle Rhaetic foraminiferas in the upper part. There have not been recognized any fossils in the uppermost two members of the formation. Parts of these may just as well be parts of the Lower Jurassic Fjerritslev Formation.

## LITTERATUR

- CHRISTENSEN, O. BRUUN, 1971: Biostratigrafiske undersøgelser af trias i Rønde nr. 1 og trias-jura grænseområdet. (English Summary). – Danmarks Geologiske Undersøgelse, III. række nr. 39, pp. 89–93. København.
- LARSEN, G., 1966: Rhaetic-Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Danish Embayment. – Danmarks Geologiske Undersøgelse, II. række nr. 91, pp. 128, 17 tavler. København.

# TRIAS I NØVLING NR. 1 (1847–3423 M)

af

*Arne Dinesen*

## INDLEDNING

De biostratigrafiske forhold i den øverste del af trias-profilet (1847–1999 m) er behandlet foran af O. BRUUN CHRISTENSEN (p. 132). I størstedelen af den triassiske lagserie savnes fossiler, og den følgende gennemgang bygger udelukkende på data, der har tilknytning til de lithologiske egenskaber. Ligesom for Rønde nr. 1's vedkommende (DINESEN 1971) betegner inddelingen et foreløbigt resultat, der er baseret på en sammenstilling af skylleprøvebeskrivelser, radioaktivitetsmålinger og boretekniske oplysninger.

Skylleprøver er udtaget med følgende intervaller:

30' (6060'–6380', 1847–1945 m), 20' (6380'–6400', 1945–1951 m),  
30' (6400'–6460', 1951–1968 m), 10' (6460'–6860', 1968–2091 m),  
15' (6860'–6950', 2091–2118 m), 10' (6950'–6960', 2118–2121 m),  
15' (6960'–6975', 2121–2126 m), 10' (6975'–7035', 2126–2144 m),  
15' (7035'–7050', 2144–2149 m), 10' (7050'–7840', 2149–2390 m),  
15' (7840'–7870', 2390–2399 m), 10' (7870'–7960', 2399–2426 m),  
30' (7960'–8525', 2426–2598 m), 15' (8525'–8570', 2598–2612 m),  
30' (8570'–8600', 2612–2621 m), 15' (8600'–8900', 2621–2713 m),  
10' (8900'–9740', 2713–2969 m), 15' (9740'–9770', 2969–2978 m),  
10' (9770'–11230', 2978–3423 m), 20' (11230'–11250', 3423–3429 m)  
og 15' (11250'–11280', 3429–3438 m).

Inden for det omhandlede afsnit af boringen foreligger skylleprøver i et samlet antal af 443 stk. Da boringen kun var udbygget med foringsrør ned til 3509' (1070 m) under kelly bushing, kan »nedfald« (caving) fra vidt forskellige lag optræde i alle prøver.

Beskrivelse af skylleprøverne (herunder udskillelse af »cuttings«-typerne 18–47A) udførtes på borestedet af O. MICHELSEN (6060'–9680') og T. JUHL HANSEN (9680'–11280'). Beskrivelserne danner grundlag for udarbejdelsen af diagrammet fig. 23. Diagrammet viser tillige andre data som boretider, radioaktivitetskurver og »lag distances«, der er af betydning for den lithologiske tolkning og inddeling.

Det bemærkes, at målinger af elektrisk modstand og lyd hastighed (laterolog og sonic log) foreløbig kun i meget begrænset omfang er inddraget i bearbej-





delsen, og at værdifulde, supplerende lithologiske oplysninger utvivlsomt vil kunne udledes af disse målinger.

Vedrørende begrebet »lag distance« henvises til omtalen under Rønde nr. 1 (DINESEN 1971, p. 33) samt til diagrammet for Nøvling nr. 1 (p. 13).

I det følgende er anvendt forkortelsen GR for gamma ray og N for neutron kurverne. Stigning og fald er aflæst ovenfra og nedefter. Alle dybder er angivet i forhold til kelly bushing (KB). Boreddybder (herunder prøveudtagningsdybder) er målt i engelske fod. Schlumbergermålingerne er foretaget i meter systemet. *Dybder sat med kursiverede typer er fremkommet ved en simpel omregning fra det ene målesystem til det andet.*

#### LITHOLOGISK BESKRIVELSE OG INDDDELING

( -1847 m ( -6060' ):

Lersten, mørkegrå, siltholdig (type 18).

*Bemærkninger.* Den mørkegrå lersten dominerer kraftig (90–95% af cuttings) i skylleprøverne ned til 6080' (1853 m). Derunder er bjergarten fortsat almindelig, men den antages at være »nedfald«.

1847–1856 m (6060'–6089' ):

Lersten, dels finsandet, gråbrun og rødbrun (type 19 og 20), dels fed, lys grøngrå (type 21), vekslende med finsandsten, hvid, mellem- til grovkornet (type 22).

*Bemærkninger.* I skylleprøvematerialet ses en lithologisk ændring ved 6080' (1853 m). En stigning på N kurven ved 1847 m hænger sandsynligvis sammen med ændringen, der antages at markere top af trias (top af rhaet).

1856–1904 m (6089'–6247' ):

Lersten, dels fed, lys grøngrå og mørk brungrå (type 21 og 24), dels siltholdig, grå (type 25) vekslende med lersten, brunlig til rødlig (type 23) og med finsandsten, hvid til grå (type 22 og 26).

*Bemærkninger.* Der findes mindre udtalte ændringer på GR og N kurverne ved 1856 m. Det lithologiske skift spores i skylleprøverne fra og med 6140' (1871 m).

1904–1953 m (6247'–6408' ):

Finsandsten, hvidlig, grovkornet (type 27), vekslende med finere finsandsten som ovenfor (type 22) og med lersten (type 24).

*Bemærkninger.* Fald på GR og stigning på N kurverne ved 1904 m må antages at markere top af et afsnit med grovere sedimenter end ovenfor. Finsandsten (type 27) findes i skylleprøverne fra og med 6260' (1908 m). Forløbet af GR og N kurverne tyder på, at kornstørrelsen igen aftager mod afsnittets basis.

1953–1999 m (6408'–6559'):

Kalksten, hvidlig til grå, stedvis gullig og i oolithisk udformning (type 28, 29 og 30), antagelig i veksling med lersten (især type 24).

*Bemærkninger.* Afsnittet er karakteriseret ved ret stærke udsving på GR og N kurverne. Det er sandsynligt, at minima på GR og maxima på N kurverne afspejler kalkstenslag. I skylleprøverne findes top for den kalkstensførende zone ved 6430' (1960 m).

1999–2074 m (6559'–6805'):

Lersten, dels som ovenfor (type 21, 24 og 25), dels gråbrun til rødbrun, finsandet (type 33), vekslende med lag af kalksten (type 30) og af finsandsten, grålig, finkornet, leret (type 32). Anhydrit synes almindelig fra 6650' (2027 m) og nedefter.

*Bemærkninger.* Afsnittet fremtræder som en enhed på GR kurven, der viser ret høje værdier tydende på lerbjergarter. Skylleprøverne er imidlertid præget af kalksten (type 30) helt ned til 6740' (2054 m), hvorfra lersten (type 33) og leret finsandsten (type 34) er registreret. De ovenfra kendte lertyper (21, 24 og 25) er kun til stede i små mængder, der er tolket som »nedfald«. Fra og med 6740' (2054 m) stiger andelen af to af typerne (21 og 25) igen, og fra denne dybde ned til 6950' (2118 m) er en primær tilstedeværelse i skylleprøverne formodet. I den foranstående tolkning af afsnittets lithologi er der lagt vægt på indikationerne fra GR kurven, således at en dominans af lersten gennem hele afsnittet er antaget.

2074–2220 m (6805'–7284'):

Stensalt vekslende med lersten, overvejende gråbrun til rødbrun (type 33), og finsandsten, grålig, leret (type 32), nedefter gråbrun til rødlig (type 34).

*Bemærkninger.* De lave værdier på GR og høje værdier på N kurven under 2074 m tyder på, at stensalt indgår som et betydningsfuldt element i lagserien. Skønt overgang til mættet saltmudder fandt sted inden for afsnittet ved 6950' (2118 m), er der dog ikke påvist stensaltkrystaller fra formationen i prøverne. Boretiderne svinger en del, hvilket bedst kan forklares ved at antage, at de lerstens- og finsandstensbjergarter, der optræder i prøverne, indgår i lagserien i veksling med stensaltet. Finsandsten (type 34) er ifølge radioaktivitetskurvernes forløb og de øgede boretider antagelig fremherskende ned mod afsnittets basis.

2220–2343 m (7284'–7687'):

Lersten, mørk gråbrun, oftest fed (type 35), sjældnere finsandet (type 33), vekslende med finsandsten (type 32 og især 34), stedvis med mindre indslag af hvid til rødbrun kalksten (type 36). Nedefter optræder lersten, fed, lysegrå, og nederst muligvis siltsten til finsandsten, gråbrun (type 38).



*Bemærkninger.* GR og N kurverne udviser henholdsvis en stigning og et fald ved 2220 m, der antages at markere top af et lerstenspræget afsnit. Den mørke gråbrune lersten (type 35) findes i skylleprøverne fra og med 7310' (2228 m), og på samme dybde er noteret en ændring i muddrets farve og konsistens. Radioaktivitetskurverne viser kraftige udsving omkring 2296 m, antagelig svarende til større indslag af finsandsten. Siltsten til finsandsten (type 38), der præger det underliggende afsnit, optræder i prøverne allerede fra og med 7620' (2323 m).

2343–2429 m (7687'–7969'):

Siltsten til finsandsten gråbrun (type 38), stedvis af grovere karakter (type 34), vekslende med lersten (type 33 og 35), og muligvis med tynde lag af stensalt.

*Bemærkninger.* Under 2343 m findes ret kraftige udsving på GR og navnlig på N kurven, der tyder på voldsommere vekslinger i kornstørrelsen end ovenfor, sandsynligvis indgår også lag af stensalt, idet de første saltkrystaller, der antages at stamme fra formationen, er registreret fra og med 7750' (2362 m).

2429–2618 m (7969'–8589'):

Stensalt, med underordnede lag af lersten, øverst især mørk gråbrun (type 35), nedefter især grågrøn (type 40), og af siltsten til finsandsten (især type 38).

*Bemærkninger.* Både radioaktivitetskurvernes forløb (lave GR værdier, høje N værdier), de lave boretider og de mange stensaltkrystaller i prøverne fra 7990' (2435 m) og nedefter tyder på, at stensalt udgør en væsentlig bestanddel af dette afsnit. Den grågrønne lersten (type 40) dukker op i prøverne fra og med 8080' (2463 m), d.v.s. at den næppe optræder i afsnittets øverste del. At dømme efter nogle bratte stigninger i boretiden ned mod afsnittets basis findes her forholdsvis mere klastisk materiale end i den øvre del.

2618–2798 m (8589'–9180'):

Lersten, lys til mørk grågrøn, fed (type 40), vekslende med siltsten til finsandsten, gråbrun (type 38). Underordnet optræder finsandsten og lersten som ovenfor (type 33, 34 og 35), samt lidt kalksten (type 39).

*Bemærkninger.* Stigning på GR og fald på N kurverne ved 2618 m markerer en skarp grænse mod den stensaltførende formation ovenfor. De stærkere udsving på radioaktivitetskurverne, der især ses nedefter i det foreliggende afsnit, må antages at repræsentere finsandsprægede niveauer.

2798–3038 m (9180'–9967'):

Finsandsten, mellem- til grovkornet, dels hvid til lys grå eller grønlig grå (type 42), dels lys rødlig grå, vekslende med lersten og finsandsten som ovenfor (type 33, 34, 35, 38 og 40). Underordnet findes lidt kalksten (type 36).

*Bemærkninger.* Forløbet af GR og N kurverne, samt de svingende boretider

(med mange bratte boretidsændringer) tyder på, at afsnittet er præget af stærkt varierende kornstørrelser. Noget grovere sedimenter gør sig kraftigere gældende end ovenfor og nedenunder, antagelig i form af finsandsten (type 42 og 43), der netop viser sig i skylleprøverne lidt under afsnittets top. Den nederste del af afsnittet synes dog at være præget af lersten (type 40).

3038–3238 m (9967'–10624'):

Lersten, overvejende grågrøn (type 40), gående over i kalksten, lys grå, stærkt leret (type 44), nedefter siltsten til finsandsten (type 38) og lersten til finsandsten, mørk grå (type 45).

*Bemærkninger.* Fordelingen af cuttings i skylleprøverne kunne tale for en opdeling af dette afsnit i et øvre leret, kalkrigere og et nedre stærkere finsandet underafsnit. Top for lersten til finsandsten (type 45) findes ved 10230' (3118 m), men på radioaktivitetskurverne ses ingen tydelig ændring ved (eller – på grund af »lag distance« – lidt over) denne dybde. Modstandskurve (laterolog) og lyd hastighedskurve (sonic log) antyder, at der findes lithologiske ændringer indenfor afsnittet, men dybdeindikationer på eventuelle grænser er ikke sammenfaldende.

3238–3313 m (10624'–10870'):

Lersten til finsandsten, mørk grå (type 45) og kalksten, leret og finsandet (type 47), vekslende med siltsten til finsandsten, gråbrun (type 38). Nedefter med øgede indslag af anhydrit.

*Bemærkninger.* En stigning på GR og et fald på N kurven ved 3238 m tyder på, at afsnittet er stærkere leret end det overliggende afsnit. Formationen er hårdere, hvilket medfører en hurtigere nedslidning af mejslen og hurtigt voksende boretider.

3313–3423 m (10870'–11230'):

Lersten, mørk gråbrun, fed (type 35), vekslende med siltsten til finsandsten, gråbrun (type 38) og lersten til finsandsten, mørk grå (type 45). Anhydritindholdet er yderligere øget og udgør stedvis ca. 20% af cuttingsmængden.

*Bemærkninger.* Ved 3313 m ses en stigning på GR intensiteten, som antagelig markerer top af det nederste trias-afsnit, hvor en anhydritrig, fed lersten er fremherskende og medfører ret høje boretider. Nederst synes andelen af siltsten til finsandsten (type 38) dog igen at tiltage. Ved 3423 m ses et markant fald på GR og en stigning på N kurven, der sammen med fald i boretiden viser, at der påny bores i salt. Dette saltlag formodes at markere top af zechstein.

