

XÂY DỰNG VÀ ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ĐỊA CHẤT 3D TRONG ĐÁNH GIÁ TRỮ LƯỢNG DẦU TẠI CHỖ, MỎ ĐÔNG DƯƠNG, LÔ 02/97, BỜN TRƯNG CỬU LONG

Nguyễn Tuấn^{1,2}, Trần Văn Xuân^{1,2,*}, Nguyễn Xuân Khá^{1,2}, Trương Quốc Thanh^{1,2}, Trần Đức Lâm¹, Trần Thái Triều^{1,2}

¹Bộ môn Kỹ thuật Địa chất Dầu khí, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM

²Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

*Tác giả liên hệ: tvxuan@hcmut.edu.vn

Tóm tắt:

Dù đang đối phó khủng hoảng, dầu khí vẫn là tài nguyên năng lượng chưa thể thay thế. Tuy nhiên là nguồn tài nguyên không tái tạo, như vậy ngoài việc mở rộng tìm kiếm, việc khai thác hợp lý các mỏ hiện hữu là thách thức cho phân khúc tìm kiếm thăm dò và khai thác. Kết hợp hệ phương pháp gồm thu thập, xử lý, phân tích các tài liệu và dữ liệu đã có; kết quả bài báo đã xác định chu trình xây dựng mô hình tham số phù hợp với đối tượng nghiên cứu đồng thời ứng dụng địa thống kê nhằm nội suy các đặc tính địa chất cũng như đánh giá độ tin cậy và giảm thiểu rủi ro. Trong nghiên cứu này mô hình địa chất ba chiều (3D) được thiết lập theo tài liệu cập nhật, gồm tài liệu địa chất, địa chấn, địa vật lý giếng khoan, thử vỉa và là cơ sở đánh giá trữ lượng dầu tại chỗ ban đầu, hỗ trợ đắc lực cho xây dựng các phương án kinh tế kỹ thuật trong phát triển mỏ. Kết quả mô hình đã làm sáng tỏ tham số vỉa chứa trong thành hệ Mioxen, dự đoán đới chứa tiềm năng; phản ánh đặc trưng phân bố thân dầu trong không gian 3 chiều.

Từ khóa: mô hình 3D, tham số vỉa chứa, tiềm năng dầu khí, trữ lượng tại chỗ.

