

Øvre Kridt i den sydlige del af Ålborg Bugt

Bidrag til en geologisk beskrivelse baseret på refleksionsseismiske undersøgelser

STIG BERENDT JENSEN



Jensen, S. B.: Øvre Kridt i den sydlige del af Ålborg Bugt. Bidrag til en geologisk beskrivelse baseret på refleksionsseismiske undersøgelser. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1990-91*, side 105-109. København, 18. november 1992.

As a part of the marine geologic research project "Geokat" a high-resolution multichannel, shallow-seismic survey was carried out in the southern part of the Aalborg Bugt adjacent to Djursland during the summers 1990 and 1991. The seismic lines cover an area on the south-western flank of the Sorgenfrei-Tornquist Zone in which an elongated, asymmetric anticline has evolved as a result of the inversion during the Upper Cretaceous. The Upper Cretaceous white chalk in the anticlinal zone is composed of a series of sequences characterized by onlap at the base and truncation at the top of the sequences, probably indicating an episodic development of the inversion tectonic event. No detailed stratigraphic control is available but it is estimated that the inversion tectonism occurred in the period Coniacian-Maastrichtian.

Stig Berendt Jensen, Aarhus Universitet, Geologisk Institut, Maringeologisk Afdeling. 25. november 1991.

Som en del af Geokat-projektet blev der i 1990 og 1991 foretaget opmåling af refleksionsseismiske profiler i farvandet umiddelbart nord for Djursland, i den sydlige del af Aalborg Bugt. Dette område befinder sig ved den sydvestlige flanke af Sorgenfrei-Tornquist Zonen. Karakteristisk for denne overgangszon mellem Skagerrak-Kattegat-Platformen (EUGENO-S, 1988) og Det danske Bassin er inversionen af mesozoiske trug i Sen Kridt. Inversionen, der ses som et resultat af det transpressionale tektoniske regime, som opstod som følge af den alpine plade-kollision i Sen Kridt, medførte, at ældre indsynkningsområder blev hævet, mens et nyt stort bassin, hvor skrivekridtet blev aflejret, udvikledes sydvest for hævningszonen. Inversionszonens geologi er i hovedtræk tidligere beskrevet af Baartman og Christensen (1975). Liboriussen et al. (1987) giver et mere omfattende billede af den geologiske udviklingshistorie i inversionszonen som helhed, og tilføjer detaljer om udviklingen i Sen Kridt i området nord for Djursland.

Formålet med de nye refleksionsseismiske profiler var at tilvejebringe et grundlag for studier af kvartær aflejringerne i området. Det viste sig imidlertid, at profilerne også gav mulighed for at føje nye træk til vor indsigt i inversionszonens udviklingshistorie i Sen Kridt. De tolkninger,

som præsenteres i det følgende, er udelukkende baseret på de seismiske profiler, og skal ses som foreløbige resultater af et endnu ikke tilendebragt arbejde.

Data

De refleksionsseismiske profiler, som danner grundlaget for dette arbejde, har, når de sammenlignes med konventionelle seismiske data fra olie-gas efterforskningen, en forholdsvis ringe indtrængningsdybde, 1-1,5 km mod 10-15 km. Til gengæld giver profilerne et mere detaljeret billede af undergrunden. Det skønnes, at lagtykkelser ned til ca. 5 meter kan erkendes på profilerne.

Ved indsamling af data blev der benyttet luftkanoner af forskellig type. Rumfanget af luftkanonerne var ca. 0,5 liter. De seismiske signaler blev opsamlet med en ca. 150 m lang streamer indeholdende 24 hydrofongrupper. Data blev registreret digitalt med et EG&G Geometrics ES2420 instrument og lagret på magnetbånd. Profilerens beliggenhed fremgår af fig. 1.

