

Mellem Jura 'Play Analysis' i den danske Centralgrav – et integreret, multidisciplinært studie for den 6. udbudsrunde

D. SCHWARZER, T. FRONVAL, L.F. CLAUSEN & R. ENSLEY

Mærsk Olie og Gas A/S

En omfattende re-evaluering af prospektiviteten i Mellem Jura i den danske del af Centralgraven i den centrale Nordsø dannede grundlag for en vurdering af den mellem jurassiske efterforskningsmodel (play). 'Play'et udgøres af mellem jurassiske kildebjergarter, bestående af kul og organisk-holdige lersten, og sandstensreservoir forsejlet af øvre jurassiske muddersten.

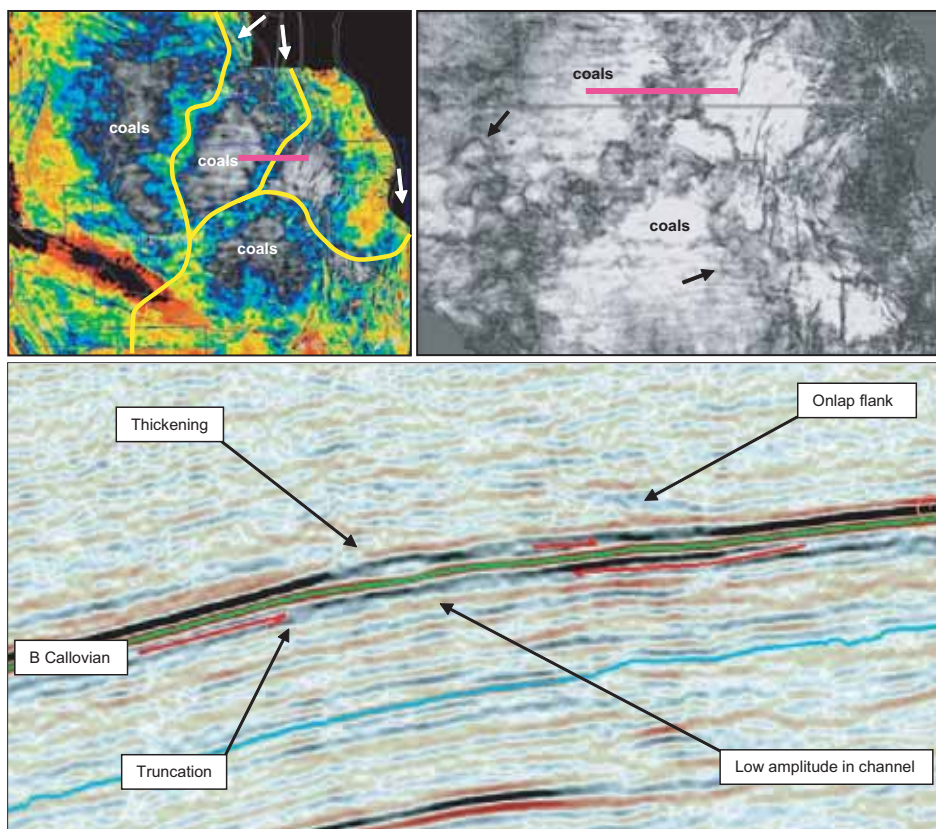
Den første del af analysen inkluderede opstillingen af en stratigrafisk ramme baseret på seismik og brønddata. Efterfølgende blev udført en post-mortem analyse af 22 brønde. Denne viste, at 7 brønde havde testet kulbrinter eller på anden måde dokumenteret tilstedeværelsen af kulbrinter, mens 3 brøn-

de have signifikante olie- eller gas-shows. Analysen omfattede endvidere en revurdering af alle efterforskningsmodellens hovedelementer: 1) kildebjergart og migration af kulbrinter, 2) reservoir, 3) fælde, 4) forsejling og 5) 'timing'. De mest kritiske parametre for play'et synes at være tilstedeværelsen af en moden kildebjergart samt migration af kulbrinter.

Efterforskningsmodellen opererer med et mellem jurassisk fluviatilt sandstensreservoir, som fyldes med kulbrinter, der hidrerer fra intraformationelt kul og organisk-holdige lersten (finkornede flodplanaflejringer).

