



# CENTRALGRAVEN I NORDSØEN

## SEISMISK KORTLÆGNING AF DEN DANSKE CENTRALGRAV

### Seismic mapping of the Danish Central Graben

Af Peter Britze

*GEUS har igennem en årrække publiceret kort, der viser den danske undergrund. Siden 1990 er der udgivet otte publikationer i institutionens kortserie bestående af tids-, dybde-, tykkelses- og hastighedskort, i alt 30 kort.*

*Kortene fra Den Danske Centralgrav er de seneste af en lang række afsluttede og igangværende kortlægningsprojekter baseret på resultater fra geofysiske målemetoder - hovedsagelig seismik. De publicerede kort fra Centralgraven er en del af et kortlægningsprojekt finansieret af "Amoco 3. Runde Gruppen" bestående af Amoco Danmark, FLS-Energi, DENERCO og DOPAS.*

*Fig. 1 & 2 er simplificerede udgaver af "Top Kalk" dybdekortet og tykkelseskortet over Kalk Gruppen fra Den Danske Centralgrav. Centralgravskortene dækker den danske del af Centralgraven og dele af Den østlige Nordsøblok - en del af de hævede grundfjeldsblokke der udgør Ringkøbing-Fyn højderyggen i undergrunden. Dele af de nærliggende norske, engelske og tyske sektorer er inddraget i kortlægningen for at muliggøre en bestemmelse af strukturelle retninger i undergrunden.*

#### GEOLOGI

Centralgravskortene giver i generelle træk den strukturelle og sedimentære udviklingshistorie af den danske del af Centralgraven fra sidste del af Juratiden til i dag.

Sen Jura tid, for 160 til 140 millioner år siden, var domineret af gravsækningsdannelse som følge af en strækning af jordskorpen i Centralgravsområdet. Et system af halvgrave og mellemliggende horste og rygge med generel NNW-SSØ retning blev dannet. Det mest markante strukturelle element er "Tail End Graven", hvor den øvre-jurassiske lagserie med en tykkelse på op til 3600 m er afsat langs hovedforkastningen til den østlige Nordsøblok. Afsætningen er domineret af lerede sediment, lokalt med et højt organisk indhold. Aflejringen fandt sted igennem hele Juratiden medens rift dannelsen begyndte senere i Mellem Juratid.

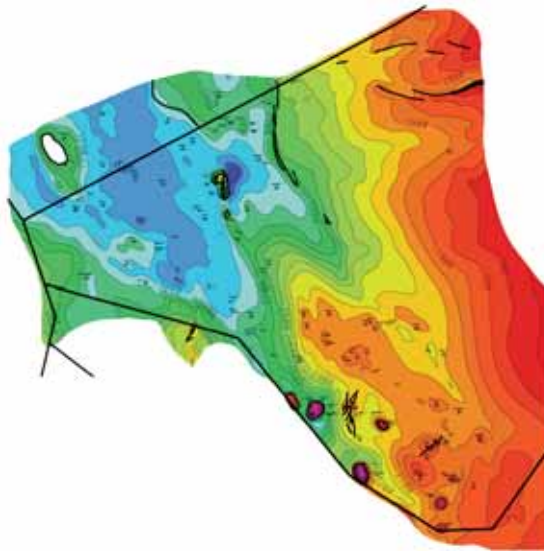
Tidlig Kridttids aflejringer, for 140 til 100 millioner år siden, er domineret af lersten med mergel og i

den øvre del med indslag af kalksten, der er dannet af kalkskaller fra alger, der levede fritsvævende i vandmasserne. Det ovenfor beskrevne sen jurassiske tektoniske system med gravsækningsdannelse blev i Tidlig Kridttid gradvist afløst af regional indsynkning som følge af afkøling af den dybe undergrund. Aflejring af Tidlig Kridt sediment fandt i hovedtræk sted i de samme bassiner som i Sen Jura, dog med mindre mængder. Nedre Kridt aflejringer er imidlertid afgrænset til en række mindre aflejningscentre delvis som følge af den mindre sedimenttilførsel, men også forårsaget af hævning af mellemliggende rygge og blokke.