Processering af de seismiske data blev foretaget med det NORSEIS-processeringssystem,

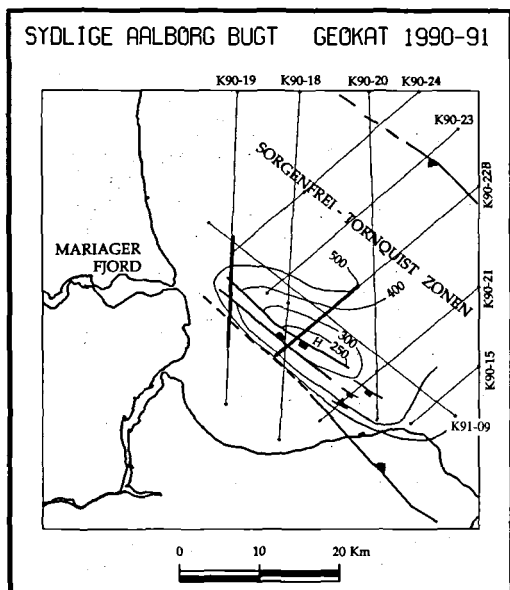


Fig. 1. Kort med Geokat liniernes placering i forhold til hovedstrukturene i den sydlige del af Ålborg Bugt. De to omtalte profiler er fremhævet. Konturerne viser tovejstid til Basis Øvre Kridt.

Map showing the location of the Geokat lines and the main structures in the southern part of Ålborg Bugt. The two discussed seismic sections are marked. The contours show TWT to the Base Upper Cretaceous.

som findes ved Geologisk Institut, Aarhus Universitet. Efter stakning med 6 fold er data filteret (med et prediktivt dekonvolutionsfilter) med henblik på dæmpning af havbundsmultipler og en kraftig kortperiodisk ringning fremkaldt af den lave vanddybde på 10–20 m. Data er påført et båndpasfilter på 120–300 Hz i intervallet 0–200 ms (tovejstid) og 40–160 Hz fra 600 ms (tovejstid). De seismiske profiler foreligger i en umigreret og en migreret version. Tolkningen er hovedsagelig sket ud fra den migrerede version.

Tolkning af seismiske profiler

Ingen af de seismiske profiler har kunnet forbindes direkte med borer, som har gennem-boret Øvre Kridt. Dette indebærer, at den stratigrafiske kontrol lader meget tilbage at ønske. Dog er det lykkedes med nogenlunde præcision at identificere den reflektor, som markerer basis af kalksedimenterne. Dette er sket ved korrelat

tion via konventionelle seismiske profiler til Gas-sum-1 boringen, hvor basis af kalkgruppen stratigrafisk ligger ved basis Cenomanien.

Basis Øvre Kridt refleksionen beskriver inden for området en antiklinal, hvis akse har et sydøst-nordvestligt forløb fra det nordligste punkt på Djurslands nordkyst til et punkt lidt nord for munden af Mariager Fjord. Antiklinalens form er angivet ved tovejstidskurver for Basis Øvre Kridt refleksionen på fig. 1.

Antiklinalen er asymmetrisk med den stejleste flanke vendende mod sydvest. Sydvestflanken kan opfattes som den nordvestlige forlængelse af den flexur, som ellers markerer den sydvestlige afgrænsning af inversionszonen mellem Øresund og Djursland.

Til nærmere belysning af udviklingsforløbet ved antiklinalens dannelse er der udvalgt to profiler, som gengivet i fig. 2 og 3.

Profilen i fig. 2 (K90-22B på fig. 1) krydser antiklinalen næsten vinkelret. Umiddelbart over Basis Øvre Kridt refleksionen findes på nordflanken en ca. 40 msek (= ca. 70 m) tyk sekvens med parallelløbende interne reflektioner (I på fig. 2). Denne sekvens må antages at være aflejet inden dannelsen af antiklinalen og dermed inden inversionsens begyndelse. Onlap på overfladen af sekvensen viser, at antiklinalen begynder at tage form i tiden umiddelbart efter. På grundlag af meget detaljerede undersøgelser i Øresund (Larsen 1966) kunne det konstateres, at inversionen på dette sted begyndte at gøre sig gældende i tiden mellem Øvre Jura og Santonien-Campanien. Liboriussen et al. (1987) anslår begyndelsestiden til Coniacien. På denne baggrund anses det for rimeligt at antage, at onlapfladen ligger stratigrafisk nær overgangen Coniacien-Santonien. På fig. 2 er den betegnet »Nær Basis Santonien«. Det har ikke været muligt med sikkerhed at identificere sekvens I på sydflanken af antiklinalen.