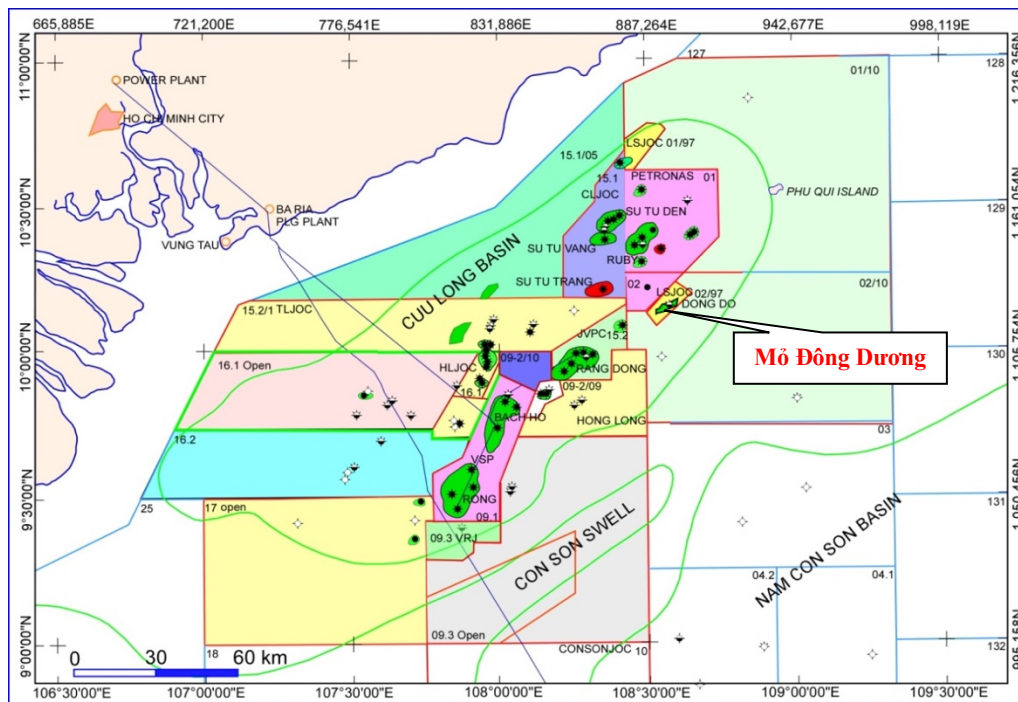
1. GIỚI THIỆU

Việc xây dựng mô hình địa chất đã xuất hiện trên thế giới từ rất lâu và đều được xây dựng dựa trên mô hình địa chất hai chiều (2D). Một số mô hình địa chất 3 chiều (3D) đầu tiên được xây dựng từ những năm 1940 nhưng chủ yếu là mô hình tĩnh và còn rất đơn giản (ví dụ: mô hình mỏ Sullivan tại Canada). Mô hình mô phỏng địa chất ba chiều thực sự phát triển khi xây dựng trên máy tính kết hợp với phương pháp địa thống kê, đánh dấu vào năm 1972 do G.G.Walton tiến hành trên máy tính GSI Seiscrop Table. Trong những năm tiếp theo, sự phát triển của công nghệ thông tin cũng làm thay đổi rõ rệt trong phương pháp và cách tiếp cận nhằm phục vụ việc xây dựng mô hình địa chất ba chiều.

Đến nay các nghiên cứu liên quan đến xây dựng mô hình địa chất ba chiều sử dụng trong công nghiệp dầu khí tại Việt Nam chủ yếu áp dụng các phương pháp tiếp cận và kết quả nghiên cứu trên thế giới. Kết quả áp dụng cho các đối tượng dầu khí trong nước được trình bày phần lớn thông qua các báo cáo phát triển mỏ các dự án dầu khí và luận văn thạc sĩ, luận án tiến sĩ.

Tại Việt Nam, đối tượng dầu khí nằm trong tầng móng nứt nẻ có đặc điểm khác biệt so với các đối tượng chứa truyền thống như cát kết hay cacbonat. Đối tượng địa chất này tính bất đồng nhất cao và đặt ra nhiều thách thức đối với các công ty dầu khí đang hoạt động ở Việt Nam cũng như trên thế giới trong việc nghiên cứu tầng móng. Chính vì vậy, hệ phương pháp nghiên cứu xây dựng mô hình địa chất ba chiều trong móng đang phát triển và áp dụng rất nhiều trong nước.

Mỏ Đông Dương nằm ở phía Tây Bắc Lô 02/97 nằm phía Đông Bắc Bờn Trưng Cửu Long, ngoài khơi thềm lục địa Việt Nam cách thành phố Vũng Tàu khoảng 160 km về phía Đông, cách mỏ Ruby (lô 01/10) khoảng 26 km về phía Nam, mỏ Rạng Đông 35 km về phía Đông-Bắc (hình 1). Độ sâu mực nước biển dao động từ 60-70 m.



Hình 1: Vị trí mỏ Đông Dương [1]