#### KORRELATIONSMULIGHEDER

Adskillige dybdeboringer i det nordlige Jylland (nord for Ringkøbing–Fyn akse) er ført ned i triassiske aflejringer. Indenfor en nærmere afstand fra

Nøvling nr. 1 foreligger oplysninger om større dele af trias-systemet fra Vinding nr. 1 (ca. 14 km mod NNV) og Gassum nr. 1 (ca. 85 km mod NØ) (SORGENFREI & BUCH 1964), samt fra Rønde nr. 1 (ca. 107 km mod Ø) (DINESEN 1971).

Den forholdsvis korte afstand taget i betragtning skulle korrelationsmulighederne på forhånd synes bedst mellem Nøvling nr. 1 og Vinding nr. 1. Fra sidstnævnte boring, hvor kun det yngre trias (ned til ? muschelkalk) er gennem-boret, savnes imidlertid Schlumbergermålinger, og det er ikke lykkedes at genkende stratigrafiske enheder, ældre end Vinding formationen (se BRUUN CHRISTENSEN's afsnit, p. 132), fra den ene boring til den anden. Ifølge prøvebeskrivelserne i DANISH AMERICAN PROSPECTING CO's efterladte arkiv er saltaflejringer – som indtager betydelige mægtigheder i to zoner i Nøvling-boringen – fraværende i Vinding nr. 1. Det kan dog ikke udelukkes, at den manglende registrering af salt i Vinding-boringen skyldes anvendelsen af umættet boremudder.

Rønde nr. 1 er udført og registreret efter nogenlunde samme principper som Nøvling nr. 1. Mellem disse to boringer kan drages følgende sammenligninger:

<i>Rønde nr. 1</i>	<i>Nøvling nr. 1</i>
2614–2827 m (213 m)	1847–1999 m (152 m)

Ifølge O. BRUUN CHRISTENSEN (1971, p. 90; nærværende rapport, p. 135) repræsenterer afsnittene sandsynligvis Gassum og Vinding formationerne med de dertil knyttede ostracod-zoner.

GR værdierne på den strækning, der omfatter den nedre del af Vinding formationen, (d.v.s. 2750–2827 m i Rønde nr. 1 og 1953–1999 m i Nøvling nr. 1) er lavere i Nøvling-boringen end i Rønde-boringen. Dette forhold stemmer overens med prøvebeskrivelserne, hvorefter indslagene af kalksten er kraftigere i Nøvling nr. 1 end i Rønde nr. 1.

<i>Rønde nr. 1</i>	<i>Nøvling nr. 1</i>
2827–2997 m (170 m)	1999–2074 m (75 m)

Afsnittene er karakteriseret ved relativt høje GR værdier, og lagene består fortrinsvis af lersten og finsandsten. I den øvre del er grålige til grønne farver fremherskende, mens rødlige til brunlige farver tager overhånd nedefter.

<i>Rønde nr. 1</i>	<i>Nøvling nr. 1</i>
2997–3178 m (181 m)	2074–2220 m (146 m)

Afsnittene er karakteriseret ved lave GR værdier, der tyder på, at betydelige stensaltafsetninger optræder i begge boringer.

<i>Rønde nr. 1</i>	<i>Nøvling nr. 1</i>
3178–3348 m (170 m)	2220–2429 m (209 m)

GR værdierne er relativt høje, dog med en tendens til at udsvingene er kraftigere



nedefter end i den øvre del af afsnittene. Det kan tyde på, at indholdet af finsandsten øges nedefter i begge boreriger på bekostning af lersten.

*Rønde nr. 1*  
3348–3409 m (61 m)

*Nøvling nr. 1*  
2429–2618 m (189 m)

GR værdierne er lave, og lagene består overvejende af stensalt.

*Rønde nr. 1*  
3409–4643 m (1234 m)

*Nøvling nr. 1*  
2618–3423 m (805 m)

Indenfor disse afsnit, der udgør henholdsvis ca. 61 % og ca. 51 % af det samlede trias i Rønde nr. 1 og Nøvling nr. 1, har det ikke vist sig muligt at gennemføre korrelationer ved hjælp af Schlumberger-målingerne, og aflejringerne synes noget forskelligartede i de to boreriger. Grovere sedimenter som sandsten er registreret i flere adskilte niveauer i Rønde-boringen men savnes i Nøvling-boringen, hvor til gengæld urene kalksten (typerne 44, 46 og 47) spiller en vis rolle.

Det er uafklaret, om de ovennævnte korrelationer kan tillægges chronostratigrafisk betydning. Den manglende persistens af begge eller et af saltlagene til henholdsvis Vinding nr. 1 og Gassum nr. 1 (se DINESEN, op. cit., p. 106), samt den relativt meget store mægtighed på det nedre saltlag i Nøvling nr. 1 tyder på stærk indflydelse af lokale forhold, og der er ingen sikkerhed for, at saltlagene i Nøvling nr. 1 og Rønde nr. 1 er parvis samtidige.

Det må antages, at de nederste godt 800 m af trias i Nøvling nr. 1 (2618–3423 m) hovedsagelig repræsenterer buntsandstein. En nøjere afgrænsning af buntsandstein (evt. muschelkalk) og keuper kan ikke gennemføres på det foreliggende grundlag.

#### ENGLISH SUMMARY

#### THE LITHOLOGY OF THE TRIASSIC SECTION IN NØVLING NO. 1

The Triassic system comprises the beds between 1847 m and 3423 m below the Kelly Bushing. The distribution of 32 types of cuttings in about 450 ditch samples was studied by O. MICHELSEN and T. JUHL HANSEN. The description of the cuttings are given in Danish on fig. 23. The translations are as follows:

#### *Type of cutting No.*

#### *Lithology*

18	Claystone, dark grey, silty, slightly calcareous.
19	– light greyish brown, slightly silty, calcareous.
20	– reddish brown, slightly silty, calcareous.
21	– light greenish grey, sticky, calcareous.
22	Siltstone, whitish, medium to coarse grained, calcareous.
23	Claystone, varicoloured (brownish to reddish), non-calcareous.
24	– dark brownish grey, sticky, non-calcareous.

25	–	grey, silty, micaceous, calcareous.
26	Siltstone,	grey, medium grained, micaceous, slightly calcareous.
27	–	whitish, coarse grained, pyritic, non-calcareous.
28	Limestone,	whitish to grey.
29	–	yellowish white, oolitic, dense.
30	–	light yellowish grey, fine grained, dolomitic.
31	Anhydrite,	(in part questionable determination, and only indicated when relatively common in the samples).
32	Siltstone,	greyish, fine grained, clayey, calcareous.
33	Claystone,	greyish brown and reddish brown, silty, slightly calcareous.
34	Siltstone,	greyish brown to reddish, fine to medium grained, clayey, calcareous.
35	Claystone,	dark greyish brown, sticky, micaceous, calcareous.
36	Limestone,	occasionally reddish brown and clayey, dense.
37	Claystone,	light grey, sticky, calcareous.
38	Siltstone,	greyish brown, fine grained, calcareous.
38A	Rock salt	(halite).
39	Limestone,	white, hard.
40	Claystone,	light to dark greenish grey, sticky, calcareous.
41	Unidentified mineral.	
42	Siltstone,	white to light grey or greenish grey, medium to coarse grained, non-calcareous.
43	Siltstone,	light reddish grey, (medium to) coarse grained, non-calcareous.
44	Limestone,	light grey, clayey.
45	Claystone to siltstone,	grey to greyish black, micaceous, calcareous.
46	Limestone,	greenish grey, clayey, granular.
47	–	grey to dark grey, clayey, silty, micaceous.
47A	Calcite in veins and fissures	relatively common.

Because the last casing was set at 1070 m, material from many different levels must be expected in all the samples, and it is hardly possible to get a precise lithostratigraphical insight. The subdivision given on pp. 138–141 (in abbreviated form p. 29) is based on drilling times, radioactivity logs, and lag distances, besides the lithologic descriptions.

The biostratigraphy of the uppermost 152 m is dealt with by O. BRUUN CHRISTENSEN (p. 135). No fossils were found below 1999 m, and correlation of this part of the Triassic section (comprising Buntsandstein, (?) Muschelkalk, and Lower to Middle Keuper) must be done on a lithostratigraphical basis. A comparison with Rønde No. 1 (DINESEN 1971) gives the following results:

<i>Rønde No. 1</i>	<i>Nøvling No. 1</i>
2614–2827 m (213 m)	1847–1999 m (152 m)

According to O. BRUUN CHRISTENSEN (the present report, p. 135) these intervals represent the Vinding Formation with the associated zones of ostracodes.

In the Vinding Formation the gamma ray values are smaller in Nøvling No. 1 (1953–1999 m) than in Rønde No. 1 (2750–2827 m). Possibly this is a consequence of larger intercalations of limestone in the Nøvling well than in the Rønde well, as indicated by the descriptions of the samples.

<i>Rønde No. 1</i>	<i>Nøvling No. 1</i>
2827–2997 m (170 m)	1999–2074 m (75 m)

The sections are characterized by, relatively, high gamma ray values, and the beds consist predominantly of claystone and siltstone. Grey to greenish colours are prevailing in the upper part, and the lower part is dominated by reddish to brownish colours in both of the wells.

*Rønede No. 1*  
2997–3178 m (181 m)

*Nøvling No. 1*  
2074–2220 m (146 m)

The sections are characterized by low gamma ray values, indicating deposits of rock salt in both of the wells.

*Rønede No. 1*  
3178–3348 m (170 m)

*Nøvling No. 1*  
2220–2429 m (209 m)

Relatively, the gamma ray values are high. In both of the wells there is a tendency for larger fluctuations of the curves downwards, indicating larger intercalations of siltstone in this lower part of the sections.

*Rønede No. 1*  
3348–3409 m (61 m)

*Nøvling No. 1*  
2429–2618 m (189 m)

The gamma ray values are low, and the beds consist predominantly of rock salt.

*Rønede No. 1*  
3409–4643 m (1234 m)

*Nøvling No. 1*  
2618–3423 m (805 m)

No correlations have been practicable within these sections. Apparently, the sediments are coarser (sandstone) in some levels of the Rønede well, while limestones (of the types 44, 46, and 47) seem to be rather common in the Nøvling well.

No salt was observed in Vinding No. 1 (SORGENFREI & BUCH 1964), and only one thicker bed of salt was recorded from Gassum No. 1 (DINESEN 1971). Therefore, it is an unsolved problem whether the two thicker beds of salt in Rønede No. 1 and Nøvling No. 1 are synchronous or not.

The boundaries between Bunter, Muschelkalk, and Keuper have not been fixed in Nøvling No. 1.

#### LITTERATUR

- DINESEN, A., 1971. Trias i Rønede nr. 1. – Danm. Geol. Unders., III Rk., Nr. 39, pp. 94–107. København.
- SORGENFREI, TH. & BUCH, A., 1964. Deep Tests in Denmark 1935–1959. – Danm. Geol. Unders., III Rk., Nr. 36. København.



ZECHSTEIN I NØVLING NR. 1  
(3423–3534 M)

LITHOLOGISK BESKRIVELSE OG INDDDELING

af

*Fritz Lyngsie Jacobsen*

INDLEDNING

Ved beskrivelse af zechsteinbjergarterne er der, ligesom ved boringen Rønde nr. 1 (JACOBSEN 1971), foretaget en halvkvantitativ cuttingsanalyse. Denne analyse er foretaget dels af TORBEN JUUL HANSEN på borestedet og senere af forfatteren i laboratoriet. Den nedre del af afsnittet (3522–3534 m) er kærnet, hvilket gør det muligt at give en sikker beskrivelse for denne del.

De opborede cuttings er 1–5 mm store med den hyppigste størrelse omkring ca. 2 mm. Ved den halvkvantitative analyse er der specielt arbejdet omhyggeligt i afsnittet med anhydrit og dolomit, for at sikre alle typer blev observeret. Alle de fundne cuttingstyper er mikroskoperet, og der er foretaget lysbrydningsbestemmelse af de enkelte mineraler.

Resultaterne af disse undersøgelser er sammenholdt med følgende målte logs: Gammastråling, neutron og lyd hastighed. Disse er alle indtegnet på det medfølgende boreprofil (fig. 24, side 148).

LITHOLOGISK BESKRIVELSE

(Alle dybder er angivet i m under kelly bushing)

3423–3485 m: Stensalt, gråligt til klart og med enkelte rødlige typer i toppen af afsnittet. Anhydrit findes spredt dels som mindre finkornede klumper og slirer og dels som fri krystaller, der er max. 2 mm lange og findes indesluttet i stensaltet. Der er ikke set spor efter K- og Mg mineraler, ligesom de målte logs ikke tyder på, at sådanne er til stede. De på fig. 24 indtegnede gammastråling, neutron og lyd hastigheds-logs viser desuden, at saltet er homogent med kun små mængder urenheder.

3485–3501 m: Anhydrit, grålig til hvid, finkornet og med enkelte tynde lerslirer. I anhydriten, der er karakteriseret af lave gammastråleværdier og høje lyd hastigheds værdier, findes et lerlag ved 3490–3492 m, hvor de modsatte forhold gør sig gældende. Leret er gråsort, siltholdigt og med et lille indhold af finkornet dolomit.

3501–3524 m: Dolomit, gråbrune, brune og lysebrune typer findes. De gråbrune og brune typer findes i hovedparten af afsnittet, medens de lysebrune findes i den nedre del hvor gammastrålingskurven viser en aftagen. Alle dolomit-typerne er tætte og består af 10–30  $\mu$  store uregelmæssigt begrænsede dolomitkrystaller. Bjergarterne indeholder desuden en varierende mængde ler og spredte kvartskorn af siltstørrelse. De nederste 1,6 m af afsnittet er kærnet og er beskrevet nedenfor.

3524–3534 m: Anhydrit-dolomit-bjergart. Anhydriten er finkornet, hvid til lys blålig og dolomiten tæt, gråbrun til brun, dog ret lys. Hele afsnittet er kærnet, og en mere detaljeret beskrivelse findes nedenfor.

### *Kærnebeskrivelse*

Beskrivelse af afsnittet 0–13,7 m (0–45') af kærne 1: 11555'–11613' (3522,0–3539,6 m). Kærnenes sande dybde er, efter korrektion i forhold til de målte Schlumberger logs, 11550'–11608'.

0–1,6 m: Dolomit, lys gråbrun til brun, tæt, stedvis lysere i uregelmæssige partier. Styloliter findes spredt i hele afsnittet med varierende retning og hældning. Bjergarten består af max. 50  $\mu$  – almindeligvis 10–30  $\mu$  – store dolomitkrystaller med uregelmæssig overflade. Spredt findes sub-euhedrale anhydritkrystaller. Leret, der findes i styloliterne er sortbrunt og findes sammen med enkelte kvartssiltkorn og noget organisk materiale.