Den følgende sekvens (II) er karakteriseret ved en tydelig konvergens af interne reflektioner ind mod antiklinalen. På sydsiden optræder en sekvens, hvor denne tendens kommer stærkere til syne, og hvor der desuden kan erkendes successive interne onlaps ind mod antiklinalen. Det antages, at disse to sekvenser kan korreleres tidsmæssigt. Den interne strukturering viser, at der under aflejringen er sket en betydelig accentuering af antiklinalen.

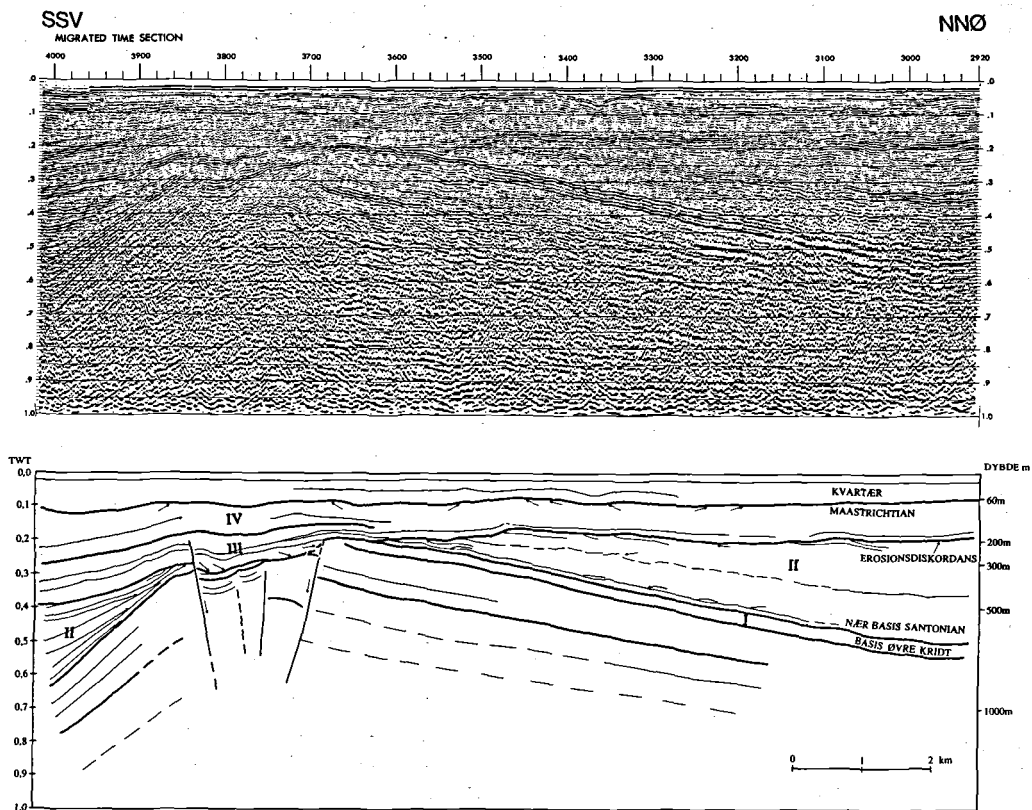


Fig. 2. Linie K90-22B er et refleksionsseismisk tværsnit af den asymmetriske antiklinal, der er et resultat af inversionen i Øvre Kridt.

Neden under ses den foreløbige geologiske tolkning. Til højre er angivet den omtrentlige dybde. Romertallene henviser til de i teksten omtalte sekvenser.

Line K90-22B is the reflection seismic transection of an asymmetric anticline, which is a result of the inversion tectonism during the Late Cretaceous.