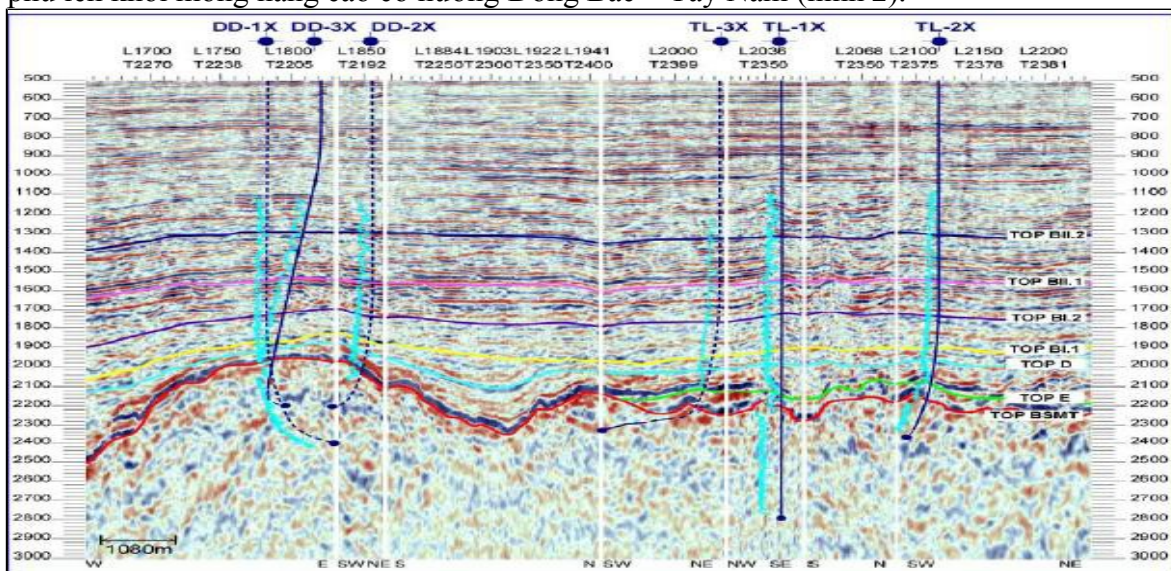
Nhìn chung địa tầng và môi trường lắng đọng trầm tích của mỏ Đông Dương phù hợp với địa tầng của bể Cửu Long. Địa tầng của mỏ Đông Dương bao gồm Pliocen đến hiện tại (Thành hệ Biên Đông, Tập A), Miocen trên (Thành hệ Đồng Nai, Tập BIII), Miocen giữa (Thành hệ Côn Sơn trên-dưới, Tập BII.2 và BII.1), Miocen dưới (Thành hệ Bạch Hồ trên- dưới, Tập BI.2 và BI.1), Oligocen trên (Thành hệ Trà Tân trên-giữa, Tập C và D), Oligocen dưới (Thành hệ Trà Tân dưới, Tập E) và móng trước Đệ Tam. Mỏ Đông Đô có các đới chứa dầu là cát kết của thành hệ Đồng Nai (Vĩa BIII), thành hệ Côn Sơn trên (Vĩa BII.2.20, BII.2.30), thành hệ Côn Sơn dưới (Vĩa BII.1.10), thành hệ Bạch Hồ trên (Vĩa BI.2.30) và móng trước Đệ Tam (bảng 1).

Bảng 1: Phân chia địa tầng mỏ Đông Dương[3]

Thành hệ/tập	DD-1X		DD-3X		DD-2X	
	mMD	mTVDSS	mMD	mTVDSS	mMD	mTVDSS
Biển Đông (A)	94,0	62,0	96,0	67,2	96,0	67,2
Đồng Nai (BIII)	354,0	322,0	355,0	322,5	353,8	325,0
Côn Sơn Trên (BII.2)	1325,6	1293,4	1425,8	1288,4	1322,3	1293,5
Côn Sơn Dưới (BII.1)	1560,6	1528,4	1739,4	1532,2	1559,8	1531,0
Bạch Hồ Trên (BI.2)	1764,9	1732,7	1971,0	1724,4	1768,9	1738,4

Bạch Hồ Dưới (BI.1)	1917,1	1883,7	2163,5	1874,5	1922,4	1884,0
Trà Tân Giữa (D)	1959,9	1925,1	2213,1	1909,7	1975,4	1931,5
Trà Tân Dưới (E)	-	-	-	-	-	-
Móng Trước Đệ Tam	2051,3	2009,0	2352,8	1998,0	2127,0	2050,0
Chiều Sâu Giếng Khoan (TD)	3108,0	2402,1	3358,0	2200,1	2534,0	2204,3

Đặc điểm bẫy chứa của mỏ Đông Dương là dạng khép kín 4 chiều và khép kín vào đứt gãy 4 chiều phủ lên khối móng nâng cao có hướng Đông Bắc – Tây Nam (hình 2).