1,6–2,0 m: Anhydrit-dolomit-bjergart. Grænsen mod den overliggende dolomit er en stylolit med sortbrunt ler, medens den nedefter er mere gradvis. Anhydriten danner ofte cumulusagtige strukturer mellem hvilke dolomiten findes. Dolomiten er af samme type som ovenfor og anhydriten som den underliggende type.

2,0–4,3 m: Anhydrit, hvid til blålig hvid, mellemkornet (1–4 mm store krystaller) med 0–2 cm mægtige uregelmæssige dolomitiske gråbrune til brune lag. Dolomiten findes desuden som uregelmæssige, ofte diffuse, slirer. Indholdet af dolomit er ca. 10% i afsnittet.

4,3–9,1 m: Anhydrit-dolomit-bjergart, uregelmæssigt lagdelt af blålig hvid til hvid mellemkornet anhydrit og af gråbrun til brun tæt dolomit ofte dannende diffuse lag. Sammen med dolomiten træffes ofte 1–5 mm mægtige sortbrune lerlag med organisk materiale og kvartssiltkorn. Dolomitindholdet er ca. 25%.

9,1–13,4 m: Anhydrit-dolomit-bjergart med en diffus uregelmæssig lagdeling, hældende ca. 30–40° og med spredte tynde brunsorte lerlag. Ved ca. 9,9–10,2 m relativt mere anhydrit, ellers ca. 40% dolomit. Dolomiten bliver nedefter gradvis mørkere fra gråbrun til mørk gråbrun, forårsaget af et stigende indhold af ler og organisk materiale. Anhydriten bliver også noget mere mørkfarvet.

13,4–13,7 m: Dolomit, mørk gråbrun, tæt, nederst udviklet som konglomerat. De enkelte knolde består af samme type dolomit som udgør mellemmassen.

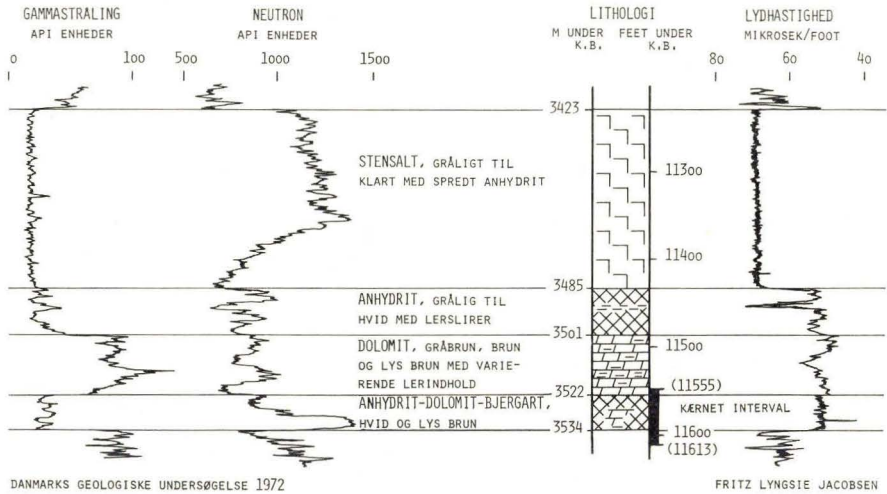


Fig. 24. Profil af zechstein-afsnittet med gammastråling-, neutron- og lydshastighedslog indtegnet. På venstre side af profilsøjlen er dybden af de enkelte bjergartsafsnit angivet og på højre side findes dybdeangivelse i fod ligesom det kærnedede interval er indtegnet. Alle dybder er angivet fra Kelly Bushing.

#### SAMMENFATNING

De i denne boring trufne anhydritter og dolomiter har alle tydelig karakter af at være randfacies bjergarter (RICHTER-BERNBURG 1955 og BRAITSCH 1962) og er alle aflejret i den samme cyklus. Dette er også i overensstemmelse med seismiske data (BAARTMAN, side 34), hvor det vises, at bjergarterne tynder ud mod S. Samme forhold træffes også S for Ringkøbing-Fyn højderyggen i boringen Arnum nr. 1, hvor anhydritterne og dolomiten er henført til C4, C3 og D4 (SORGENFREI og BUCH 1964) og hvor C antages at svare til den tyske Stassfurt-cyklus.

Anhydritterne og dolomiten i Nøvlingboringen synes at udgøre en enhed, selvom der findes et mindre lerlag ved 3590–3592 m. Den type bjergart træffes dog også i anhydrit-dolomit-serien, som adskiller de ældste og de ældre salte i det nordjyske sænkingsområde, og kan ikke anvendes som et kriterium på en adskillelse i forskellige cykler. Alle de gennemborede zechsteinaflejringer anses for at høre til den ældre cyklus, som afsluttes med Veggerby kalizone (JACOBSEN 1971). Dette begrundes med manglen på de sorte bituminøse skifre og de dolomitiske kalksten der er truffet i Rønde-boringen og med ligheden der er mellem dele af anhydrit-dolomit-serien og de i denne boring fundne anhydritter og dolomiter.



## ENGLISH SUMMARY

## ZECHSTEIN IN NØVLING NO. 1

The description is based on a semi-quantitative cuttings analysis and a cored part of the well, both of which have been compared with the Schlumberger logs (fig. 24, p. 148).

Lithologic profile of the evaporites in the Zechstein:

- 3423–3485 m: Rock salt, greyish to clear with some reddish salt at top. All types of salt contain anhydrite, disseminated and as aggregates.
- 3485–3501 m: Anhydrite, greyish to white, fine-grained and with thin streaks of clay.
- 3501–3522 m: Dolomite, greyish brown, brown to light brown, dense. Stylolites common in the cored part (the profile is cored from 3520 m to bottom).
- 3522–3534 m: Anhydrite-dolomite-rock. The anhydrite (about 75% of the total) is bluish to white, fine-grained. The dolomite is light greyish brown to light brown, dense. The lowermost 0.3 m is a conglomerate of dolomite, dark greyish brown.

It is found possible to correlate the whole evaporite section in this well with the older cycle which in the central part of the evaporite area ends with the Veggerby Potassium Zone.

## LITTERATUR

- BRAITSCH, O., 1962. Entstehung und Stoffbestand der Salzlagerstätten. – Springer-Verlag.
- JACOBSEN, F. L., 1971. Zechstein i Rønde nr. 1. – Danm. geol. Unders. III Rk., Nr. 39.
- RICHTER-BERNBURG, G., 1955. Über salinare Sedimentation. – Z. deutsch. geol. Ges. Band 105, 4, Teil.
- SORGENFREI, T. & BUCH, A., 1964. Deep Tests in Denmark 1935–59. – Danm. geol. Unders. III Rk., Nr. 36.

# RØNDE OG NØVLING FORMATIONERNE (SILUR) I NØVLING NR. 1

(3534–3762 M)

af

*Ole Bruun Christensen*

Hertil tavle 6–7

INDLEDNING

En række lithologiske og palæontologiske træk af præ-zechstein aflejringerne fra boringen Nøvling nr. 1 er tidligere blevet beskrevet (BRUUN CHRISTENSEN 1971 a). Desuden er aflejringer ved anden lejlighed blevet inddelt lithostratigrafisk i en øvre Nøvling formation og en nedre Rønde formation (BRUUN CHRISTENSEN 1971 b).

I det efterfølgende opsummerer forfatteren ovennævnte beskrivelser og supplerer disse med enkelte nyere iagttagelser foretaget ved senere vurderinger af materialet. En række tektoniske data fra borehullet er frembragt og sammenstillet af SVEND E. HENRIKSEN (side 54). De vulkanske bjergarter er især blevet studeret af FRITZ LYNGSIE JACOBSEN (side 162), og forfatteren har sammen med denne sammenstillet fig. 25 på basis af prøvebeskrivelser og Schlumberger målinger. Forfatteren har på tavlerne 6–7 forsøgt ved fotografier at demonstrere de forskelligartede sedimentstrukturer, som især Nøvling formationen er rig på.

## NØVLING FORMATIONEN

Denne formation er defineret ved et profil i boringen Nøvling nr. 1 fra 11599' til 12200' (3534–3719 m) umiddelbart over Rønde formationen. Formationen er ca. 160 meter tyk og består af vekslende lag af basalter og grå til rødbrune lersten og finsandsten med indslag af kalksten. Foruden skylleprøver er der fra boreintervallet frembragt tre borekærner og femten intakte prøver fra borehullets sider (BRUUN CHRISTENSEN 1971 a).

I modsætning til den underliggende Rønde formation består Nøvling formationen af hårde vekslende aflejringer, der er aflejret i et miljø med højt energi niveau. Talrige strukturer i sedimenterne viser urolige bundforhold i aflejrings-tidsrummet. De forskellige sedimenter vekslejrer hyppigt eller findes som indeslutninger i hinanden. Fra de tre kærner i intervallet har forfatteren søgt at illustrere disse træk med tavlerne 6–7.

I boringen Nøvling nr. 1 viser en sandsynlig svag vinkeldiskordans i den

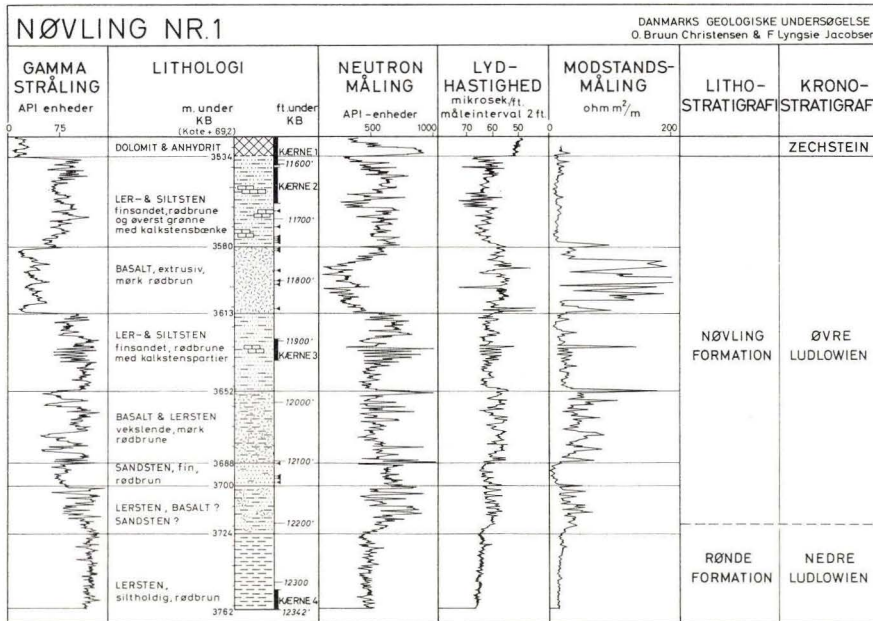


Fig. 25

nederste del af Nøvling formationen sig ved, at borehullets retning begynder at skifte ved dybden 3700 meter (cf. HENRIKSEN side 54 og fig. 10). Aflejringerne umiddelbart under denne sandsynlige vinkeldiskordans i Nøvling nr. 1 kan ligesom i Rønne nr. 1 vanskeligt interpreteres på basis af Schlumberger kurver og skylleprøvematerialet. Dette boreafsnit (3700–3724 meter) har tidligere været beskrevet som bestående af vulkanitter under den foreløbige tolkning af Schlumberger kurverne og på grund af det næsten monotypiske indhold af basalt i skylleprøverne (BRUUN CHRISTENSEN 1971 a). Der er imidlertid næppe tvivl om forekomster af lermaterialer i dette boreinterval. Desuden viser kurverne (fig. 25) hårde partier med lave gammastrålingsværdier og stor elektrisk modstand. Det store indhold af basaltisk materiale i skylleprøverne og mangel på andre hårde bjergartsfragmenter, ud over meget lidt finsandsten, synes at antyde tilstedeværelse af basalt og måske finsandsten i nogle lag. Disse bjergarter kunne eventuelt være af detrital oprindelse. Imidlertid har det ikke været muligt i dette aflejringsled at iagttage andre retningsforandringer af borehullet end den fastlagte (HENRIKSEN, side 54) ved 3700 meter. Grænsen mellem Rønne formationen og Nøvling formationen findes i denne aflejring.

En vurdering af aflejringerne hældning er tilvejebragt ved studier af borekærnerne, ved beregninger af borehullets skiftende retninger og ved sammenligninger med de hældningsmålinger, der blev foretaget direkte i borehullet (HENRIKSEN, side 54). Det fremgår heraf, at der umiddelbart over den tilsyneladende svage vinkeldiskordans mod Rønne formationen i Nøvling formationen



findes laghældninger på ca. 35° mod ØNØ og som op gennem formationen tilsyneladende jævnt ændres til laghældninger på ca. 32° mod NØ. Drejning af hældningsretningen er bemærkelsesværdig derved, at hældning og hældningsretning efter aflejringen af Nøvling formationen bliver meget nær den, hvori Rønde formationen befinder sig i Nøvling nr. 1. Meget afvigende måleresultater i nogle lag skyldes sandsynligvis målinger af primære og sekundære sprækkedannelsers retninger.

#### *Afgrænsning og lejringsforhold*

Den øvre afgrænsning af formationen med en tydelig vinkeldiskordans og konklomeratiske dannelser mod zechstein dolomit fremtræder tydeligt i borekærne-materialet. Den nedre grænse for formationen er vanskeligere at fastlægge på basis af bjergartsmaterialet fra borehullet, skønt disse viser en tydelig forskel mellem den ensartede og relativt bløde Rønde formation og de uensartede og relativt hårde aflejringer i Nøvling formationen.

En diskordans, som med stor sandsynlighed synes at være tilstede ved toppen af Rønde formationen i Rønde nr. 1 synes med nogen usikkerhed at kunne overføres på aflejringerne i Nøvling nr. 1. Overgangen mellem Rønde og Nøvling formationerne i de to boreriger synes at have nogen lighed, skønt en sikker lithologisk tolkning af dette afsnit endnu ikke er tilvejebragt (LYNGSIE JACOBSEN 1971, side 118, fig. 15).

I boringen Rønde nr. 1 synes der at være lokaliseret en diskordans mellem Rønde og Nøvling formationerne ved basis af et boreinterval med basaltaflejringer. Den øverste del af Rønde formationen umiddelbart under denne diskordans synes ifølge Schlumbergerkurverne at være af en noget andet sammensætning end den nedre del, hvori en borekærne er udtaget (LYNGSIE JACOBSEN 1971 fig. 15).

