

# Logsekvensstratigrafisk analyse af Nedre Kridt i Central Truget

LONE KÜHNAU



Kühnau, L.: Logsekvensstratigrafisk analyse af Nedre Kridt i Central Truget. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1990-91*, side 25-29, København, 18. november 1992.

The Sten-1, I-1, Nora-1, Elin-1, Bo-1, and Adda-1 wells are located in the Danish part of the Central Trough. All six wells encountered Mesozoic rocks.

Based on log-sequence stratigraphy, the Lower Cretaceous deposits (the Cromer Knoll Group) is subdivided into 24 log-sequences, which can be correlated between most well sections. The log sequences are regarded as representatives of sedimentary sequences which are chronostratigraphic significant. They are separated by strata boundaries, which by means of biostratigraphic data are shown to be synchronous.

The combined study of the log-sequence stratigraphy and the biostratigraphy of the Cromer Knoll Group has created a framework that permits determination of the stage boundaries. Log-sequence analysis is proposed important in evaluation of the basin development.

Lone Kühnau, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, C. F. Møllers Allé, 8000 Århus C, 28. november 1991.

## Indledning

I forbindelse med en specialopgave ved Geologisk Institut, Aarhus Universitet, er Nedre Kridt aflejringer studeret i seks borer fra den danske del af Central Truget (fig. 1). En detaljeret analyse af log-mønstre og log-trends i den karbonat- og lerholdige Cromer Knoll Group er foretaget på en række petrofysiske borehul-logs, primært gamma, sonic og resistivitet logs. En detaljeret logsekvensanalyse kombineret med biostratigrafiske data gør det muligt at udarbejde en detaljeret kronostratigrafisk opdeling af Cromer Knoll Group. Denne kronostratigrafiske opdeling er demonstreret nyttig i tolkningen af bassinudviklingen. Den lithostratigrafiske og seismisk stratigrafiske opdeling er tidligere udarbejdet af henholdsvis Jensen et al. (1986) og Vejrbæk (1986).

## Logsekvensanalyse

Ved analysen er der anvendt følgende definition af begrebet logsekvens: »En logsekvens er en stratigrafisk enhed, der kan afgrænses ved et pludseligt skift i gamma ray værdierne og karakteriseret ved et internt mønster af hovedsageligt opad stigende eller aftagende gamma ray værdier«. (Nystruen et al. 1989).

Ved identifikation af logsekvenser med kronostratigrafisk værdi placeres grænserne således ved

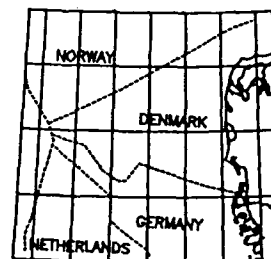
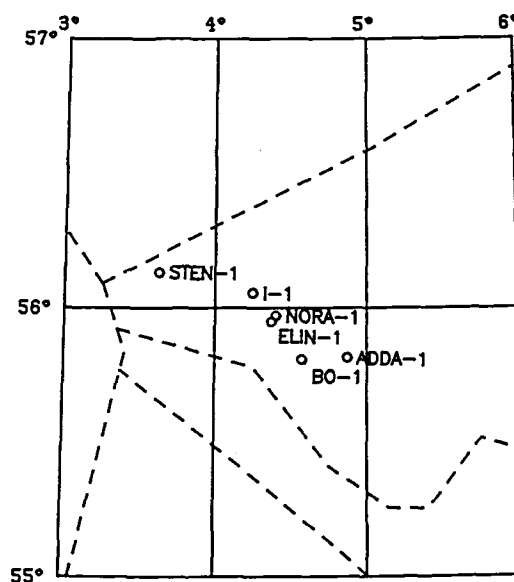


Fig. 1. Lokaltetskort med placeringen af de analyserede borer.

Location map.