Hình 2: Mặt cắt địa chấn qua mỏ Đông Dương [1]

2. CƠ SỞ DỮ LIỆU & QUY TRÌNH XÂY DỰNG MÔ HÌNH

2.1. Cơ sở tài liệu

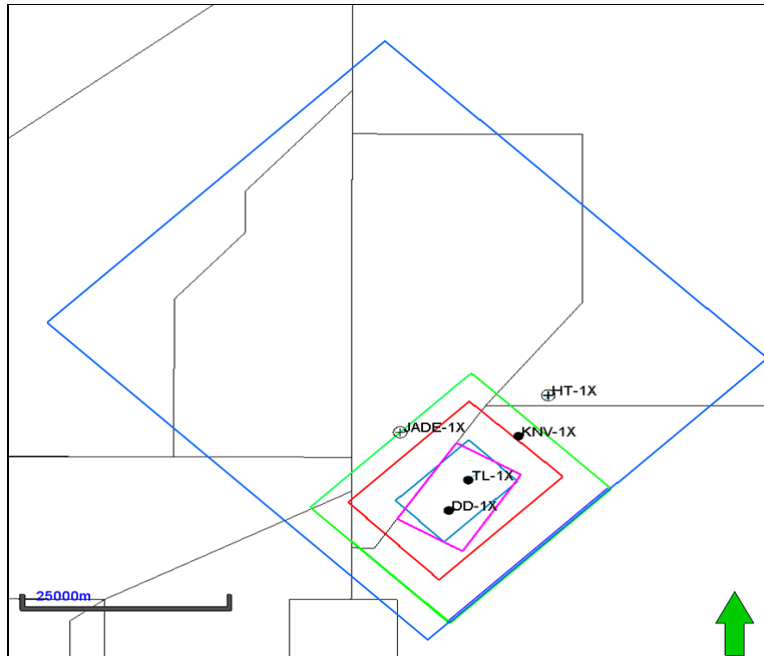
Bộ tài liệu được sử dụng làm thông số đầu vào cho mô hình địa chất bao gồm: Tài liệu địa chất, tài liệu địa vật lý giếng khoan, và tài liệu liên quan khác. Các dữ liệu này được cập nhật đến thời điểm xây dựng để đảm bảo tính thời sự của mô hình.

Tài liệu địa chấn

➤ Tài liệu thu nổ và xử lý:

Trong quá trình thu thập tài liệu từ nhà thầu, nhóm nghiên cứu đã sử dụng các cube địa chấn (Hình 3, Bảng 2) để đánh giá chất lượng và minh giải.

Sau khi xem xét toàn bộ tài liệu địa chấn khu vực nghiên cứu, tác giả nhận định: chất lượng tài liệu địa chấn tốt hơn qua các lần xử lý và tái xử lý. Đặc biệt, cube địa chấn tái xử lý năm 2011 HFCBM cho thấy sự cải thiện về tín hiệu và sự liên tục của các pha địa chấn trong clastic cũng như hình ảnh rõ ràng hơn của các đứt gãy trong móng. Do đó, tác giả nghiên cứu thấy rằng việc sử dụng cube địa chấn 3D HFCBM cho nghiên cứu này là tối ưu so với các cube địa chấn hiện có.



Hình 3: Các cube địa chấn 3D khu vực nghiên cứu [3]

Bảng 2: Các thông số của cube địa chấn qua các thời kỳ [1]

Cube	Loại xử lý	Miền	Diện tích (km ²)
2002	PSTM	time	2026
2006	PSTM	time	320
	PSDM	depth	
2011	HFCBM	time	430
		depth	
2012	GI (Geostatistic Inversion)		72
2015 3D Velocity model		depth	

➤ Tài liệu minh giải:

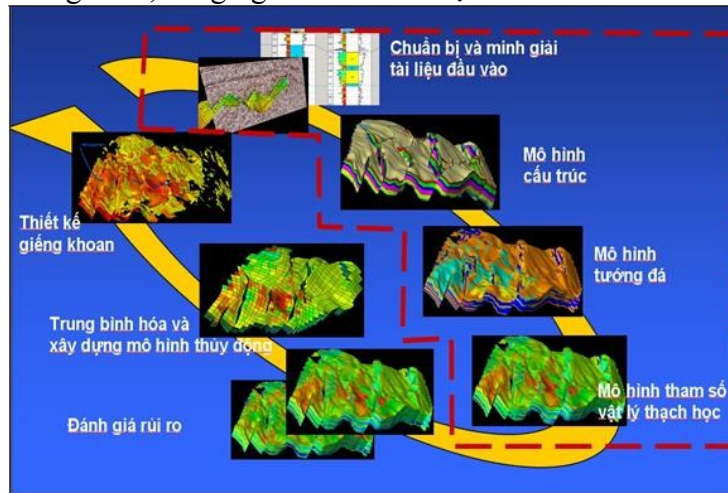
Các tài liệu minh giải bao gồm các horizon, fault stick minh giải trong miền depth, fault polygons, và các bản đồ time-depth. Các minh giải horizon bao gồm: BSMT, Top E, Top E-20, Top BI.1, Top BI.2, Top BII.1, Top BII.2. Ngoài các bản đồ trong miền Time-Depth cho các mặt phản xạ chính, cũng cung cấp các bản đồ tập via tại khu vực mỏ Đông Dương (hình 4)