A geosection with the preliminary geological interpretation is shown. The approximate depths are shown to the right. The Roman figures indicate identified seismic sequences.

Sekvensen afsluttes opadtil af en erosionsdiskordans. Det antages foreløbigt, at sekvens II repræsenterer intervallet Santonien-Campanien.

Ved erosionen er der tilsyneladende fjernet betydelige sedimentmængder. Dette er især tydeligt ved toppen af antiklinalen, hvor hele sekvens II og tilmed en del af aflejringerne under Basis Øvre Kridt refleksionen er fjernet.

Den sekvens, som følger efter erosionsdiskordansen (sekvens III på fig. 2), er kendetegnet ved at danne onlap mod den svagt syd-hældende erosionsflade ind over toppen af antiklinalen. Sekvensen begrænses mod nord af det forholdsvis bratte erosionsrelief, som markerer den sydlige afskæring af sekvens II umiddelbart nord for antiklinalens toppunkt. Under aflejringen af sekvens III aktiveredes et sæt af normalforkastninger i

antiklinalens topregion. Herved dannedes en lille gravsænkning på et par kilometers bredde og med en springhøjde i forkastningerne på et halvt hundrede meter. Forkastningerne er antagelig opstået som reaktion på tensionsspændinger i forbindelse med bøjning af lagene, som altså muligvis har været særlig intens på denne tid. Sekvensens tykkelse aftager hen over antiklinalen. Efter sekvens III følger en sekvens (IV) som dækker hele antiklinalen. Der ses en tydelig tendens til, at sekvensens tykkelse tiltager syd for antiklinalen. Nord for antiklinalen holder tykkelsen sig tilnærmelsesvis konstant. Sekvenserne III og IV antages at repræsentere Maastrichtien. Sekvens IV afsluttes opadtil af en næsten horisontal, let ujævn erosionsflade, som markerer overgangen til Kvartæret.