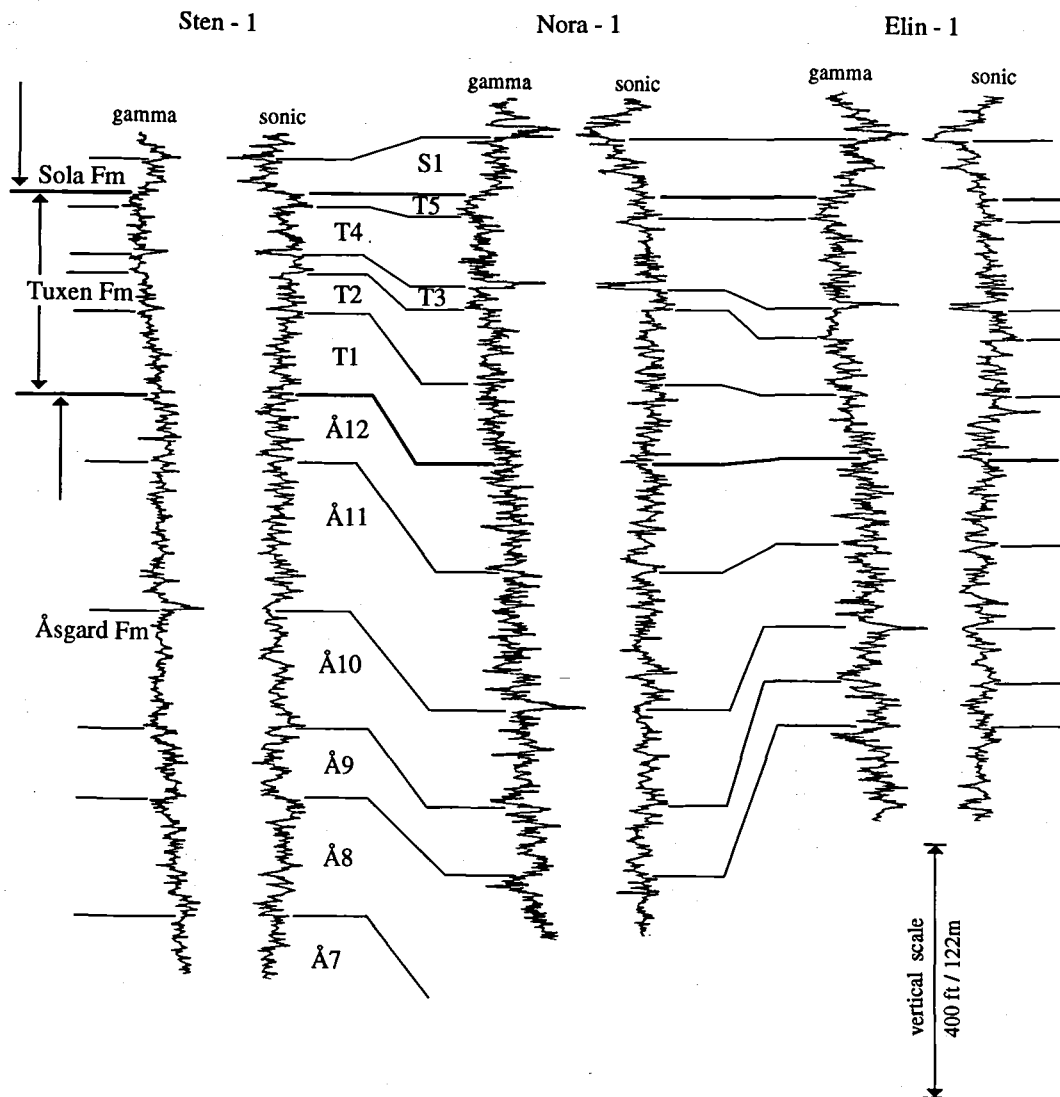


Fig. 2. Skitse af en række logsekvenser i Sten-1, Nora-1 og Elin-1. På figuren er logsekvenserne nummereret med et bogstav angivende i hvilken lithostratigrafisk enhed logsekvensen findes samt et tal. Eksempelvis betyder »Å8«, at logsekvensen findes i Åsgard Formationen, og at det er den ottende logsekvens i denne formation.

Log sequences in the Sten-1, Nora-1, and Elin-1 wells. The log-sequences are numbered with a letter and a figure: e.g. "Å8", means that the log sequence is placed as the eight log-sequences below in the Åsgard Formation.

inkonformiteter eller deres korrelative konformiteter. Alle aflejringer over inkonformiteten vil da være yngre end alle aflejringer under (Mitchum et al. 1977, Van Wagoner et al. 1988). Identifikation af inkonformiteter ved hjælp af log-mønstre, log-trends og pludselige skift i log-målingerne er derfor vigtig.