Mỏ Đông Dương: bản đồ các tập via BII.2.10, BII.2.20, BII.2.30, BII.1.10, BI.2.30

➤ Tài liệu VSP/Check shot và cube vận tốc:

- 2 giếng khoan có tài liệu Check shot: DD-1X, DD-2X.
- 1 cube vận tốc được xây dựng với VPI-2015 cũng đã được thu thập.

khí hay mô hình hóa mỏ dầu khí cung cấp một cái nhìn trực quan sinh động về các thành hệ đất đá sâu trong lòng đất ngập sâu hàng trăm, hàng ngàn mét dưới mực nước biển .



Hình 5: Một ví dụ về các bước xây dựng mô hình 3D

Phương pháp mô hình 3 chiều được ứng dụng thông qua các phần mềm chuyên dụng phổ biến được cung cấp bởi các công ty dịch vụ dầu khí. Với đề tài này, phần mềm Petrel được áp dụng để xây dựng mô hình mỏ. Từ hình 5 có thể thấy xây dựng mô hình địa chất mỏ Đông Dương chỉ trong phạm vi xây dựng mô hình tĩnh (các bước thực hiện trong khung hình màu đỏ), các bước còn lại được sử dụng cho việc xây dựng mô hình thủy động và thiết kế giếng khoan khai thác.

Nhằm thích ứng với sự đa dạng về thành phần thạch học của tầng chứa, nhiều phương pháp mô phỏng via ra đời ứng dụng cho từng trường hợp riêng biệt. Căn cứ nguồn gốc và thành phần thạch học đá tầng chứa có thể chia thành hai loại chính là trầm tích vụn (clastic rock) và móng nứt nẻ (fractured basement rock). Điểm chung của hai hệ phương pháp nghiên cứu ứng với hai loại tầng chứa trên là đều thiết lập sự phân bố độ rỗng, độ thấm trong không gian ba chiều, nhằm phục vụ cho mô phỏng dòng chảy và đánh giá trữ lượng tại chỗ.

Tuy nhiên, giữa 2 loại đá vẫn tồn tại những khác biệt cơ bản. Như đã biết, căn cứ điều kiện và thời điểm thành tạo, độ rỗng được chia làm hai loại là độ rỗng nguyên sinh và độ rỗng thứ sinh. Đối với đá trầm tích hạt vụn, độ rỗng nguyên sinh chủ yếu là độ rỗng giữa các hạt và tỉ lệ thuận với kích thước của các hạt này. Thành phần sét càng tăng trong đá trầm tích sẽ khiến cho độ rỗng suy giảm. Ngoài ra, mức độ cổ kết và quá trình xi măng hóa cũng sẽ ảnh hưởng đến độ rỗng của đá. Hơn nữa, điều kiện và môi trường thành tạo có ảnh hưởng rất lớn đến kích thước và thành phần hạt của tầng chứa. Do đó, trong nghiên cứu trầm tích hạt vụn, mô hình tương đá cần được xây dựng để làm cơ sở cho mô phỏng phân bố độ rỗng. Dựa vào cách thức gán giá trị tương đá cho ô lưới, hai phương pháp thường được áp dụng là Object based và Pixel based. Trên mô hình tương vừa thu được phân bố độ rỗng sẽ được xây dựng bằng 2 phương pháp: Phương pháp xác định và phương pháp ngẫu nhiên.