Afsætning af slamkalk fra kalkholdige alger, coccoliter, i Sen Kridt og Danien tid, for 100 til 60 millioner år siden, fandt sted som følge af regional indsynkning over de tidligere gravsækningsystemer. Samtidig gav kompressionsbevægelser (de samme som dannede Alperne i denne periode) ophav til fremkomst af en række typisk NV-SØ orienterede rygge og bassiner i Centralgraven. Disse rygge

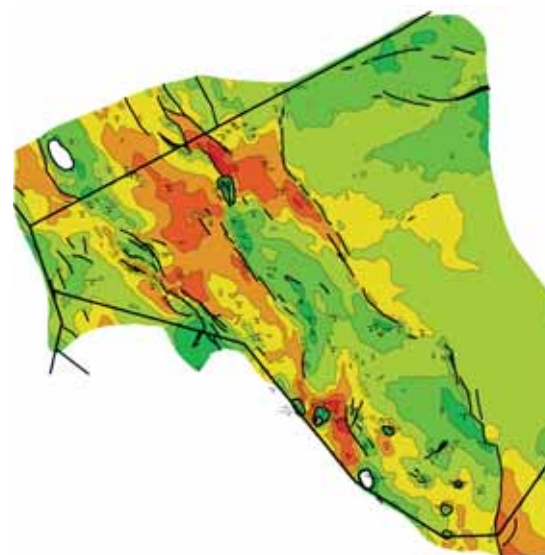
Figur 1. Dybden til Top Kalk-fladen i Den Danske Centralgrav. Værdier i meter under havniveau. Farveinterval 100 m. Blå farve svarer til det dybeste.

Top Chalk depth structure map of the Danish Central Graben.



Figur 2. Tykkelsen af Kalken i Den Danske Centralgrav. Værdier i meter. Farveinterval 200 m. Rød farve svarer til det tykkeste.

Chalk isochore map of the Danish Central Graben.



og bassiner fremtræder tydeligt på Kalk-tykkelseskortet vist som figur 2.

Samtidig med dannelse af rygge og bassiner (strukturdannelse) blev højderyggene eroderet og slamkalk blev aflejret i sænkningerne mellem ryggene. Bevægelser af underliggende Zechstein salt er fortsat i Sen Kridt og Dani-en med dannelse af randsynklinaler og reducerede kalktykkelser over saltstrukturene til følge.

I Tertiær og Kvartær tid, fra 65 millioner år siden til nu, udvikledes et større indsænkingsområde, som dækkede det meste af

den nuværende Nordsø, med basinakse henover de tidligere gravsænkningssystemer i Centralgraven. Maksimal indsænkning med afsætning af sedimenter med en tykkelse på mere end 3000 m fandt sted i den nordvestlige del af det kortlagte område. Som det fremgår af figur 1 bliver dybden til Top Kalk-fladen mindre i alle retninger fra dette bassincenter. Denne simple bassin-geometri brydes dog af en række NV-SØ gående højedrag af tidlig Tertiær alder, rester af horste placeret imellem de tidligere gravsænkninger, samt af et større antal saltdiapirer og -puder, der er forårsaget

af flydning og opstigning af underlejrende Zechstein salt.





## MATERIALER OG METODER

De kortlagte flader befinder sig nede i den danske undergrund - på dybder fra ca. 500 m til 7600 m under havniveau. De eneste direkte informationer, man har, stammer fra de ca. 100 borer, der er boret i denne del af Nordsøen. Kortlægningen er derfor hovedsagelig baseret på tolkning af indirekte observationer, dvs. refleksionsseismiske data.