Radiometriske aldersmålinger af de øverste basalter i Nøvling formationen har vist alderen  $276 \pm 12$  millioner år (LARSEN 1972). Denne alder svare til perm perioden og er for lav. En lang række målinger på palæozoiske aflejringer fra danske dybdeboringer viser for lave aldre og antyder, at aflejringerne sandsynligvis gennem tektoniske påvirkninger er svagt omdannede.

Den regionale udbredelse af de vulkanske bjergarter i Nøvling formationen bør ligeledes sammenholdes med tyngdekortene for området (f.eks. i SORGENFRI & BUCH 1964). Et dybtliggende legeme af vulkansk oprindelse og basisk eller ultrabasisk sammensætning kan forklare udbredelsen af det ekstremt høje tyngdemaksima fra området ved Nøvling og ud under Århus Bugten. Den østsydøstlige retning svarer nøje til udbredelsen af vulkanitterne og til retningen af det øvre siluriske Sydbaltiske Bassin i øvrigt. Over dette store midtjydske magma- eller vulkanområde måles et tyngdemaksima med højere værdier, end der er lokaliseret over den højtbeliggende Ringkøbing-Fyn Højderyg syd derfor, og som geologisk er mere markant, men består af væsentlig lettere materialer.

### *Lithostratigrafisk underdeling*

Over den sandsynlige diskordans ved 3700 meter kan formationen underdeles i seks led. Mindst tre led indeholder basalter og lejlighedsvis lersten. Over og mellem disse led findes led af ler- og finsandsten, hvoraf de øverste især indeholder mere eller mindre veludviklede kalkstenslag, der ofte er dolomitiserede. Disse veksellejrede led dominerer formationen og har næsten samme tykkelser. I nederste led over den mulige vinkeldiskordans ved 3700 meter, hvor borehullet begynder at skifte retning, findes et ca. 10 meter svagt leret finsandstenslag.

Nøvling formationens øverste led (3534–3580 m) er ca. 40 meter tyk og består af vekslende lag af oftest finsandede og skifrede lersten og finsandsten i grålige og rødbrune – øverst grønne – farver. Mindre kalkstensbænke og dolomitiske partier er almindelige. Den øverste del af leddet kendes gennem borekærnerne 1 og 2. Den nederste del af leddet lokaliseres foruden på Schlumberger kurver tillige ved skylleprøver og intakte prøver fra borehullets sider (side-wall samples) udtaget efter boringens udførelse.

Næstøverste led i Nøvling formationen (3580–3613 m) udgøres af basaltbænke med en samlet tykkelse på ca. 30 meter. Den lithologiske beskrivelse og tolkning af disse iøvrigt ekstrusive og noget forvitrede basalter foretages af LYNDSIE JACOBSEN (side 162). En række intakte prøver fra borehullets sider er udtaget i dette led.

Det tredieøverste led, beliggende mellem basalter i den mellemste del af Nøvling formationen, omfatter en lagrække af rødbrune finsandede lersten og finsandsten (3613–3652 m) med en tykkelse på ca. 35 meter. Leddet synes noget mere finsandet end det øverste led i formationen, ligesom kalkstenspartierne i dette led ikke er så almindelige. Borekerne 3 er udtaget midt i dette led.

Et led, sandsynligvis bestående af vekslende lag af basalt og lersten, kan lokaliseres i den nedre del af formationen (3652–3688 m) med en tykkelse på ca. 30 meter. Leddet kan kun interpreteres på basis af Schlumberger kurver og skylleprøverne. Disse sidste består næsten udelukkende af basaltfragmenter i det pågældende boreafsnit. De hårde lag i leddet kan derfor næppe være andet end basalt, mens bløde aflejringer med høje gammastrålingsværdier kan tolkes som lersten. Bjergartsfragmenterne i skylleprøverne afviger ikke fra tilsvarende bjergartsfragmenter i højere boreafsnit.

Næstnederst i formationen findes et led (3688–3700 m), på ca. 10 meters tykkelse, bestående af sandsten og finsandsten med rødbrune farver og med et svagt lerindhold. En række intakte prøver fra borehullets sider supplerer skylleprøvematerialet. Målinger har vist, at borehullet udvidedes ret kraftigt på dette sted med ret kraftig nedfald af finsandsten til følge.

Det nederste led i Nøvling formationen (3700–3724 m) er vanskelig at identificere og beskrive lithologisk. Det synes at være af en heterogen sammensætning indeholdende lersten sandsynligvis med basalt og sandsten. Leddet danner



overgang mellem Rønde formationen og Nøvling formationen og synes at indeholde de svage vinkeldiskordanser. Dette overgangsled kan være tilstede i boringen Rønde nr. 1 delvis som toppen af Rønde formationen.

### *Palæontologiske forhold*

I formationens tre borekærner (fig. 25) er der fundet mange fossiler (BRUUN CHRISTENSEN 1971 a). Disse kunne bestemmes til at være af øvre ludlovien alder og synes facielt at kunne tilhøre et skaldyrs-miljø i modsætning til Rønde formationen, der facielt synes at tilhøre et graptolit-miljø. Disse er begge velkendte silurisk miljøer. Graptolit-miljøet var udviklet i et dybere og roligere havområde end skaldyrs-miljøet.

Bevaringstilstanden af fossilerne i Nøvling formationen er ret forskellig i de forskellige sedimentter. Skalmaterialet er oftest omkrystalliseret. I finsandstenene kan skalmaterialet være opløst og replaceret af hæmatit.

Molluskerne er repræsenteret ved orthoceratiter og enkelte, sandsynligvis tykskallede gastropoder. Crinoider og trilobitfragmenter er ligeledes repræsenteret ved enkelte fund, mens tentaculiter synes ret almindelige gennem fund af slægten *Tentaculites* med flere arter.

Af coelenterater er der fundet en del rester efter rugose koraller og en velbevaret conularie, der sandsynligvis kan henføres til slægten *Paraconularia*.

Brachiopoder udgør den største del af fossilerne. Disse er alle articulate og repræsenteres af orthide, strophomenide og rhynchonellide typer. Arten *Chamarotoechia nucula* (SOWERBY) synes i nogle afsnit at være meget almindelig.

Af de fossiler, der har størst betydning for biostratigrafiske inddelinger af palæozoiske aflejringer, kan nævnes conodonter. Disse er for Nøvling formationens vedkommende blevet undersøgt af TORBEN JUUL HANSEN, hvis undersøgelser er anført side 158.

Ostracoder er en anden gruppe fossiler, der har stor stratigrafisk betydning. Disse er fundet i alle tre borekærner fra formationen og viser, at formationen tilhører øvre ludlovien. Følgende former kan nævnes: *Neobeyrichia* sp. sp., *Nodibeyrichia* sp., *Juviella* sp., *Beyrichia* sp., *Calcaribeyrichia* aff. *C. bicalcarata* MARTINSON 1962 og muligvis *Hoburgiella* sp.

## RØNDE FORMATIONEN

Den originale lithostratigrafiske definition til profil i boringen Rønde nr. 1 (BRUUN CHRISTENSEN 1971 b):

»Overvejende rødbrune lersten med en tilsyneladende mægtighed på 73 meter og omfatter sandsynligvis tillige de underliggende basaltaflejringer, hvori boringen er standset. Formationens nedre grænse er dog ikke mulig at fastlægge. Såfremt basalt og lersten fortsætter veksellejrende, må formatio-



nens nedre grænse søges under boringens slutdybde. Formationens øvre grænse findes ved basis af de overliggende basaltaflejringer, hvori der i Rønde nr. 1 muligvis findes en vinkeldiskordans.«

I Rønde nr. 1 blev der udtaget en borekærne fra dette interval med en svag siltholdig, svag skifret, rødbrun og lejlighedsvis grønliggrå lersten. Kærne nr. 4 i Nøvling nr. 1 svarer i lithologisk henseende helt til materialet fra Rønde nr. 1, så vidt det kan ses ved en umiddelbar sammenligning af kærnestykker.

#### *Lithostratigrafiske afgrænsninger*

Fra 3724 meter til borehullets bund ved 3762 meter fremviser Schlumberger kurverne et så ensartet forløb, at aflejringerne ingen steder i denne målte del af Rønde formationen afviger væsentlig fra borekærnen i lithologisk henseende. Formationens nedre begrænsning er dog ikke kendt. I Rønde nr. 1 dannes den nedre grænse enten af en basaltbænk, eller også er der indlejret basaltaflejringer i formationen. Er Rønde formationen tilstede i Slagelse nr. 1, er den her uden indslag af basaltiske materialer. I Nøvling nr. 1 er Rønde formationen uden basaltbænke i de øverste ca. 35 meter, der er kendt i boringen.

Undersøgelserne af borekærnenes hældninger, borehullets retning og hældningsmålinger i Nøvling nr. 1 af HENRIKSEN (side 54) viser laghældninger af Rønde formationen på ca. 30° i en østlig retning. Kalkspatfyldte sprækkedannelser i borekærnen har en næsten lodret retning.

#### *Biostratigrafi*

Fund af *Monograptus colonus* (BARRANDE) i den øvre del af borekærne 4 tillader korrelation med *nilssoni-scanicus* zonen i nedre ludlovien. Desuden viser såvel fossilet som sedimentet, at sedimentationen har fundet sted i et betydeligt roligere miljø end det, hvori Nøvling formationen blev dannet. Formationen indeholder kun meget små mængder kalk udenfor de kalkspatfyldte sprækker. Fossiler, som kun er fundet i den aller øverste del af borekærnen, findes næsten udelukkende som aftryk. Foruden pelecypoder er der fundet et eksemplar af *Tentaculites* sp. og enkelte eksemplarer af ostracoder (BRUUN CHRISTENSEN 1971 a).

#### KONKLUSION

Rønde formationen, som er defineret i boringen Rønde nr. 1 (BRUUN CHRISTENSEN 1971 b), er dannet som svagt skifrede og svagt finsandede lersten i et relativt roligt miljø. Formationen udgør de nederste 40 meter af boringen Nøvling nr. 1. Fund af *Monograptus colonus* angiver alderen nedre ludlovien.

Nøvling formationen er defineret i boringen Nøvling nr. 1 (BRUUN CHRI-

STENSEN 1971 b) umiddelbart over Rønde formationen. Overgangen mellem de to formationer er vanskelig at udrede i detaljer, idet grovklastiske aflejringer synes at være tilstede såvel over som under en sandsynlig vinkeldiskordans mellem formationerne.

Nøvling formationen er aflejret i miljøer med højt energi niveau. Aflejringerne er ca. 160 meter mægtige. Over diskordansen følger et mindre led af lerede finsandsten. Den øvrige del af formationen kan underdeles i fire næsten lige tykke led af extrusive basalter veksellejrende med grå til rødbrune lersten og finsandsten med indslag af kalksten. En meget varierende fauna fra skaldyr-miljøer henfører formationen til øvre ludlovien.

#### ENGLISH SUMMARY

##### THE RØNDE AND NØVLING FORMATIONS (SILURIAN) IN NØVLING NO. 1

The Rønde Formation has been established in the boring Rønde No. 1 (BRUUN CHRISTENSEN 1971 b). It is throughout a shaly and slightly silty claystone deposit from a relatively quiet environment. The lowermost 40 metres of the boring Nøvling No. 1 are in this Formation. *Monograptus colonus* from the upper beds indicates a Lower Ludlovian Age.

The Nøvling Formation has been established in the boring Nøvling No. 1 (BRUUN CHRISTENSEN 1971 b) above the Rønde Formation. The boundary between the two formations is difficult to fix more closely (fig. 25). Clastic materials are present mostly above a probably disconformity between the two formations. A member closely connected with the disconformity probably includes clay, basalt and sandstones.

The Nøvling Formation is deposited in a high energy environment. It is about 160 metres thick. Above the disconformity there is a rather thin member consisting of clayish siltstone. The remaining part of the Formation has been subdivided into four members of nearly equal thickness. These members consist of extensive basalt beds alternating with greyish to reddish brown claystones and siltstones with a few beds of limestone. A rich shelly fauna classifies the formation in the Upper Ludlovian.

The regional extent of the volcanic rocks of the Nøvling Formation may explain the presence of a very high gravity anomaly situated in the deepest part of the South Baltic Basin, extending from the Nøvling area to the Århus Bay. A deep body of heavy material, perhaps in the deeper bedrock, may be the source to the volcanic rocks found in the borings Rønde No. 1 and Nøvling No. 1. The anomaly may be explained as well by an assumption of enormous extrusives in the Upper Silurian beds, centering in central Jylland. High values of gravity have been measured farther to the south, too, over the Ringkøbing-Fyn High, but the high Pre-Zechstein non-sedimentary bedrocks there consist of rather light material, and relatively smaller gravity values have been measured.

#### LITTERATUR

- CHRISTENSEN, O. BRUUN, 1971 a: Øvre silur i dybdeboringen Nøvling nr. 1. (English Summary). – Danmarks Geologiske Undersøgelse, Rapport nr. 7, pp. 24. – København.  
CHRISTENSEN, O. BRUUN, 1971 b: Den stratigrafiske inddeling af præ-zechstein aflejringerne i Rønde nr. 1. (English Summary). – Danmarks Geologiske Undersøgelse, III. række nr. 39, pp. 119–123. – København.

- JACOBSEN, F. LYNGSIE, 1971: De dybeste lag i Rønde nr. 1 (4873–5300 m). Lithologisk beskrivelse og inddeling. (English Summary). – Danmarks Geologiske Undersøgelse, III. række nr. 39, pp. 114–118. – København.
- LARSEN, O., 1972: Kalium/Argon datering af prøver fra danske dybdeboringer. – Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1971, pp. 91–94. – København.
- SORGENFREI, TH. & BUCH, A., 1964: Deep Tests in Denmark 1935–1959. – Danmarks Geologiske Undersøgelse, III. række nr. 36. – København.



CONODONTER FRA DE SILURISKE LAG  
I NØVLING NR. 1

af

*Torben Juul Hansen*

Hertil tavle 8

Der er undersøgt fire prøver fra Nøvling nr. 1; men kun en prøve fra kærne nr. 1, 52' under dens top havde så stort et kalkindhold, at en delvis nedbrydning bl. a. i kogende CH<sub>3</sub>COOH var mulig.

De tre øvrige prøver blev uden resultat overfladeundersøgt efter knusning. Det drejer sig om følgende rødbrune lerstensprøver:

Kærne nr. 4	½' under toppen
-	17'-18' - -
-	27' - -

FAUNA

*Hindeodella* BASSLER 1925.