Trong phạm vi bài báo tầng chứa thuộc dạng đá trầm tích hạt vụn nên nhóm nghiên cứu sẽ chỉ tập trung làm rõ quy trình xây dựng mô hình địa chất cho đối tượng này. Một mô hình địa chất được xây dựng hoàn chỉnh bao gồm các bước sau:

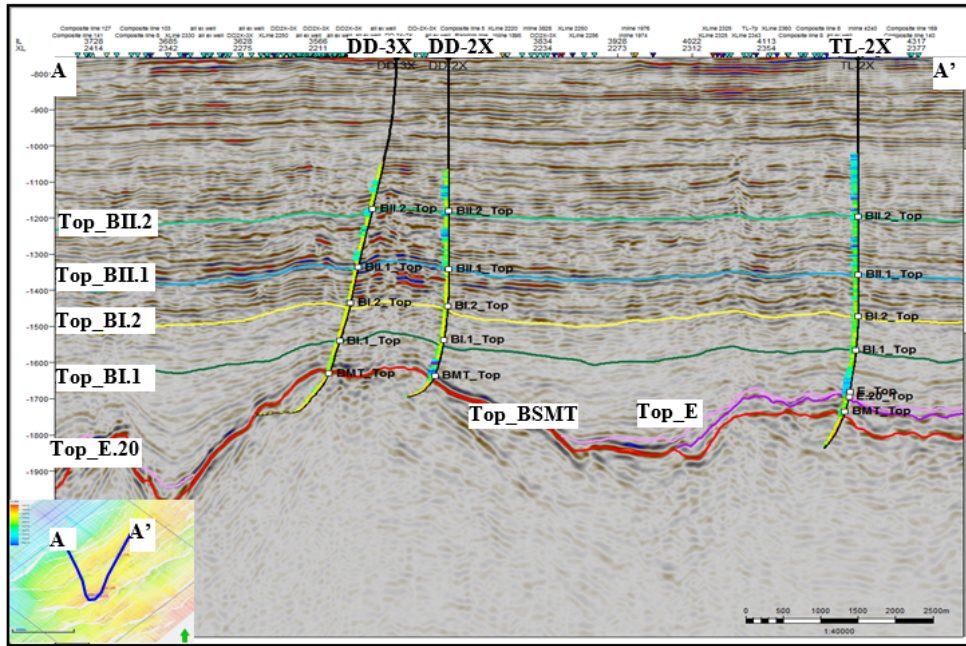
- Kiểm tra chất lượng số liệu đầu vào,
- Nhập dữ liệu đầu vào (well log, seismic),
- Xây dựng mô hình cấu trúc (mô hình đứt gãy, mô hình ô lưới, tạo surface, horizon, zone, layering),
- Tiến hành trung bình hoá giá trị (upscaled) và xây dựng mô hình tương, môi trường,
- Xây dựng mô hình thông số (mô hình độ rỗng, độ thấm, độ bão hoà nước),
- Đánh giá trữ lượng (phương pháp thể tích),
- Đánh giá độ tin cậy của mô hình.