### *Refleksionsseismik*

Refleksionsseismik er en geofysisk målemetode, hvor man sender

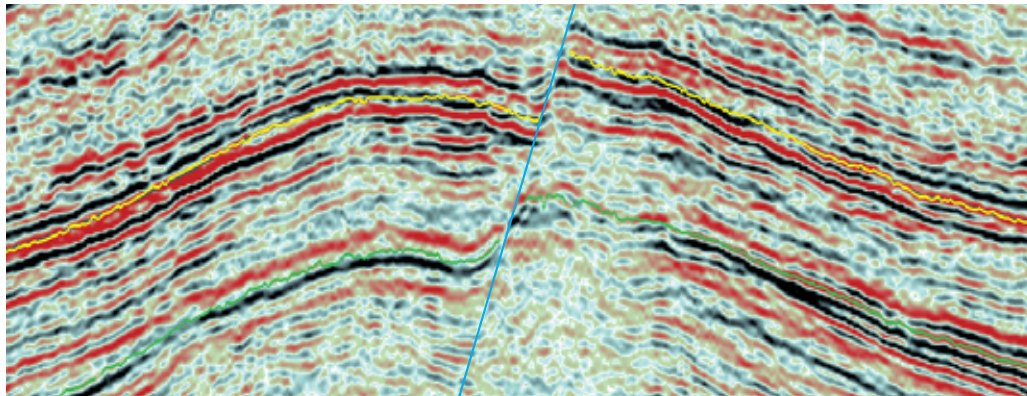
lydbølger ned i undergrunden. Lydbølgerne bevæger sig ned gennem jorden og når de rammer en grænse mellem to geologiske lag, vil en del af lyden reflekteres tilbage mod overfladen, mens resten vil fortsætte videre ned. "Mikrofoner" (geofoner på land og hydrofoner til havs) på overfladen optager de reflekterede lydbølger, samt registrerer den tid, det har taget lydbølgerne at nå fra overfladen ned til grænsen mellem de to geologiske lag og op igen. Til søs sejler optageskibene i lige linier, så derfor optræder de optagne resultater som 2-dimensionelle (2D) lodrette snit af undergrunden.

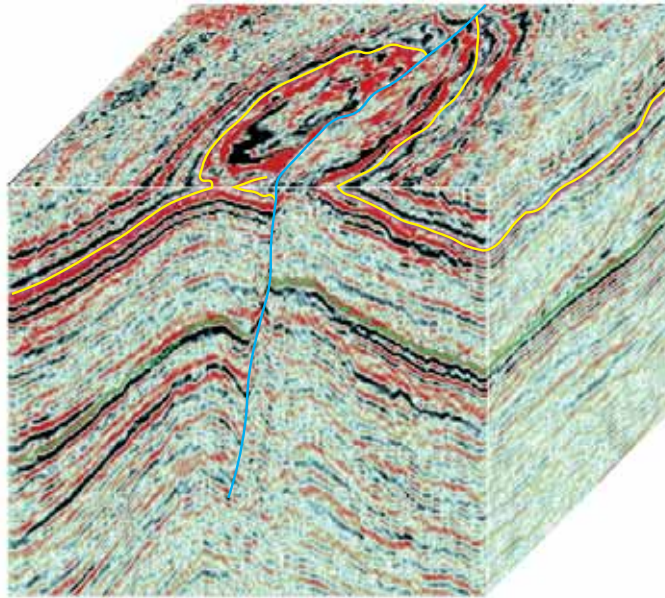
Derved vil de overordnede strukturer og flader direkte kunne ses på det seismiske profil. Figur 3 viser et sådan 2D seismisk profil henover Danfeltet.

Ved at lade optageskibene sejle de seismiske profilinier meget tæt (25-50m) er det muligt syntetisk at fremstille seismiske profilinier på tværs af de linier, man egentligt har sejlet. Herved opnås en seismisk 3-dimensionel (3D) gengivelse af undergrunden. Figur 4 viser en sådan 3D seismisk gengivelse af undergrunden i Danfeltområdet.