M. ord. - m. trias.

*Hindeodella equidentata* RHODES 1953.

N. ludlow - n. devon.

1953: *Hindeodella equidentata* n. sp. - RHODES, s. 303.

1957: - RHODES - WALLISER, s. 34.

1958: - RHODES - KOCKEL, s. 258.

1960: - RHODES - ZIEGLER, s. 182.

1960: *Hindeodella* cf. *H. equidentata* RHODES - WALLISER, s. 30.

1962: *Hindeodella equidentata* RHODES - ETHINGTON + FURNISH, s. 1267.

1962: - RHODES - WALLISER, s. 282.

1964: - RHODES - WALLISER, s. 36.

*Antal*: 1 (3?).

*Bemærkninger*: Selvom den forreste proces næsten mangler fuldstændig, anses bestemmelsen for sikker, da arten er meget konstant og karakteristisk ved på den bageste proces at have frie dentikler, der bagud bliver stadig større, forhold der tydeligt ses på det fundne eksemplar.

To andre fragmenter hører sandsynligvis til denne art, der indenfor slægten *Hindeodella* regnes for primitiv, dels på grund af den veludviklede basalkavitet, og dels på grund af den manglende alternation og/eller sammensmeltning af dentikler på den bageste proces, der karakteriserer de fleste postsilure repræsentanter.

*Geografisk udbredelse:* England, Tyskland, Böhmen, Østrig, Karniske alper, Bulgarien, Algeriet, Marokko, Spanien og Canada.

? *Lonchodina* BASSLER 1925. M. silur – ø. perm.  
*Lonchodina* ? *greilingi* WALLISER 1957. M. silur. – n. devon.

1957: *Lonchodina greilingi* n. sp. – WALLISER, s. 38.  
 1958: *Lonchodina greilingi* WALLISER – KOCKEL, s. 258, 259.  
 1960: – WALLISER – WALLISER, s. 31.  
 1960: – WALLISER – ZIEGLER, s. 188.  
 1962: – WALLISER – ETHINGTON og FURNISH, s. 1274.  
 1962: – WALLISER – WALLISER, s. 283.  
 1964: – WALLISER – WALLISER, s. 44.

*Antal:* 2 (3?)

*Bemærkninger:* De to symmetriske eksemplarer er ufuldstændigt bevarede, men viser begge den i artsbeskrivelsen omtalte karakteristiske modsatte krumning af processerne i det vandrette plan. At der alligevel må tages forbehold i slægtsbestemmelsen skyldes artens store variation i forbindelse med placeringen som overgangsform til *Trichonocella inconstans* (WALLISER 1957), *Synprioniodina silurica* (WALLISER 1964) og forløbere for slægten *Plectospathodus* (BRANSON og MEHL 1933). Et tredje fragment hører mest sandsynlig til denne samme art, men mangler den ene proces og kan ikke bestemmes med sikkerhed.

*Geografisk udbredelse:* Tyskland, Spanien, Karniske alper, Marokko, Algeriet og Canada.

*Lonchodina aff. walliseri* ZIEGLER 1960. N. ludlow – n. devon.

1957: *Lonchodina* n. sp. (b) – WALLISER, s. 40.  
 1960: *Lonchodina walliseri* n. sp. – ZIEGLER, s. 188.  
 1964: – ZIEGLER – WALLISER, s. 44, 45.

*Antal:* 1.

*Bemærkninger:* Det fundne eksemplar har karaktertræk, for eksempel en skarp for- og bagkant på hovedtanden, der udelukker andre beskrevne arter i denne slægt, men mangler tilsyneladende på den anden side den længdeløbende fortykkelse på indersiden af den bageste proces, der som oftest ses afbildet. Et par fragmenter har præg af det samme tilhørsforhold. Der er muligvis tale om en ny art.

*Geografisk udbredelse:* *L. walliseri* er fundet i Tyskland, Böhmen, Karniske alper og Spanien.

*Ozarcodina* BRANSON og MEHL 1933. M. ord. – m. trias.  
*Ozarcodina* sp.

*Antal:* 1.

*Bemærkninger:* På grund af den ufuldstændige bevaringstilstand kan fragmentet ikke artsbestemmes.

*Geografisk udbredelse:* Slægten er kosmopolitisk.

*Plectospathodus* BRANSON og MEHL, 1933. N. silur. – n. devon.  
*Plectospathodus extensus* RHODES 1953. N. ludlow – n. devon.

1953: *Plectospathodus extensus* n. sp. – RHODES, s. 323.  
 1957: *Plectospathodus extensus* RHODES – WALLISER, s. 43.  
 1958: – RHODES – KOCKEL, s. 258.  
 1960: – RHODES – WALLISER, s. 32.  
 1962: – RHODES – ETHINGTON og FURNISH, s. 1281.  
 1962: – RHODES – WALLISER, s. 283.  
 1964: – RHODES – WALLISER, s. 64.

*Antal:* 1.

*Bemærkninger:* Det fundne eksemplar er velbevaret, og bestemmelsen regnes for sikker, selvom arten har mange variable karaktertræk f.eks. med hensyn til basalgrubens udformning og processernes relative krumning.

*Geografisk udbredelse:* England, Tyskland, Østrig, Böhmen, Karniske alper, Serbien, Spanien, Marokko, Algeriet og Canada.

? *Spathognathodus* BRANSON og MEHL 1941. M. ord. – m. trias.  
 ? *Spathognathodus* sp.

*Antal:* 1.

*Bemærkninger:* Det fundne fragment består af 10 dentikler anbragt vinkelret på en høj, sammentrykt proces. Da det ikke med sikkerhed kan afgøres, om der har eksisteret en hovedtand, kan slægten *Ozarcodina* ikke udelukkes i bestemmelsen.

*Geografisk udbredelse:* Slægten *Spathognathodus* er kosmopolitisk.

#### STRATIGRAFISK PLACERING

Den stratigrafiske alder kan ikke sættes mere nøjagtig end til tidsrummet imellem n. ludlow – gedinnian, idet egentlige ledefossiler mangler. Det skal nævnes at BISCHOFF og SANNEMANN i 1958 omtaler arterne *Hindeodella equidentata* og *Plectospathodus cf. extensus* fra en transgressionshorisont over m. ludlow kalksten, Frankenwald. Alderen angives at være ? siegennian, men senere forfattere har anset disse former som værende udtryk for en afsætning på sekundært leje.

Resultatet af den her foreliggende undersøgelse bekræfter og ligger i forlængelse af de konklusioner OLE BRUUN CHRISTENSEN på grundlag af andre fossilfund er nået frem til (se side 150–157).



## ENGLISH SUMMARY

## CONODONTS FROM THE SILURIAN OF NØVLING NO. 1

Four samples from the Nøvling boring were examined for conodonts. Only one of these samples proved to be calcareous enough to be decomposed by boiling in  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . This sample was taken from core No. 1, 52' below its top.

A total of 6 more or less identifiable species of conodonts were found: *Hindeodella equidentata* RHODES, ? *Lonchodina greilingi* WALLISER, *Lonchodina aff. walliseri* ZIEGLER, *Ozarcodina sp.*, *Plectospathodus extensus* RHODES, and ? *Spathognathodus sp.* They are all pictured in plate 8.

The two conodonts which could be determined to species are previously known from the time interval Ludlovian to Lower Devonian. The other species mentioned are found within the time span Ordovician to Triassic. They are all known from the Ludlovian, and this fact corresponds with the conclusion made by OLE BRUUN CHRISTENSEN in his article pp. 150–157, that the most probable age of the beds in core No. 1 is Upper Silurian.

## LITTERATUR

- BISCHOFF, G. & SANNEMANN, D., 1958. Unterdevonische Conodonten aus dem Frankenswald. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., V86, pp. 87–110.
- BRANSON, E. B. & MEHL, M. G., 1933. Conodont studies No. 1 og 2. – Univ. Missouri Studies, V8, pp. 168–259.
- ETHINGTON, R. L. & FURNISH, W. M., 1962. Silurian and Devonian conodonts from Spanish Sahara. – Journ. Pal. V. 36, pp. 1253–1290.
- KOCKEL, F., 1958. Conodonten aus dem Paläozoikum von Málaga (Spanien). – N. Vb. Geol. Paläont., Mh., 1958, pp. 255–262.
- RHODES, F. H. T., 1953. Some British Lower Palaeozoic conodont faunas. – Phil. Trans. Roy. Soc. London. V. 237, pp. 261–334.
- WALLISER, O. H., 1957. Conodonten aus dem oberen Gotlandium Deutschlands und der Karnischen Alpen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., V85, pp. 28–52.
- 1960. Scolecodonts, Conodonts and Vertebrates, in: BOUCUT, A. J. and others: A late Silurian fauna from the Southerland River formation, Devon Island, Canadian Arctic, Archipelago. – Bull. V. 65. Geol. Surv. Canada X, 51 pp.
- 1962. Conodontenchronologie des Silurs (= Gotlandiums) und des tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung der Formationsgrenze. – Symposiumsband z. internat. Arbeitstagung Silur-Devon Bonn-Bruxelles 1960, pp. 281–287.
- ZIEGLER, W., 1960. Conodonten aus dem Rheinischen Unterdevon (Gedinnium) des Remscheider Sattels (Rheinisches Schiefergebirge). – Paläont. Z., V34, pp. 169–201.

## VULKANITERNE I DE PRÆ-PERMISKE LAG I NØVLING NR. 1

af

*Fritz Lyngsie Jacobsen*

I de præ-zechsteine bjergarter, som er beskrevet af OLE BRUUN CHRISTENSEN (p. 150), indgår dels afsnit, der med sikkerhed kan identificeres som basalt og dels afsnit hvor en sådan identifikation er mere tvivlsom, men hvor det anses for sandsynligt, at der indgår basalt. Fastlæggelsen af de enkelte basaltafsnits grænser er baseret på et studium af følgende målte logs: Gammastråling, neutron, modstandsmåling og lydastighedsmåling (fig. 25, p. 151). Den petrografiske undersøgelse er udført på materiale, der dels er opboret som cuttings (1–2 mm store) og dels optaget som »junk basket«-prøve.

Afsnittet 3580–3613 m består af en mørk rødbrun extrusiv finkornet porfyritisk basalt, der er kraftigt opsprækket i varierende retninger. At basalten er kraftigt opsprækket ses af neutron- og modstandsmålingerne, hvor den store variation i de målte værdier viser, at der findes varierende vandmængder i bjergarten. HENRIKSEN (p. 54) har desuden vist, at der er stor variation i de målte hældninger i dette afsnit.

I afsnittet 3652–3688 m træffes som ovenfor mørk-rødbrun extrusiv finkornet porfyritisk basalt. Opsprækningen er mindre i dette afsnit og der findes desuden spredte lerlag som tydeligt afslører sig på gammastrålingloggen, hvor der er lag med en højere gammaintensitet.

Afsnittet 3700–3724 m viser stor variation og består sandsynligvis af en heterogen aflejring af basalt, lersten, sandsten og/eller tuf-bjergarter. Disse to sidste vil give næsten samme udslag på de målte logs. Alle bjergarterne er rødbrune, de finkornede mørke, de lidt grovere kornede lidt lysere.

De mikroskoperede basalter er alle kraftigt forvitret, og grundmassen er omdannet til et mørkt næsten opakt aggregat, hvor det ikke er muligt at se strukturer (fig. 26, p. 163). Plagioklasen viser kun nogen omdannelse til et sericitlignende mineral. Texturen er porfyritisk, ofitisk med porfyroblaster, der er 2–7 mm store. Plagioklasen i den ofitiske grundmasse er 0,1–0,4 mm lange og ca. 1/5 så brede. Porfyroblasterne har et anorthitindhold på 60–65% og med en ca. 25  $\mu$  mægtig randzone med et An-indhold på ca. 50%. Samme forhold gør sig gældende for plagioglas-listerne hvor de ligeledes centralt har 60–65% An og i en ca. 25  $\mu$  m randzone har ca. 50% An. Der er yderligere fundet små mængder ikke bestemmelig pyroxen og som accessorisk mineral apatit.



Fig. 26. Basalt fra junk basket prøve 11.745'–11.749' (3579,9–3581,1 m) 7ox. 1 nicol. I den centrale del af billedet ses en plagioklasporfyroblast med et seritiseret parti. De mindre plagioklaslister ses indesluttet i den næsten opake grundmasse.

Det fremgår klart af mikroskoperingsresultaterne, at basalten er extrusiv på grund af den hurtige afkøling, men det er ikke muligt at afgøre om det er egentlige flow's eller tuffer. På grund af den kraftige forvitring må bjergarterne have været udsat for påvirkning af iltholdigt vand.

Alderen af basalterne er bestemt dels ved en Kalium/Argon undersøgelse og giver en alder på  $276 \pm 12$  mill. år (OLE LARSEN 1971), og den palæontologiske alder der er øvre ludlowien (OLE BRUUN CHRISTENSEN p. 150). OLE LARSEN anser som det sandsynligste, at der har været en mindre regional opvarmning i perm, som har forårsaget den lavere alder af det undersøgte materiale.

#### ENGLISH SUMMARY

#### THE VOLCANITES IN THE PRE-PERMIAN BEDS OF NØVLING NO. 1

In the depth-intervals: 3580–3613 m, 3652–3688 m and 3700–3724 m (fig. 25, p. 151) the boring passes through basalts which are extrusive, dark reddish brown, porphyritic and ophitic, and have an An-content of 60–65 % in the plagioclase. All of the plagioclase grains have a  $25 \mu$  rim with an An-content of about 50 %. The groundmass is nearly opaque (fig. 26, p. 163). In the section 3652–3688 m there are a few beds of claystone and in the section 3700–3724 m several beds of claystone are observed. A kalium/argon age-determina-



tion gives  $276 \pm 12$  million years (OLE LARSEN 1971), and a palaeontological determination gives Upper Ludlowien (OLE BRUUN CHRISTENSEN, p. 150). OLE LARSEN believes the lower age to be caused by a smaller regional rise of the temperature during the Permian.

#### LITTERATUR

LARSEN, OLE, 1971. K/Ar datering af prøver fra danske dybdeboringer. Dansk geol. Foren. Årsskrift 1971.

TAVLER

PLATES

## TAVLE 1

Gamborg-fauna, selandien (paleocæn), Nøvling nr. 1.

Fig. 1 a–b: *Globigerina danica* BANG, nr. 715201, interval 1710'–1740' (532–540 m).

Fig. 1 a: Dorsalsiden,  $\times 200$ .

Fig. 1 b: Detalje af sidste kammer,  $\times 665$ .