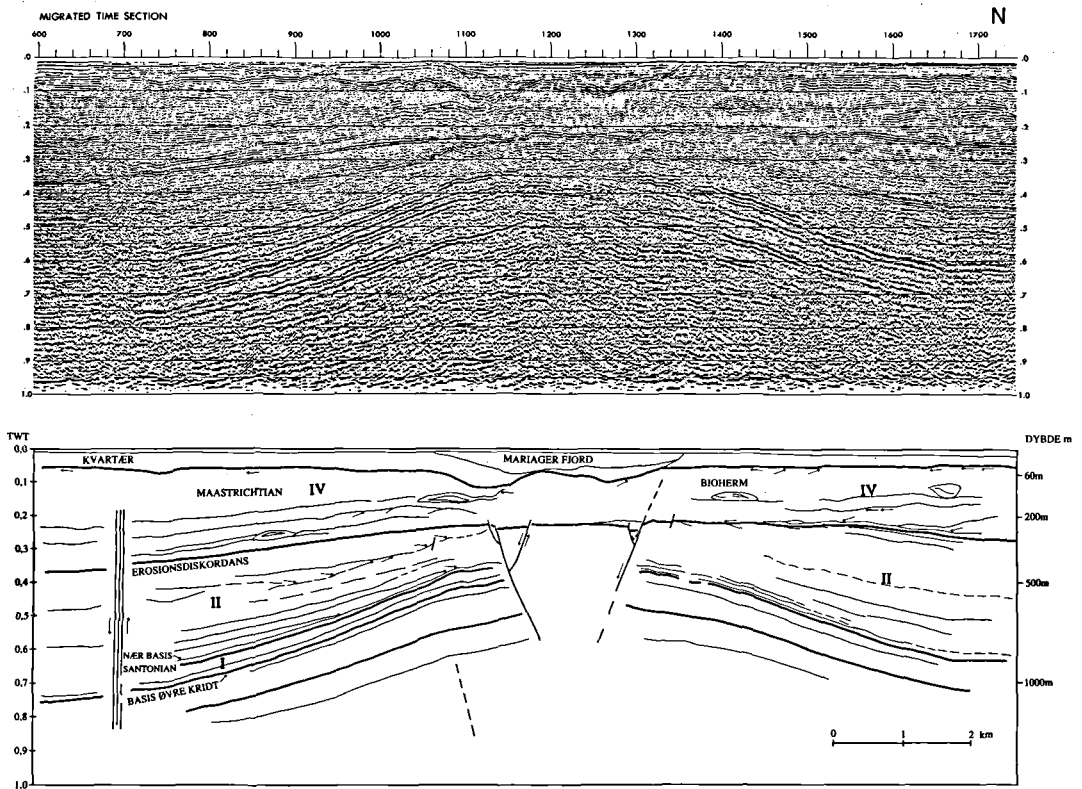


Fig. 3. Linie K90-19 krydser den symmetriske del af antiklinalen ved Basis Øvre Kridt. Den geologiske tolkning ses i geosektionen nedenunder. Bemærk de linseformede strukturer fire steder i sekvensen. De tolkes som biohermer. Det ser ud til, at »Mariager Fjord« tidligere har haft sit løb i gravsænkningen.

Line K90-19 crosses the symmetric part of the anticline at the Base Upper Cretaceous level. The geological interpretation is shown in the geosection below. Note the lens-shaped structures in the sequence, which have been interpreted as bioherms. It appears that the "Mariager Fjord" during the Quaternary was located on top of the graben structure.

Profilen (K90-19), som er gengivet i fig. 3, viser situationen en halv snes kilometer længere mod nordvest.

Profilen løber nord-syd ca. 10 km ud for kysten omkring munden af Mariager Fjord.

Antiklinalen er i dette profil næsten symmetrisk, og toppunktet af Basis Øvre Kridt refleksionen ligger omkring 300 meter dybere end i profil K90-22B. Kun sekvenserne I, II og IV fra profil K90-22B kan erkendes i det kystnære profil, som ellers adskiller sig ved, at alle sekvenser er tykkere, og ved at erosionen i overfladen af sekvens II ikke når ned til basis kalk refleksionen. Gravsænkningen i toppen af antiklinalen genfindes, men til forskel fra profil K90-22B påvirker gravsænkningen erosionsfladen ved basis af Kvartæret. Dette kunne tyde på, at forkastningerne på dette sted har været aktiverede på et tidspunkt senere end Maastrichtien. Det ser ud til

at Mariager Fjords tidligere løb har været i denne gravsænkning.

Det bemærkes, at der internt i sekvens IV findes en del linseformede strukturer med tværmål på ca. en halv kilometer og højder på ca. 50 meter. Tilsvarende strukturer er observeret i Øvre Kridt kalkaflejringer i Haut Normandie, Frankrig (Kennedy & Juignet, 1974). Kalkbanerne tolkes her som biohermer dannet på lav vanddybde.

Litteratur

- EUGENO-S-Working Group. 1988: Crustal structure and tectonic evolution of the transition zone between the Baltic Shield and the North German Caledonides. *Tectonophysics*, 150, 253-348.
- Larsen, G., 1965: Geologiske resultater af bundundersøgel-

- serne i Øresund. *Meddr. Dansk geol. Foren.*, 16, 260-265, 1965-66.
- Liboriussen, J. Ashton, P. og Tygesen, T., 1987: The tectonic evolution of the Fennoscandian Border Zone in Denmark. *Tectonophysics*, 137, 21-29.
- Thomsen, E., 1989: Kalkaflejringer fra Kridt og Danien. *Danmarks Geologi - fra Øvre Kridt til i dag*. Bd. 1. Øvre Kridt/Tertiær og geofysiske metoder. Ed.: O. Bjørslev og P. Sandersen, Geologisk Institut, Århus Universitet.
- Ziegler, P. A., 1990: *Geological Atlas of Western and Central Europe*. 239 pp.
- Kennedy, W. J. og Juignet, P. 1974: Carbonate banks and slump beds in the Upper Cretaceous (Upper Turonian-Santonian) of Haute Normandie, France. *Sedimentology*, 21, 1-42.