I de seks analyserende borer har det vist sig,

at de lithostratigrafiske enheder, som er etableret af Jensen et al. (1986), kan underinddeles i 24 logsekvenser. Den del af Cromer Knoll Group, som i Jensen et al. (1986) betegnes Valhall Formationen har fået nyt navn. Den skal ifølge Isaksen & Tonstad (1989) betegnes Åsgard Formationen, og denne betegnelse vil blive anvendt i det følgende.

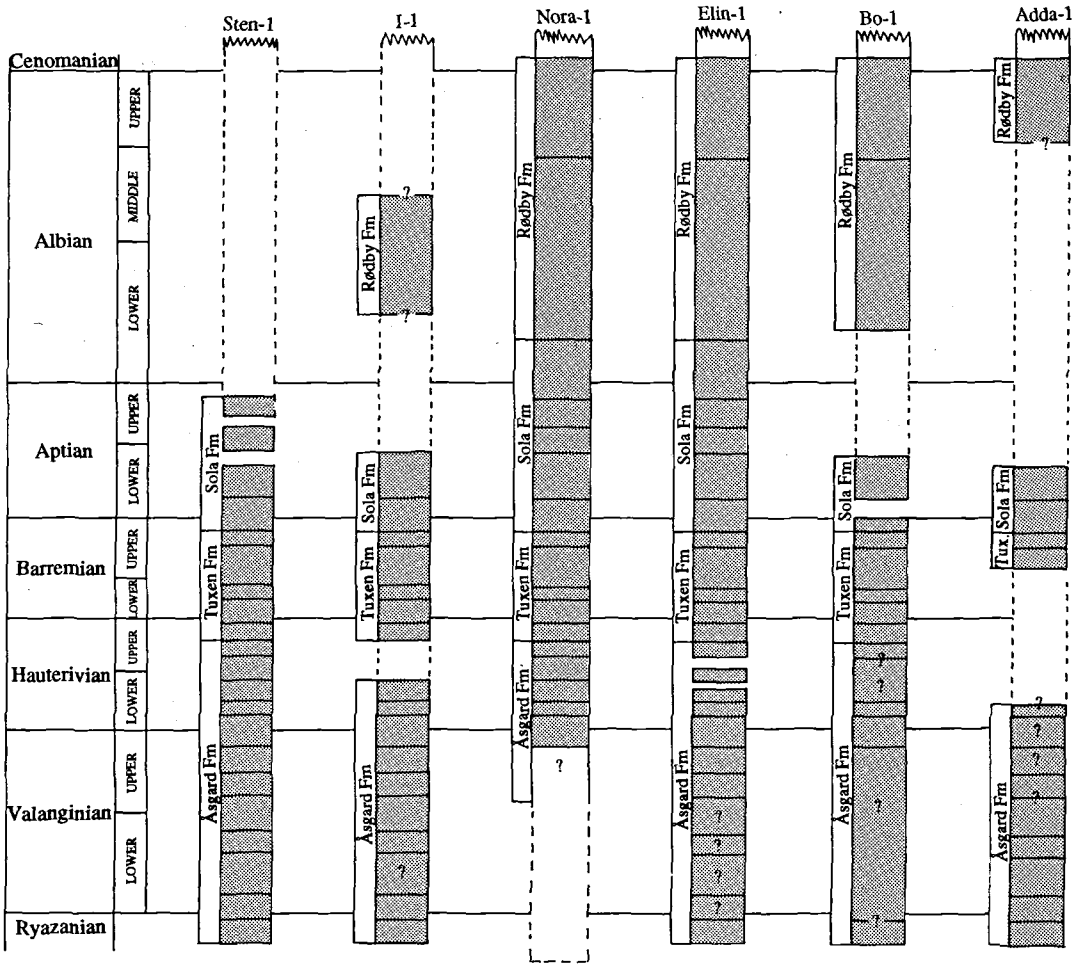


Fig. 3. Kronostratigrafisk skema af logsekvenserne i de analyserede borer.

Chronostratigraphic framework of the log-sequences in the analysed well sections.

Logsekvenserne varierer i tykkelse fra cirka 50 ft til cirka 300 ft, og de kan korreleres mellem de fleste borer. Logsekvenserne repræsenterer henholdsvis opad stigende, konstante og opad aftagende gamma værdier, hvilket afspejler Cromer Knoll Groups vekslende indhold af karbonat og ler. På fig. 2 er en række logsekvenser vist for Tuxen og Åsgard Formationerne i Sten-1, Nora-1 og Elin-1.