Fig. 2 a–d: *Subbotina triloculinoides* (PLUMMER), nr. 572501, interval 1650'–1680' (503–512 m).

Fig. 2 a: Dorsalsiden,  $\times 200$ .

Fig. 2 b: Detalje,  $\times 665$ .

Fig. 2 c: Detalje af sidste kammer,  $\times 665$ .

Fig. 2 d: Detalje af sidste kammer,  $\times 2000$ .

## PLATE 1

Gamborg-fauna, Selandian (Paleocene), Nøvling No. 1.

Figs. 1 a–b: *Globigerina danica* BANG, No. 715201, interval 1710'–1740' (532–540 m).

Fig. 1 a: Dorsal view,  $\times 200$ .

Fig. 1 b: Detail of last chamber,  $\times 665$ .

Figs. 2 a–d: *Subbotina triloculinoides* (PLUMMER), No. 572501, interval 1650'–1680' (503–512 m).

Fig. 2 a: Dorsal view,  $\times 200$ .

Fig. 2 b: Detail,  $\times 665$ .

Fig. 2 c: Detail of last chamber,  $\times 665$ .

Fig. 2 d: Detail of last chamber,  $\times 2000$ .

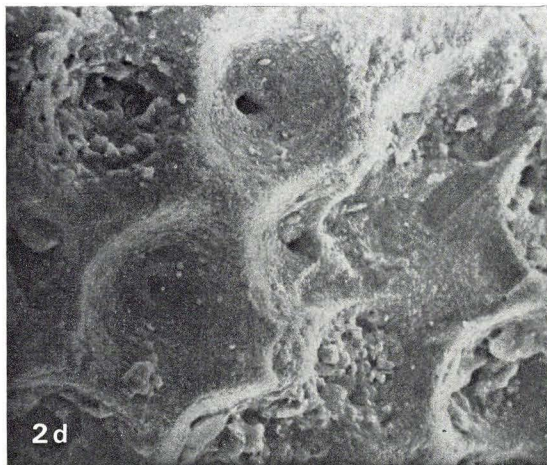
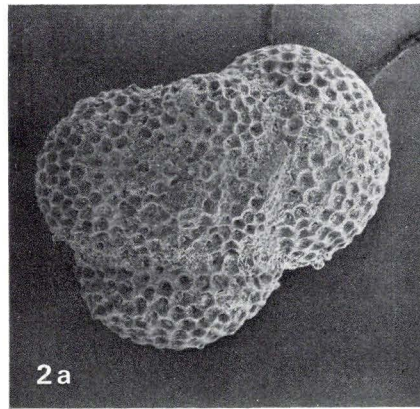
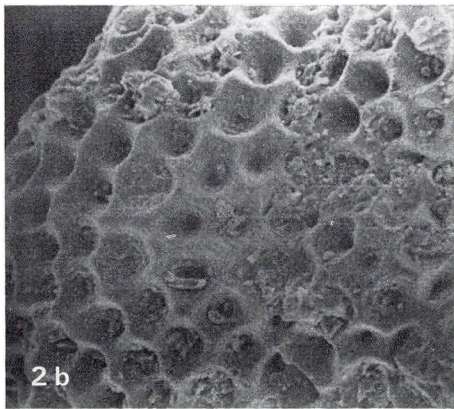
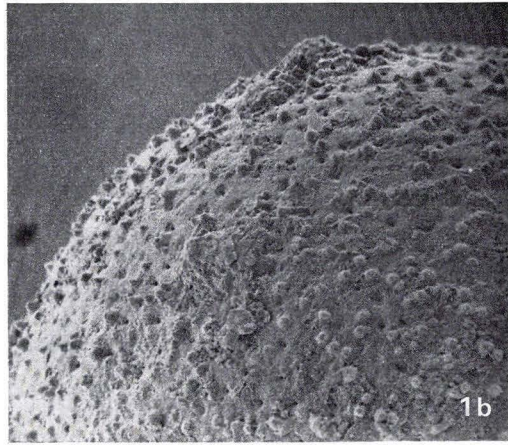
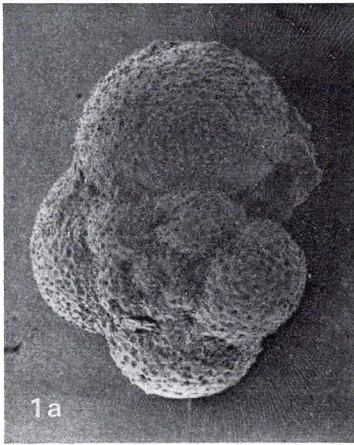
Mikrofotografierne på tavle 1–5 er udført på et Jeolco JSM-S1 scanning electronmikroskop.

Fotoarbejdet er udført af O. NEERGAARD RASMUSSEN.

The scanning electron micrographs (pl. 1–5) have been taken by a Jeol JSM-S1.

The darkroom work is done by O. NEERGAARD RASMUSSEN.





TAVLE 2

Gamborg-fauna, selandien (paleocæn), Nøvling nr. 1.

Fig. 3 a–b: *Globigerina danica* BANG, nr. 572804, interval 1650'–1680' (503–512 m).

Fig. 3 a: Set dorsalt – lateralt,  $\times 200$ .

Fig. 3 b: Detalje af aperturregionen med en radiolar.

Fig. 4: *Globigerina danica* BANG, nr. 572806, interval 1650'–1680' (503–512 m),  $\times 265$ .

Fig. 5 a–c: *Globigerina danica* BANG, nr. 715102, interval 1710'–1740' (521–530 m).

Fig. 5 a: Set dorsalt,  $\times 265$ .

Fig. 5 b: Detalje af skaloverfladen på sidste kammer,  $\times 800$ .

Fig. 5 c: Detalje af skaloverfladen på sidste kammer, med en coccolith,  $\times 1333$ .

PLATE 2

Gamborg-fauna, Selandian (Paleocene), Nøvling No. 1.

Figs. 3 a–b: *Globigerina danica* BANG, No. 572804, interval 1650'–1680' (503–512 m).

Fig. 3 a: Dorsally – laterally view,  $\times 200$ .

Fig. 3 b: Detail of the aperture-region with a radiolarian.

Fig. 4: *Globigerina danica* BANG, No. 572806, interval 1650'–1680' (503–512 m),  $\times 265$

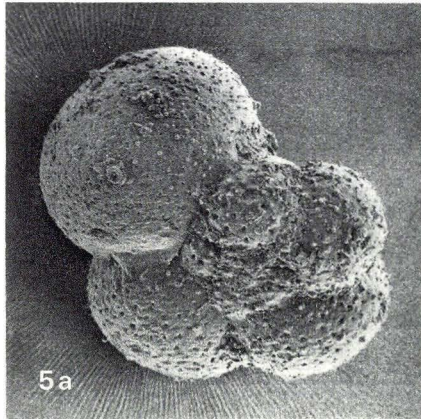
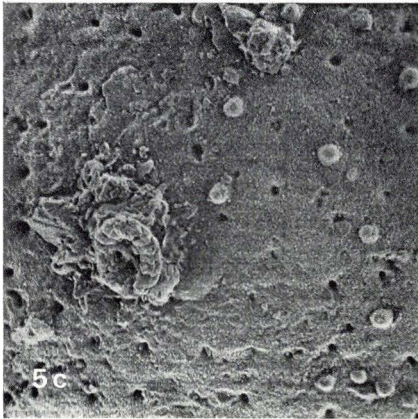
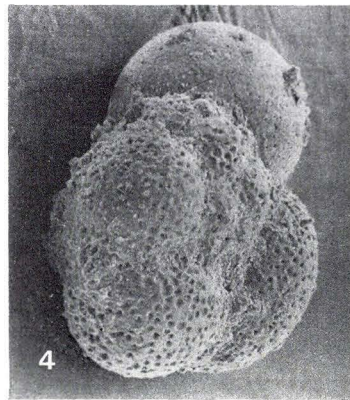
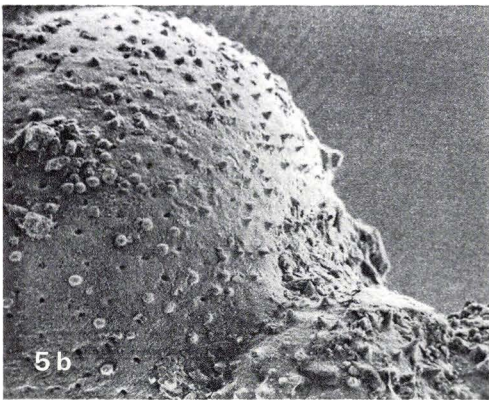
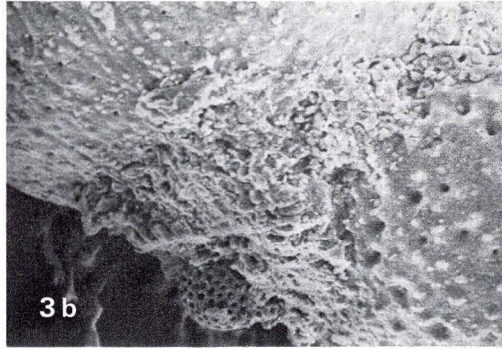
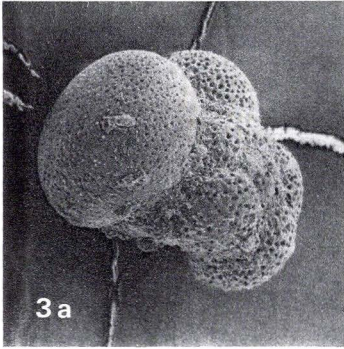
Figs. 5 a–c: *Globigerina danica* BANG, No. 715102, interval 1710'–1740' (521–530 m).

Fig. 5 a: Dorsally view,  $\times 265$ .

Fig. 5 b: Detail of the external surface of last chamber,  $\times 800$ .

Fig. 5 c: Detail of the external surface of last chamber, with a coccolith,  $\times 1333$ .







TAVLE 3

Øvre jura, Nøvling nr. 1.

Fig. 1 a–b: *Lenticulina sp. ex 110*-gruppen, nr. 796403 interval, 5010'–5040'.

Fig. 1 a: × 200.

Fig. 1 b: Detalje af apertur, × 665.

Fig. 2 a–b: *Planularia mariae* KUZNETSOVA, nr. 776807, interval 4920'–4950'.

Fig. 2 a: × 135.

Fig. 2 b: Detalje af apertur, × 665.

Fig. 3: *Reinholdella sp.*, nr. 684303, interval 5090'–5120', ventralsiden, × 135.

Fig. 4: *Lenticulina sp. 110*, nr. 634311, interval 5690'–5705', × 135.

Fig. 5: *Saracenaria sp. 3*, nr. 776805, interval 4920'–4950', set fra aperturet, × 100.

PLATE 3

Upper Jurassic, Nøvling No. 1.

Figs. 1 a–b: *Lenticulina sp. ex 110*-group, No. 796403, interval 5010'–5040'.

Fig. 1 a: × 200.

Fig. 2 b: Detail of aperture, × 665,

Figs. 2 a–b: *Planularia mariae* KUZNETSOVA, No. 776807, interval 4920'–4950'.

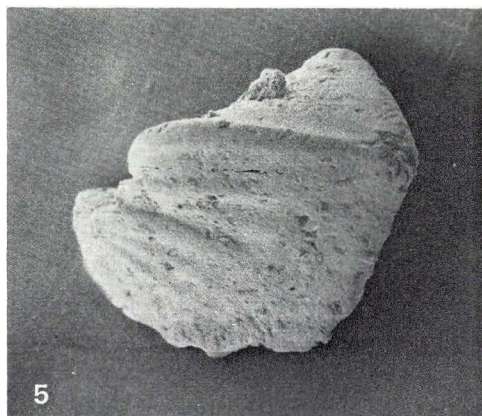
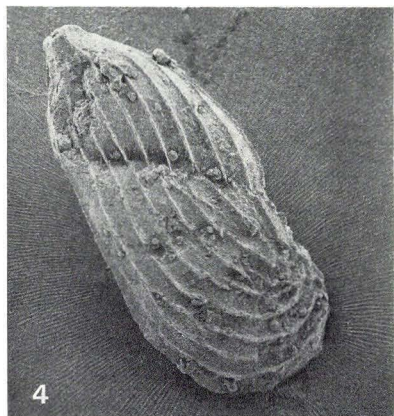
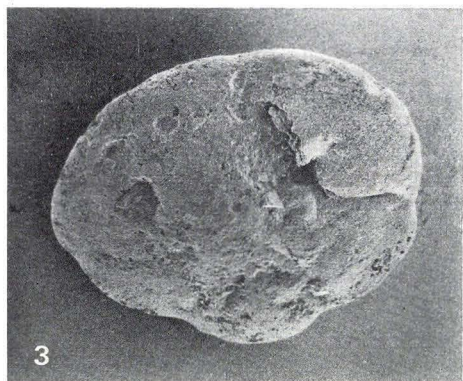
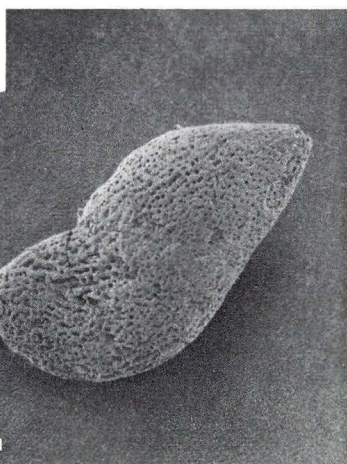
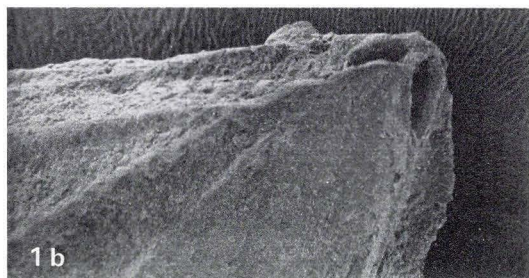
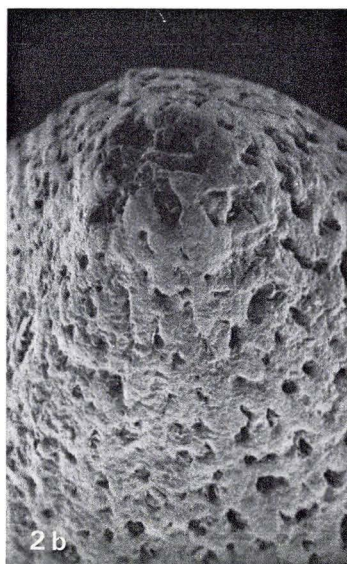
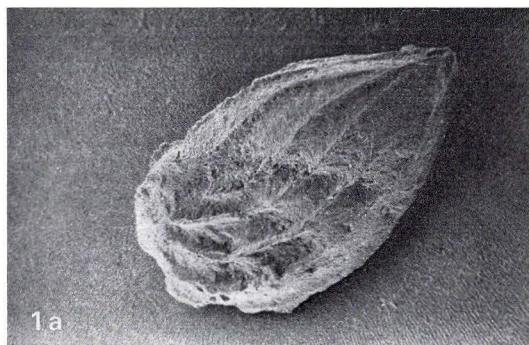
Fig. 2 a: × 135.