Rock-Eval, geokemi og isotopdata integreret med

Fig. 1 Øverst til venstre: RMS amplitude kort, som viser de tolkede kanaler (kanalkser markeret med gult) og transport retninger (markeret med hvide pile). Områder med høje RMS amplitude-værdier er tolket som kulaflejringer og organisk-rige lersten. Øverst til højre: 'Spectral decomposition' som viser kanaler og mæandrer (se sorte pile). Nederst: Øst-vest orienteret seismisk profil som viser et tværsnit af en kanal af Callovien alder (pink markering på de øverste kort viser den seismiske linjes position, længde 6,5 km).



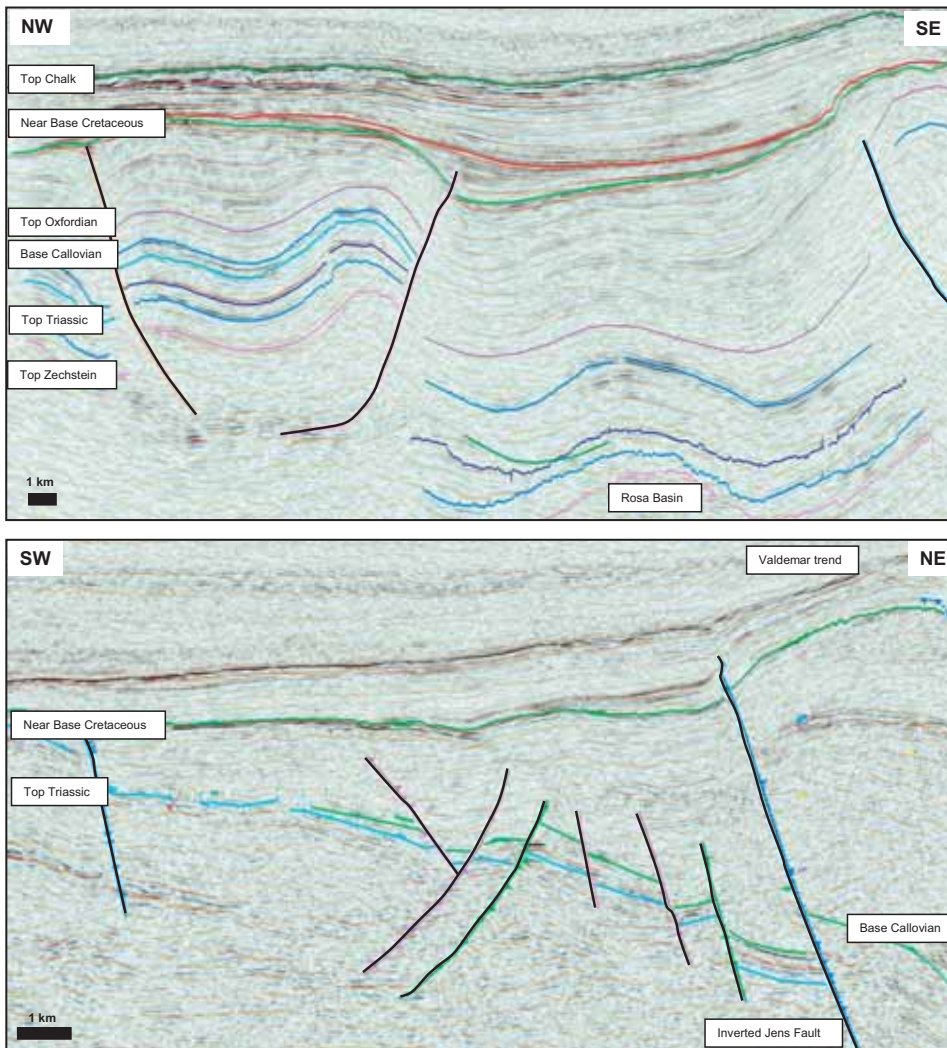


Fig. 2 Seismiske sektioner viser eksempler på typiske mellem jurassiske fælder. Øverst: Fælde bestående af en tre-vejs struktur med forkastningsbetinget lukning. Nederst: En serie roterede forkastningsblokke tæt på den inverterede Jens-forkastning.

seismisk tolkning dannede basis for evalueringen af kildebjergarter, der sammen med fordelingen af kulbrinte shows indikerer et aktivt Mellem Jura Bryne petroleumssystem, der hidtil har været anset som værende af mindre betydning i regionen.