I den nederste del af Åsgard Formationen har det været vanskeligt at identificere og korrelere logsekvenserne. En del af forklaringen på dette er sandsynligvis aflejningsforholdene, idet omlejrrede dinoflagellater (Heilmann-Clausen 1987), et stort indhold af terrestrisk organisk materiale og den varierende lithologi peger på, at densitetsstrømme alternerende med aflejring af pelagisk

og hemipelagisk ler samt kalk var vigtige aflejningsmekanismer (Jensen et al. 1986). Denne tolkning understøttes af de seismiske data (Vejbæk 1986). Forfatteren finder det derfor sandsynligt, at aflejringerne fra densitetsstrømme giver log-mønstre, der varierer fra boring til boring.

### Korrelation mellem logsekvensstratigrafi og biostratigrafi

De identificerede logsekvenser er kalibreret i forhold til den kronostratigrafiske standardinddeling ved hjælp af de biostratigrafiske analyser og korrelationer, der er foretaget i I-1 og Adda-1 af Heilmann-Clausen (1987), Thomsen (1987) og Thomsen & Jensen (1989). Desuden er kommer-

cielle biostratigrafiske rapporter anvendt som et supplement. Det endelige resultat af denne kalibrering er vist på fig. 3.

Logsekvensstratigrafi har vist sig at være en god metode (også sammenlignet med den biostratigrafiske) til identifikation af selv mindre hiati (fig. 3). Dette skyldes, at logsekvensstratigrafien har en bedre vertikal opløselighed end biostratigrafien, og den kan derfor underindele etagen i mindre enheder. En sammenligning af logsekvensstratigrafi med biostratigrafi viser, at de identificerede logsekvenser har en kronostratigrafisk værdi. Ligeledes er de enkelte strataflader i logsekvensen synkroner, i det omfang det kan kontrolleres af biostratigrafiske data.

Det må konkluderes, at logsekvensen er en stratigrafisk enhed, der kan anvendes til detaljeret kronostratigrafisk inddeling og korrelation. Biostratigrafien er i denne sammenhæng vigtig til kontrol af logsekvensernes kronostratigrafiske værdi samt til kalibrering af disse til den kronostratigrafiske standardinddeling.

## Bassinudvikling

Et vigtigt aspekt i bassinanalysesammenhæng er udarbejdelsen af et kronostratigrafisk skema, hvor logsekvensernes placering samt »størrelsen« af eventuelle hiati er angivet i forhold til tid. Logsekvensstratigrafi kan give et mere nuanceret billede af indsynkningsvariationer i de enkelte subbassiner samt bruges til identifikation af mindre hiati. Mægtigheden af de forskellige logsekvenser er et resultat af den plads, der er til rådighed for sedimentet (»accommodation«), som igen afhænger af indsynkningen samt det eustatiske havniveau (Posamentier et al. 1988). Desuden har en række lokale faktorer betydning, herunder klima, sedimenttilførsel, hævning og erosion. Det er antaget, at den laterale mægtighedsvariation af de forskellige logsekvenser er et udtryk for differentieret indsynkning i subbassinerne.

I perioden fra Sen Ryazanien til Sen Hauterivien var der stor variation i indsynkningshastigheden af de forskellige subbassiner. Indsynkningshastigheden har generelt været høj sammenlignet med den resterende del af Nedre Kridt. Størst indsynkningshastighed forekom i Feda Graben (Sten-1), hvor mere end 2000 ft sediment

blev aflejret. Høj indsynkningshastighed ses også i den sydlige del af Arne-Elin Graben (Nora-1, Elin-1) fra Sen Valanginien. På Pollerne Ridge (Bo-1) var indsynkningshastigheden derimod lav, her er kun aflejret omkring 400 ft (Bo-1) sediment i denne periode. Aflejringerne i Bo-1 er tolket som kondenserede, idet det ikke ud fra det analyserede log-materiale og de tilgængelige biostratigrafiske data har været muligt at identificere inkonformiteter og hiati.

I den nordlige del af Arne-Elin Graben (I-1) samt den nordlige del af Salt Dome Province (Adda-1) er aflejringer fra øverste del af Nedre Hauterivien til Øvre Hauterivien ikke identificeret. Dette skyldes muligvis inversion af disse områder i Sen Hauterivien (Vejbæk 1986).