Fig. 2 b: Detail of aperture, × 665.

Fig. 3: *Reinholdella sp.*, No. 684303, interval 5090'–5120', ventral view, × 135.

Fig. 4: *Lenticulina sp. 110*, No. 634311, interval 5690'–5705', × 135.

Fig. 5: *Saracenaria sp. 3*, No. 776805, interval 4920'–4950', apertural view, × 100.



TAVLE 4

Pliensbachien og øvre sinemurien, Nøvling nr. 1.

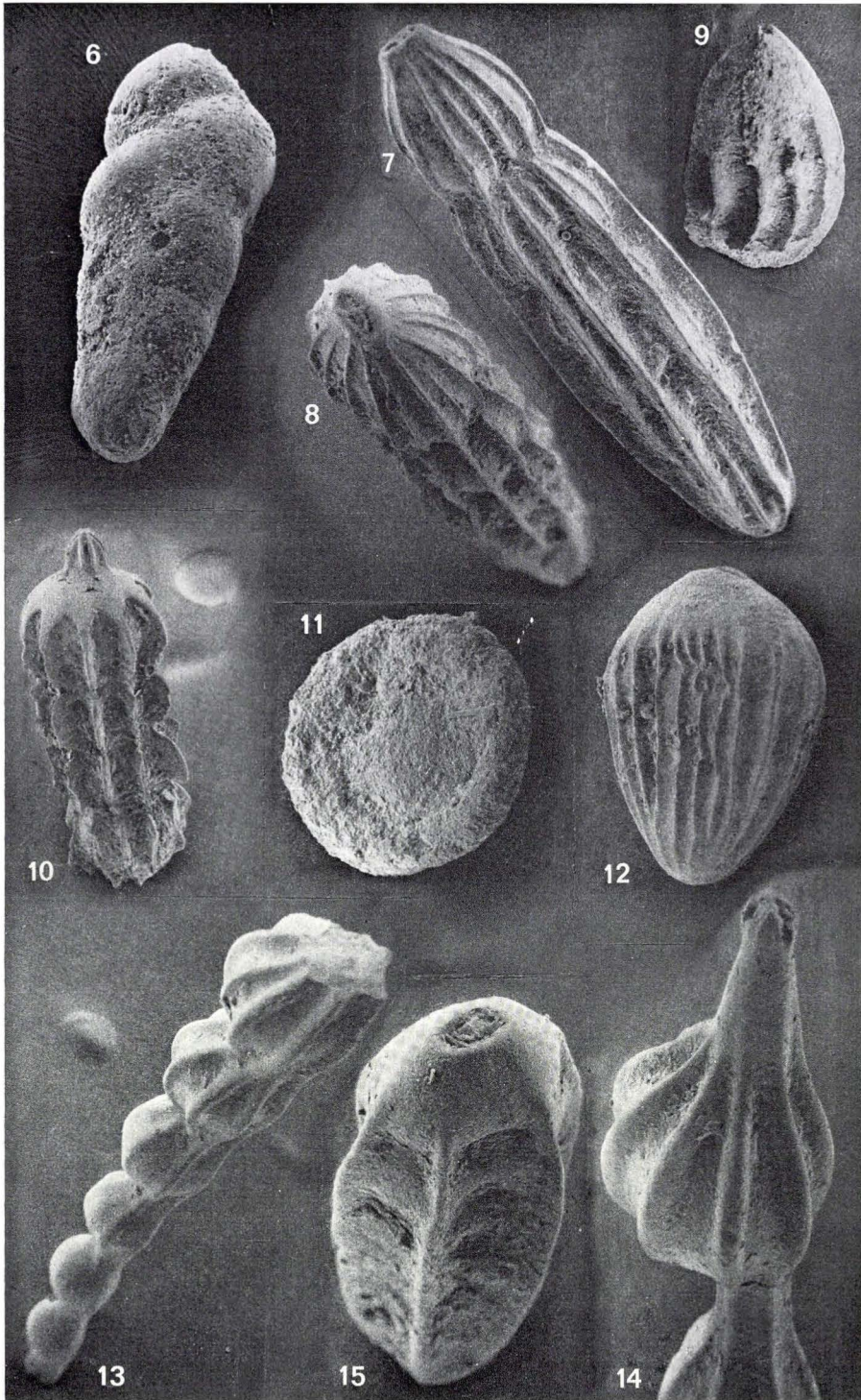
- Fig. 6: "*Bolivina*" *liasica* (TERQ.) *form E*, nr. 653505, interval 5540'–5570', × 200.  
Fig. 7: *Geinitzinita pupa* (TERQ.), nr. 767110, interval 5510'–5520', × 135.  
Fig. 8: *G. pupa* (TERQ.), nr. 796302, interval 5010'–5040', × 135.  
Fig. 9: *Astacolus speciosus* (TERQ.), nr. 653608, interval 5540'–5570', × 135.  
Fig. 10: *Marginulina spinata* TERQ., nr. 664701, interval 5570'–5600'.  
Fig. 11: *Annulina metensis* TERQ., nr. 705407, interval 5330'–5360', × 140.  
Fig. 12: *Geinitzinita pupoides* (NØRVANG), nr. 666909, interval 5570'–5600', × 200.  
Fig. 13: *Dentalina varians* TERQ., nr. 705412, interval 5330'–5360', × 135.  
Fig. 14: *D. varians* TERQ., nr. 746611, interval 5360'–5390', × 200.  
Fig. 15: *Geinitzinita subprismatica* (FRANKE), nr. 705409, interval 5330'–5390', × 265.

PLATE 4

Pliensbachian and Upper Sinemurian, Nøvling No. 1.

- Fig. 6: "*Bolivina*" *liasica* (TERQ.) *form E*, No. 653505, interval 5540'–5570', × 200.  
Fig. 7: *Geinitzinita pupa* (TERQ.), No. 767110, interval 5510'–5520', × 135.  
Fig. 8: *G. pupa* (TERQ.), No. 796302, interval 5010'–5040', × 135.  
Fig. 9: *Astacolus speciosus* (TERQ.), No. 653608, interval 5540'–5570', × 135.  
Fig. 10: *Marginulina spinata* TERQ., No. 664701, interval 5570'–5600'.  
Fig. 11: *Annulina mentensis* TERQ., No. 705407, interval 5330'–5360', × 140.  
Fig. 12: *Geinitzinita pupoides* (NØRVANG), No. 666909, interval 5570'–5600', × 200.  
Fig. 13: *Dentalina varians* TERQ., No. 705412, interval 5330'–5360', × 135.  
Fig. 14: *D. varians* TERQ., No. 746611, interval 5360'–5390', × 200.  
Fig. 15: *Geinitzinita subprismatica* (FRANKE), No. 705409, interval 5330'–5390', × 265.





TAVLE 5

Sinemurien og hettangien, Nøvling nr. 1.

Fig. 16a–b: *Lenticulina* sp. 26, nr. 623101, interval 5705'–5720'.

Fig. 16a:  $\times 135$ .

Fig. 16b: Detalje af apertur,  $\times 465$ .

Fig. 17: *Lenticulina* sp. 26, nr. 644111, interval 5810'–5840',  $\times 135$ .

Fig. 18: *Astaculus quadricosta* (TERQUEM), nr. 644103, interval 5810'–5840',  $\times 135$ .

Fig. 19: *Geinitzinita substriata* (NØRVANG), nr. 644108, interval 5810'–5840',  $\times 50$ .

Fig. 20: *Trochammina nana* (BRADY) form A BARTENSTEIN & BRAND, nr. 634304, interval 5690'–5705',  $\times 135$ .

Fig. 21: “*Involutina*” *liassica* (JONES), nr. 566306, interval 5960'–5990',  $\times 135$ .

Fig. 22: *Planularia inaequistriata* (TERQUEM), nr. 566111, interval 5960'–5990',  $\times 125$ .

PLATE 5

Sinemurian and Hettangian, Nøvling No. 1.

Figs. 16a–b: *Lenticulina* sp. 26, No. 623101, interval 5705'–5720'.

Fig. 16a:  $\times 135$ .

Fig. 16b: Detail of aperture,  $\times 465$ .

Fig. 17: *Lenticulina* sp. 26, No. 644111, interval 5810'–5840',  $\times 135$ .

Fig. 18: *Astaculus quadricosta* (TERQUEM), No. 644103, interval 5810'–5840',  $\times 135$ .

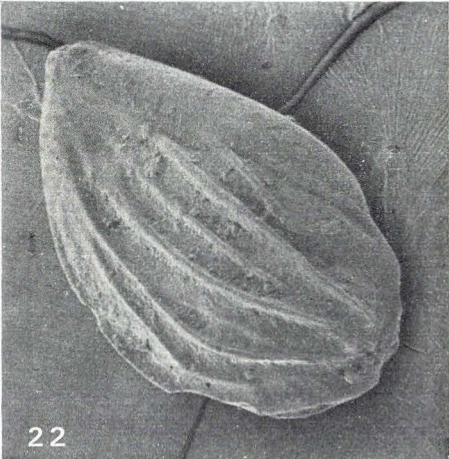
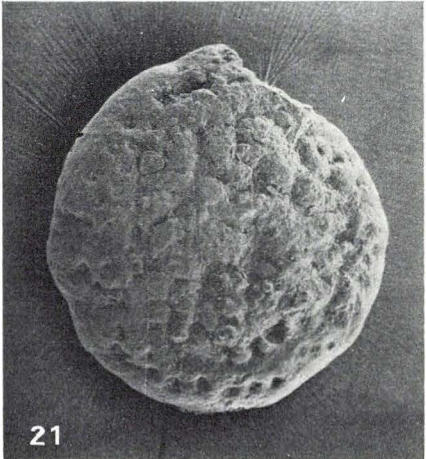
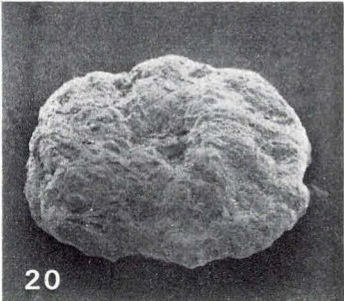
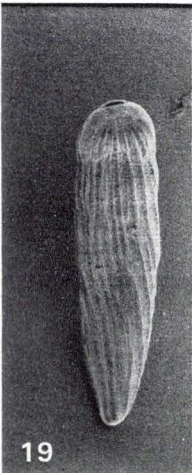
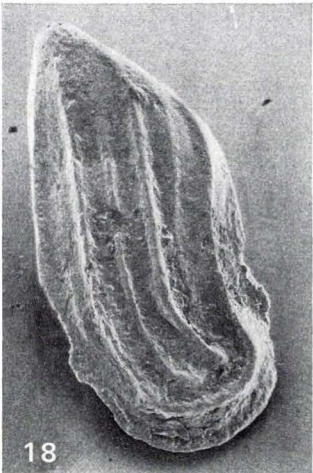
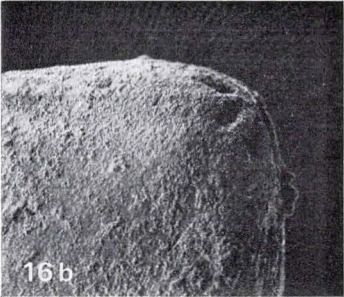
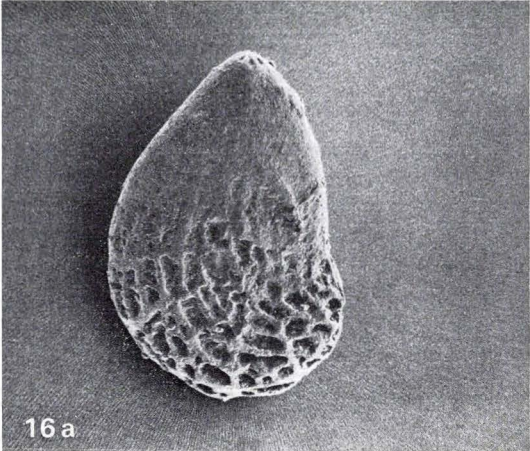
Fig. 19: *Geinitzinita substriata* (NØRVANG), No. 644108, interval 5810'–5840',  $\times 50$ .

Fig. 20: *Trochammina nana* (BRADY) form A BARTENSTEIN & BRAND, No. 634304, interval 5690'–5705',  $\times 135$ .

Fig. 21: “*Involutina*” *liassica* (JONES), No. 566306, interval 5960'–5990',  $\times 135$ .

Fig. 22: *Planularia inaequistriata* (TERQUEM), No. 566111, interval 5960'–5990',  $\times 125$ .







TAVLE 6

Siluriske bjergarter, Nøvling nr. 1

Fig. 1–2: 14' under toppen af borekærne 3 (11896'–11932').  
Strukturer i stærkt lerede siltsten.

$\frac{2}{5}$  naturlig størrelse.

Fig. 3: 20' under toppen af borekærne 3 (11896'–11932').  
Kalksten med indhold af lerstenslegemer og fossiler.

$\frac{3}{5}$  naturlig størrelse.

Foto: O. NEERGAARD RASMUSSEN.