Kerne- og logdata tyder på, at der er udbredte kullag og lersten med højt organisk indhold i hele det mellem jurassiske bassin indlejret i fluviatile sandsten. Kvaliteten af kildebjergarten i brøndene varierer fra ringe til god med TOC værdier (totalt organisk indhold) fra 0.5% og helt op til 70% og hydrogen index typisk fra under 100 og op til godt 200 mg/g TOC. Kildebjergarten i brøndene er umoden til tidlig moden vurdereret på basis af Rock Eval Tmax værdier, vitrinit reflektans og biomarker data. Derimod vurderes kildebjergarten i områderne tæt på de jurassiske depocentre at være i gas-vinduet med hensyn til kulbrintedannelse (herfra findes ingen boredata).

Den geokemiske signatur af kondensaterne i de

mellem jurassiske reservoirer tyder på en tærrigen oprindelse og stemmer overens med en oprindelse fra de mellem jurassiske kul og lersten. Dog indeholder disse kondensater biomarkører ('Y' komponent og gammaceraner), som ikke er registreret i nogen andre olier og kondensater fra mellem jurassiske reservoir i Dansk Centralgraven endside i nogen mellem jurassiske kildebjergarter. Gammaceranerne menes at være dannet under dysoxiske forhold, og kunne derfor være dannet i mere lavtliggende lakustrine/lagunale miljøer, som ikke er blevet gennemboret.

De mellem jurassiske reservoirbjergarter findes i dybder på mellem 7000 og 15000 ft og er tolket som værende dannet af sandede flettede og sinuøse flodsystemer på et kystnært flodplan. Fordelingen og kvaliteten af reservoirsandsten blev evalueret ud fra en kombination af seismiske attributter, strukturel setting, elektriske logs, kernebeskrivelser og porøsitet/permeabilitetsdata. Total tykkelse, N/G, net po-

røsitets af pay og permeabilitet var af følgende størrelsesordener: 25–125 fod, 0.11–0.76, 10–30% og 1–1000 mD.

Seismisk tolkning demonstrerede, at fælder på Mellem Jura niveau hovedsageligt udgøres af roterede forkastningsblokke, hvor forkastningerne virker som segl. Fælderne var på plads i Sen Jura langt før migrationen af kulbrinter begyndte. Topsejlet udgøres af den tykke, regionalt udbredte øvre jurassiske muddersten, Lola Formationen.

Et regionalt 3D bassinmodelleringsstudie blev udført med henblik på at bestemme tidspunktet for modningen af kildebjergarten, kulbrintedannelsen samt vandringen og fyldningen af de identificerede prospekter. To hovedfaser af kulbrintedannelse kan erkendes: Sen Jura til Tidlig Kridt og Sen Miocæn til i dag. Disse to perioder står for henholdsvis 75% og

25% af den samlede mængde af dannede kulbrinter. Den sene fase har vist sig at være volumenmæssig af afgørende betydning for fyldningen af strukturerne. Under denne fase kunne strukturer placeret inden for »expulsion«-fronten (maximum udbredelsen af aktivt kulbrintedannende kildebjergarter) være blevet fyldt op til »spild«-punktet. Omvendt kunne strukturer, der på dette tidspunkt lå uden for fronten, kun blive fyldt op via veludviklede „carrier“-systemer som f.eks. fluviale sandlegemer eller via „fill-and-spill“ fra tilstødende strukturer.

Revurderingen af Mellem Jura resulterede i identifikation af en lang række prospekter, som alle blev risikoevalueret og inkorporeret i Mærsk Olie og Gas prospektportefølje og dannede således grundlag for DUC's licensansøgning i den 6. udbudsrunde i Danmark.