*Figur 3. 2D seismisk profil henover Danfeltet.*

*2D seismic profile across the Danfield.*





Figur 4. 3D seismisk "terniing" i Danfelt området. Modsat 2D seismik kan man på 3D seismik følge lagene og forkastningerne i alle tre dimensioner.

3D seismic cube in the Danfield area.

#### Kort og observationsgrundlag

Der blev ved kortlægningen af Centralgraven benyttet borehuls- og seismiske data, der var frigivet i 1994. Den seismiske database bestod af både 2D og 3D seismiske data.

De strukturelle tidskort er fremstillet manuelt, regionalt i skala 1:100.000 og lokalt i større skala, mens de trykte kort er udgivet i måleforholdet 1:200.000. De strukturelle tidskort er trykt i sort/hvid, og de mest benyttede 2D seismiske linier i kortlægningen er gengivet på kortene. Dybdekonverteringen af de strukturelle tidskort er foregået efter "lagkagemetoden", hvor først det øverste lag er blevet dybdekonverteret og derefter det næstøverste lag osv. Hvert enkelt lag er blevet dybdekonverteret efter en linear hastighedsfunktion, der er bestemt ud fra hastighedsoplysninger fra de ca. 100 borer placeret i området. For at lette læsbarheden af de



trykte dybde-, hastigheds- og tykkelses-kort er der benyttet farvede konturintervaller på disse kort.

### OLIEGEOLOGI

I den danske del af Nordsøen findes der 8 producerende olie- og gasfelter indenfor det kortlagte område. Disse har alle hovedreservoir i kalksten i den øverste del af Øvre Kridt og er forseglet af lersten af Tertiær alder. Hertil kommer yderligere tre felter under udbygning samt to mindre felter, som er erklæret kommercielle med henblik på senere udbygning. Fælles for disse kulbrinteakkumulationer (på nær en) er, at de findes som strukturelle lukninger (dvs. opbulninger) på Top Kalk fladen (figur 1), og at de er knyttet enten til salt-diapirer/puder eller til højdedrag med lavt relief. Dertil kommer to kulbrintefund (Adda og Elly) internt i kalklagserien, hvor tæt slamkalk fungerer som topsegl.

I sammenligning med Øvre Kridts kalkaflejringer har efterforskningsresultaterne fra Nedre Kridt lagserien været mere beskedne. Kulbrintefund er her primært knyttet til tynde reservoirer i tætte kalksten med begrænsede produktionsegenskaber. Kun Valdemar-feltet, lokaliseret på et hævningsområde (inversionstruktur) med lavt relief, men stor arealmæssig udstrækning, bliver for indværende udnyttet ved anvendelse af en avanceret teknologi, hvorved man kan bore horisontalt i reservoirerne. Jurassiske sandsten er stadig mål for efterforskningsaktivitet i den danske del af Centralgraven. To fund med reservoir i Øvre Jura (Gert og Elly) er erklæret kommercielle. En række fund er gjort både i Øvre og Mellem Jura, og der er planlagt feltudbygning for flere af disse funds vedkommende. Øvre og Mellem Jurassiske lersten med højt organisk indhold fungerer som primær kildebjergart for områdets kulbrinteforekomster.

### KORTUDGIVELSER

De otte publikationer udgivet i det tidligere DGU's kortserie er:

Fra 1990;

Det Danske Bassin; "Basis Kalk" og Kalk Gruppen, "Top Trias" og Jura/Nedre Kridt, og "Top Zechstein og Trias" (*DGU kortserie nr. 29, 30 & 31*).

Fra 1994;

"Top præ-Zechstein" (*DGU kortserie nr. 45*).

Fra 1995;

Den Danske Centralgrav; "Top Kalk" og Post Kalk Gruppen, "Basis Kalk" og Kalk Gruppen, "Basis Kridt" og Cromer Knoll Gruppen, samt "Basis Øvre Jura" og Øvre Jura

(*DGU kortserie nr. 47, 48, 49 & 50*).