KẾT QUẢ và THẢO LUẬN

Mô hình cấu trúc

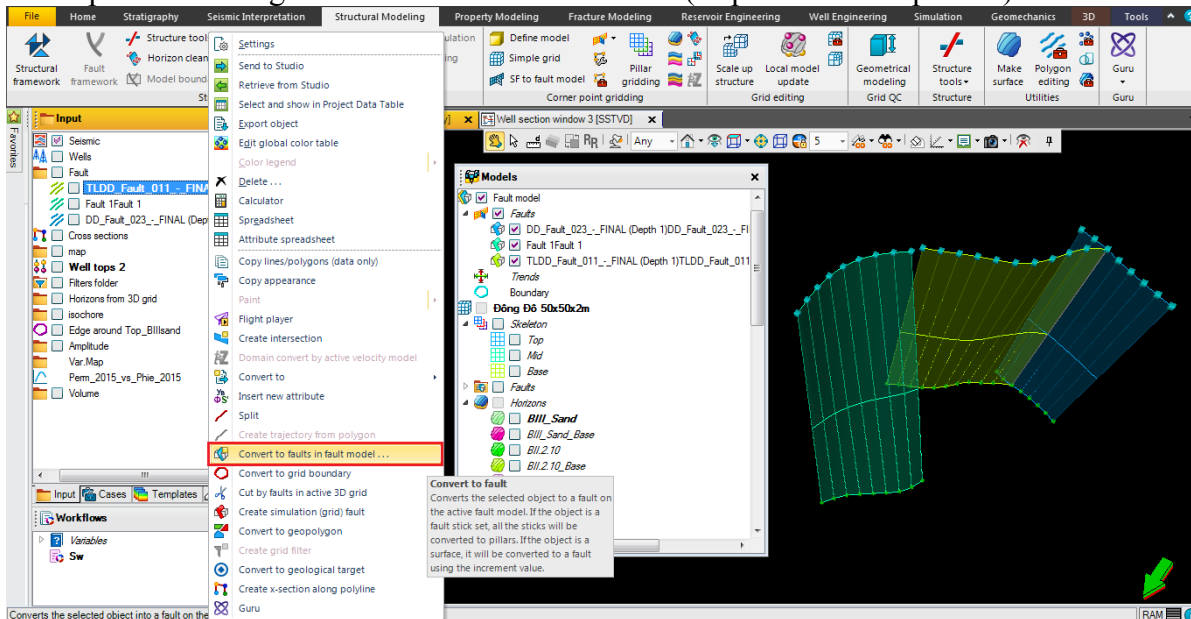
➤ **Mô hình đứt gãy**

Cube địa chấn 3D cho thấy hình ảnh đứt gãy trong móng và trầm tích trong khu vực nghiên cứu tương đối rõ ràng. Hầu hết các đứt gãy chính không chế cấu tạo phát triển hướng ĐB-TN, dựa vào quan sát sự thay đổi dọc theo bề mặt đứt gãy xác định được chúng là các đứt gãy trượt bằng, hệ thống đứt gãy nhỏ hơn phát triển hướng Đông - Tây và TB-ĐN (Hình 6), để hỗ trợ quá trình minh giải đứt gãy khu vực một số thuộc tính địa chấn đặc biệt như Ant tracking, Coherency và Dip Azimuth đã được áp dụng.



Hình 6: Mặt cắt địa chấn dọc giếng khoan DD-3X & 2X [1]

Hệ thống đứt gãy của cấu tạo mỏ Đông Dương sau khi được xác định được gán vào mô hình. Ở đây đứt gãy vẫn chỉ là dạng “thô”. Mô hình đứt gãy đã phủ hết các khoảng không thẳng đứng từ tầng cấu trúc thấp nhất đến tầng cấu trúc cao nhất của mô hình (Top E.20 đến Top BII.2).



Hình 7: Quá trình chuyển đổi dữ liệu từ fault stick sang fault model

➤ **Mô hình ô lưới**

Mô hình mạng ô lưới, hình dạng của đứt gãy phải phù hợp với dữ liệu địa chất cũng như sau khi được thực hiện sẽ đáp ứng được mô hình mô phỏng khai thác sau này. Mạng lưới các ô lưới này được

giới hạn, phân chia bởi các yếu tố như ranh giới (boundary), hướng (trend), đứt gãy (fault) và khu vực (segment).

Do vậy mô hình kích thước ô lưới phải thiết kế đủ nhỏ để phản ánh được mức độ bất đồng nhất của đặc tính cơ lý vỉa và cũng như không quá lớn để đảm bảo cấu hình máy tính có thể chạy được. Thông thường mạng ô lưới được thiết kế cho tầng chứa cát là 100x100m, 50x50m, 25x25m tùy thuộc vào kích thước của mỗi mô hình.