PLATE 6

Silurian rocks, Nøvling No. 1

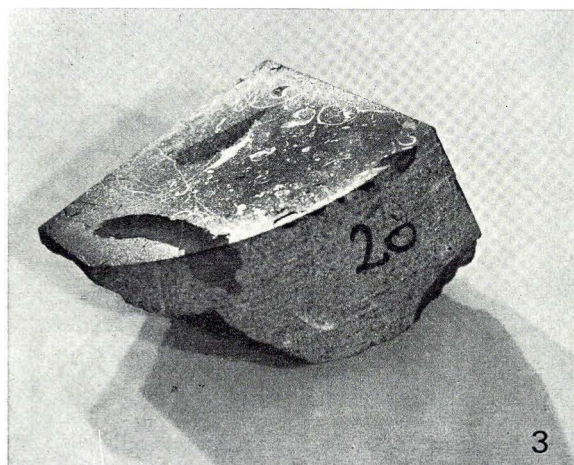
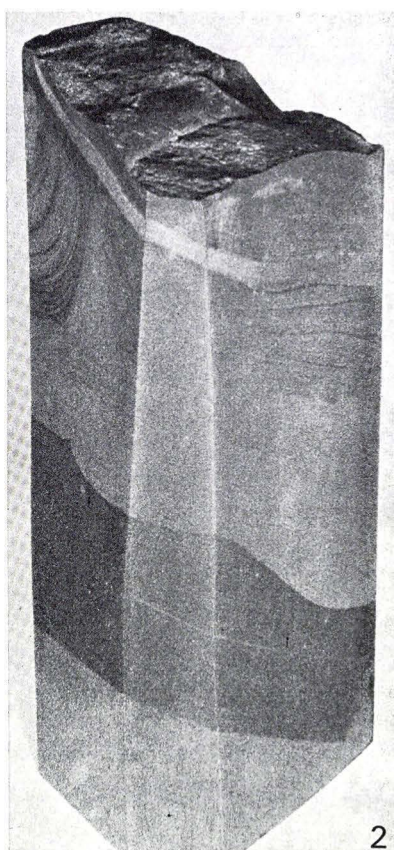
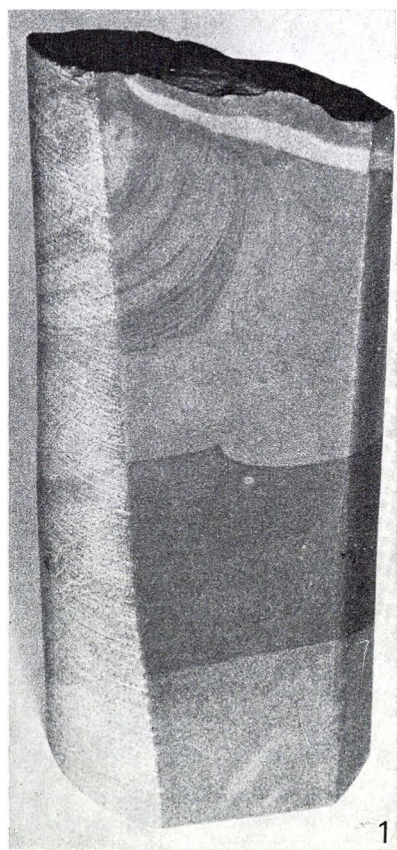
Figs. 1–2: 14' below the top of core No. 3 (11896'–11932').  
Structures in highly clayey siltstone.

$\frac{2}{5}$  natural size.

Fig. 3: 20' below the top of core No. 3 (11896'–11932').  
Limestone with claystone-inclusions and fossils.

$\frac{3}{5}$  natural size.

Phot. O. NEERGAARD RASMUSSEN.



## TAVLE 7

Siluriske bjergarter, Nøvling nr. 1

Fig. 1: 46' under toppen af borekærne 1 (11555'-11612').  
Strukturer i grålige og olivengrønne, stærk kalkholdige lersten.  
Naturlig størrelse.

Fig. 2: 22' under toppen af borekærne 3 (11896'-11932').  
Strukturer i lersten med kalkstensslirer. Svag ætset overflade.  
Næsten naturlig størrelse.

Foto: O. NEERGAARD RASMUSSEN.

## PLATE 7

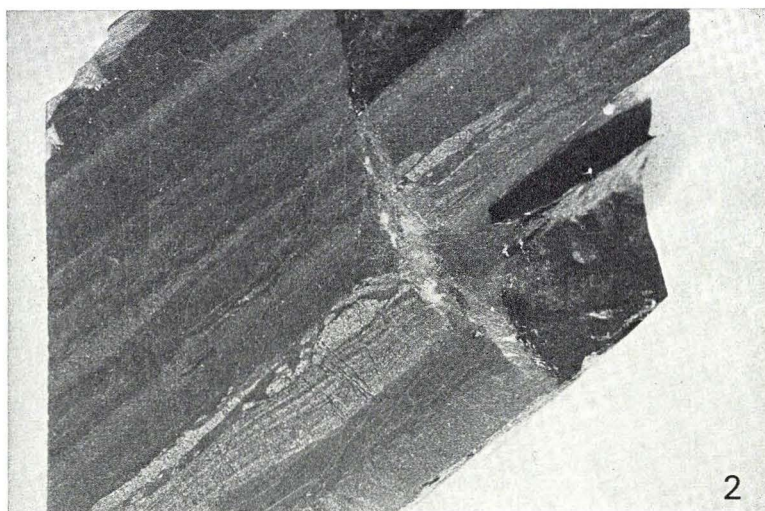
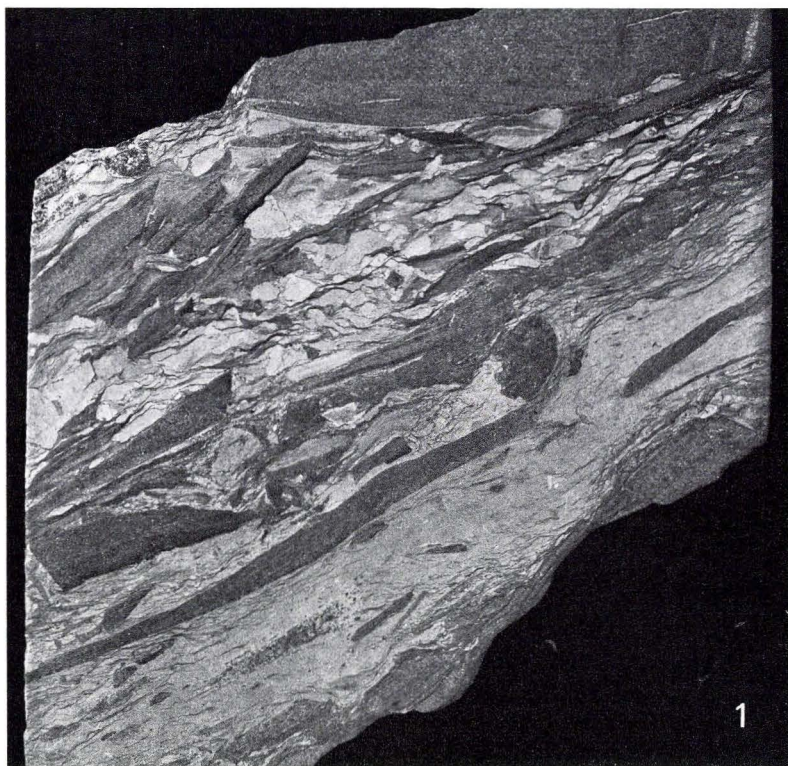
Silurian rocks, Nøvling No. 1

Fig. 1: 46' below the top of core No. 1 (11555'-11612').  
Structures in greyish and olive-green, highly calcareous claystone.  
Natural size.

Fig. 2: 22' below the top of core No. 3 (11896'-11932').  
Structures in claystone with limestone schlieren. Slightly etched surface.  
Almost natural size.

Phot. O. NEERGAARD RASMUSSEN.





## TAVLE 8

× 50

Siluriske conodonter, Nøvling nr. 1	D.G.U. Katalog nr.
Fig. 1: <i>Plectospathodus extensus</i> RHODES 1953 .....	1972-TJH-1
Fig. 2, 4: <i>Hindeodella equidentata</i> RHODES 1953 .....	1972-TJH-2
Fig. 3: <i>Spathognathodus? sp.</i> .....	1972-TJH-3
Fig. 5: <i>Lonchodina? greilingi</i> WALLISER 1957 .....	1972-TJH-4
Fig. 6: <i>Ozarcodina sp.</i> .....	1972-TJH-5
Fig. 7: <i>Distomodus? sp.</i> .....	1972-TJH-6
Fig. 8: <i>Lonchodina aff. walliseri</i> ZIEGLER 1960 .....	1972-TJH-7

Foto: CHR. WESTERGAARD

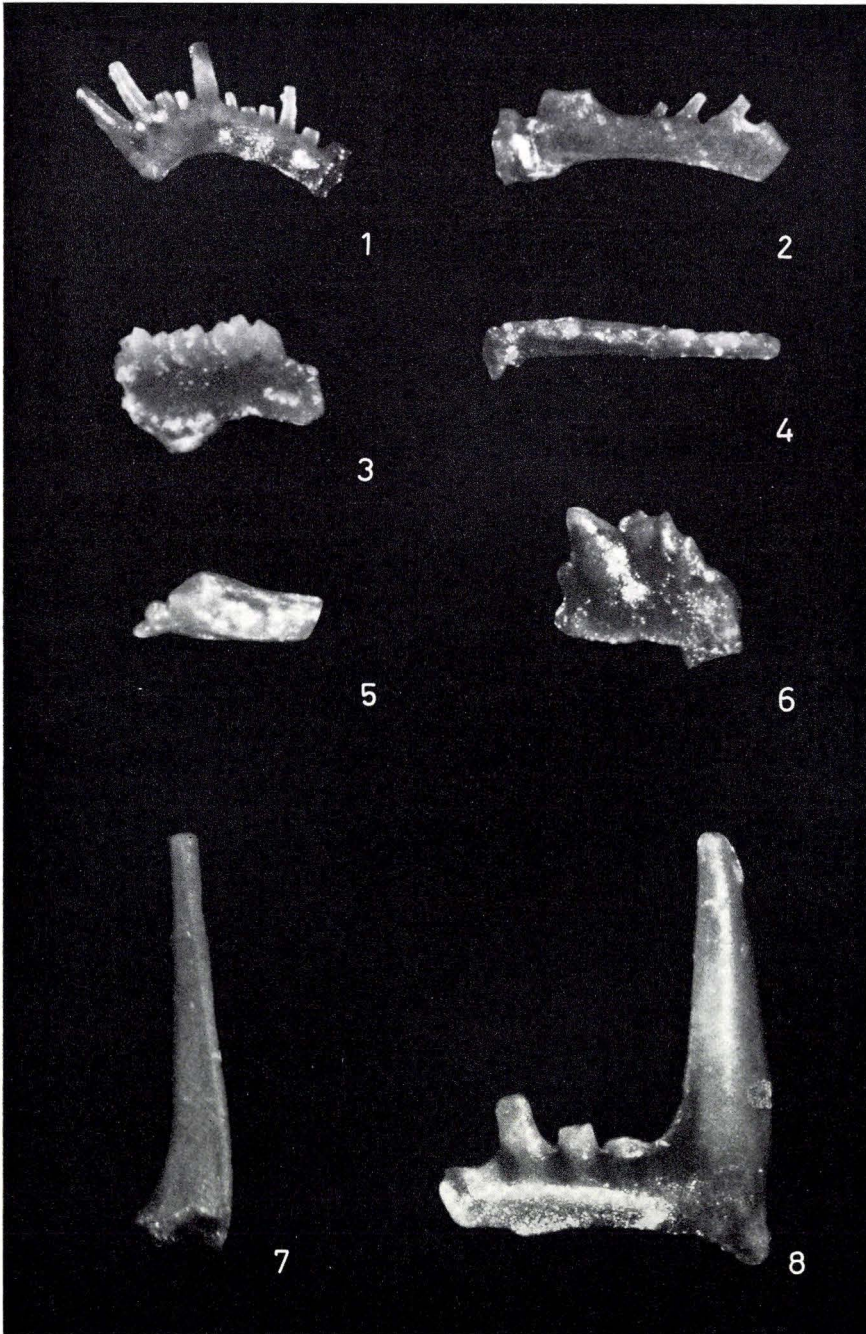
## PLATE 8

× 50

Silurian conodonts, Nøvling No. 1	D.G.U. Catalogue No.
Fig. 1: <i>Plectospathodus extensus</i> RHODES 1953 .....	1972-TJH-1
Figs. 2, 4: <i>Hindeodella equidentata</i> RHODES 1953 .....	1972-TJH-2
Fig. 3: <i>Spathognathodus? sp.</i> .....	1972-TJH-3
Fig. 5: <i>Lonchodina? greilingi</i> WALLISER 1957 .....	1972-TJH-4
Fig. 6: <i>Ozarcodina sp.</i> .....	1972-TJH-5
Fig. 7: <i>Distomodus? sp.</i> .....	1972-TJH-6
Fig. 8: <i>Lonchodina aff. walliseri</i> ZIEGLER 1960 .....	1972-TJH-7

Phot. CHR. WESTERGAARD.

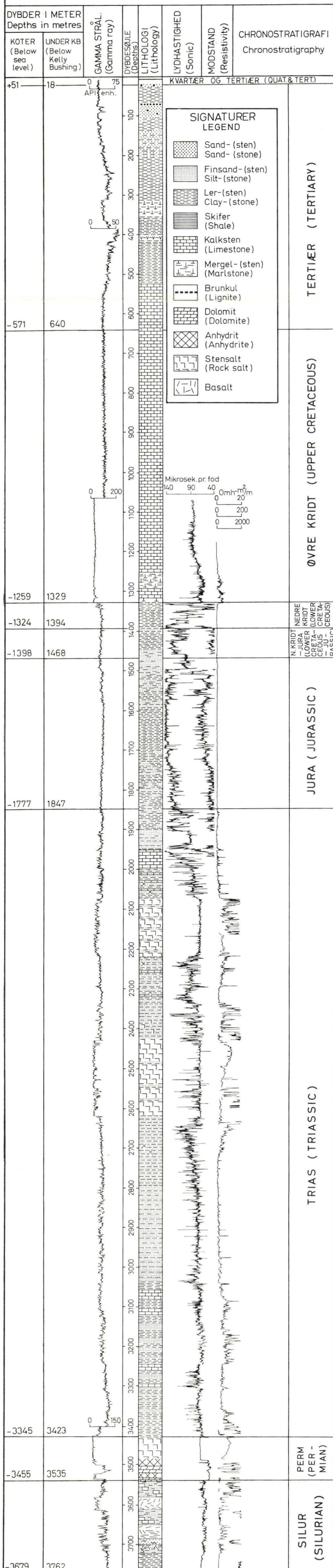






# NØVLING NR. 1

UDFØRT AF DANSK UNDERGRUNDS CONSORTIUM 1966  
D. G. U. ARKIV NR. 84.1777



**SIGNATURER LEGEND**

- Sand- (sten) Sand- (stone)
- Finsand- (sten) Silt- (stone)
- Ler- (sten) Clay- (stone)
- Skifer (Shale)
- Kalksten (Limestone)
- Mergel- (sten) (Marlstone)
- Brunkul (Lignite)
- Dolomit (Dolomite)
- Anhydrit (Anhydrite)
- Stensalt (Rock salt)
- Basalt