I perioden fra Sen Hauterivien til Tidlig Aptien er indsynkningshastigheden af de forskellige subbassiner med undtagelse af den nordlige del af Salt Dome Province (Adda-1) meget ens. Indsynkningen af den nordlige del af Salt Dome Province (Adda-1) synes først at begynde igen i Sen Barremien.

Fra Nedre Aptien til Nedre Cenomanien kan det mest komplette sedimentationsforløb ses i den sydlige del af Arne-Elin Graben (Nora-1, Elin-1). Mægtigheden af Sola Formationen er cirka fire gange større i Nora-1 og Elin-1 (cirka 400 ft) end i de resterende analyserede borer. Indsynkningshastigheden af Pollerne Ridge (Bo-1) i Tidlig Albien er af samme størrelsesorden som i den sydlige del af Arne-Elin Graben, mens den tilsyneladende er gået i stå i Feda Graben (Sten-1).

Den laterale faciesfordeling i Nedre Kridt bassinerne er tolket som et resultat af samspillet mellem en relativ »konstant« pelagisk karbonatproduktion og sedimentation samt et varierende influx af klastisk materiale (Jensen et al. 1986). Mængden af klastisk materiale er så igen afhængig af, hvor tæt på det eksponerede kildeområde det undersøgte område er. Den vertikale faciesændring med et opad stigende karbonatindhold i Cromer Knoll Group er tolket som et resultat af en generel aftagen i mængden af klastisk materiale som følge af en øget afstand til kildeområdet. Den større afstand hænger sandsynligvis sammen med et stigende eustatisk havniveau. En »konstant« eller øget pelagisk karbonatproduktion vil derfor betyde, at sedimenternes karbonatindhold øges.

## Litteratur

- Heilmann-Clausen, C., 1987: Lower Cretaceous Dinoflagellate biostratigraphy in the Danish Central Trough. *Danm. geol. Unders.*, Ser. A, 17, 89 s.
- Isaksen, D., Tonstad, K., 1989: A revised Cretaceous and Tertiary lithostratigraphic nomenclature for the Norwegian North Sea. *Norwegian Petroleum Directorate – Bulletin* no 5, 59 s.
- Jensen, T. F., Holm, L., Frandsen, N., Michelsen, O., 1986: Jurassic-Lower Cretaceous lithostratigraphic nomenclature for the Danish Central Trough. *Danm. geol. Unders.*, Ser. A, 12, 65 s.
- Mitchum, J. R., Vail, P. R., Thomsen, S., 1977: Seismic Stratigraphy and Global changes of Sea Level, Part 2: The Depositional Sequence as a basic Unit for Stratigraphic Analysis. *AAPG Memoir 26*, Seismic Stratigraphy Applications to Hydrocarbon Exploration, 10 s.
- Nystuen, J. P., Knarud, R., Jorde, K., Stanley, K. O., 1989: Correlation of Triassic to Lower Jurassic sequences, Snorre Field and adjacent areas, northern North Sea. *In: Correlation in Hydrocarbon Exploration, Norwegian Petroleum Society (Graham & Trotman)*, p. 273–289.
- Posamentier, H. W., Jervoy, M. T., Vail, P. R., 1988: Eustatic controls on clastic deposition I – Conceptual framework. *In: Sea-Level Changes – An Integrated Approach, SEPM Special Publication*, No. 42, p. 109–124.
- Thomsen, E., 1987: Lower Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy in the Danish Central Trough. *Danm. geol. Unders.*, Ser. A, 20, 89 s.
- Thomsen, E., Jensen, T. F., 1989: Aptian to Cenomanian stratigraphy in the Central Trough of the Danish North Sea Sector. *Geol. Jb.* A113, 337–358.
- Van Wagoner, J. C., Posamentier, H. W., Mitchum, R. M., Vail, P. R., Sarg, J. F., Loutit, T. S., Hardenbol, J., 1988: An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. *In: Sea-Level Changes – An Integrated Approach, SEPM Special Publication*, No. 42, p. 39–45.
- Vejbæk, O., 1986: Seismic Stratigraphy and tectonic evolution of the Lower Cretaceous in the Danish Central Trough. *Danm. geol. Unders.*, Ser. A, 11, 46 s.