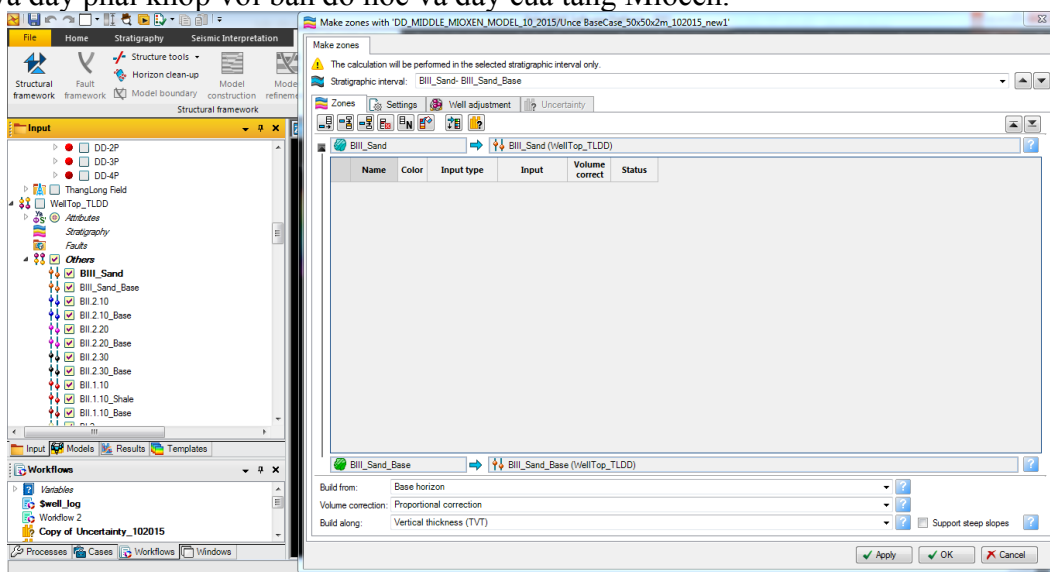
Đối với tầng Mioxen trên mỏ Đông Dương mạng ô lưới có kích thước là 50x50m (I increment & J increment) được chọn, hướng xây dựng của ô lưới theo hướng đứt gãy, chi tiết mngj ô lưới được thể hiện trên bảng 4

Bảng 4: Số liệu mạng ô lưới tầng Miocen trên mỏ Đông Dương

Kích thước ô lưới (m)	50x50x2
Số lượng đứt gãy	13
nI x nJ x nK	96 x 60 x 171
Tổng số ô lưới	984960
Số lượng lớp	171
Số segment	1

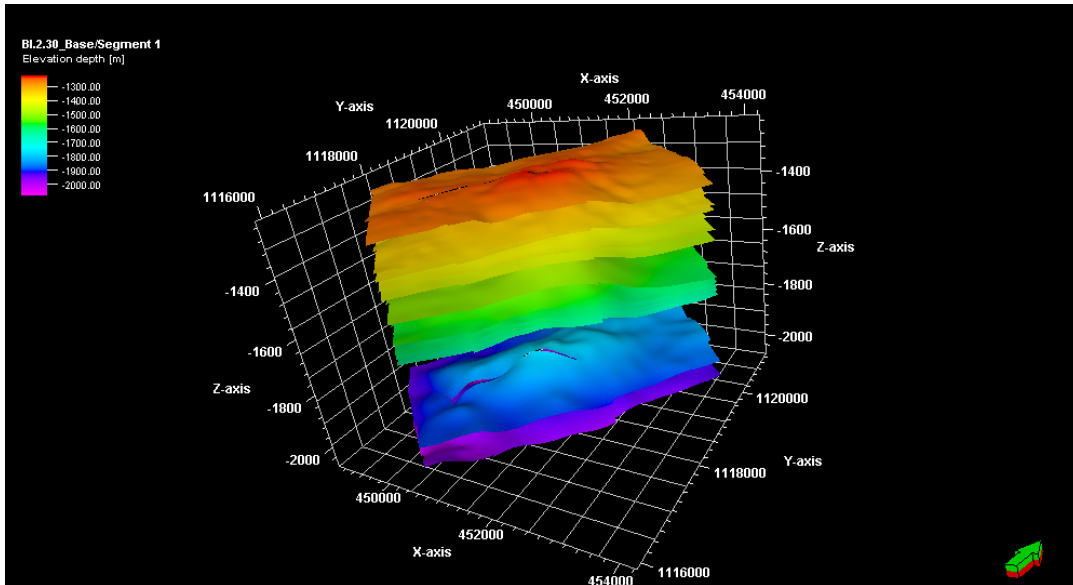
➤ **Tầng cấu trúc địa chất (tạo các surfaces, horizons, zones và layering)**

Sau khi mô hình hệ thống đứt gãy và mô hình mạng lưới hoàn thành ta có bộ khung của mô hình cấu trúc. Khi đó để mô hình cấu trúc hoàn chỉnh các tầng chứa chính cũng cần phải được phải mô hình hoá. Mô hình tầng chứa chính tuổi Miocen trên bao gồm nóc và đáy. Nóc và đáy được tạo ra dựa trên minh giải bề mặt phản xạ địa chấn và sử dụng giá trị well tops là những điểm khống chế, sao cho mô hình nóc và đáy phải khớp với bản đồ nóc và đáy của tầng Miocen.



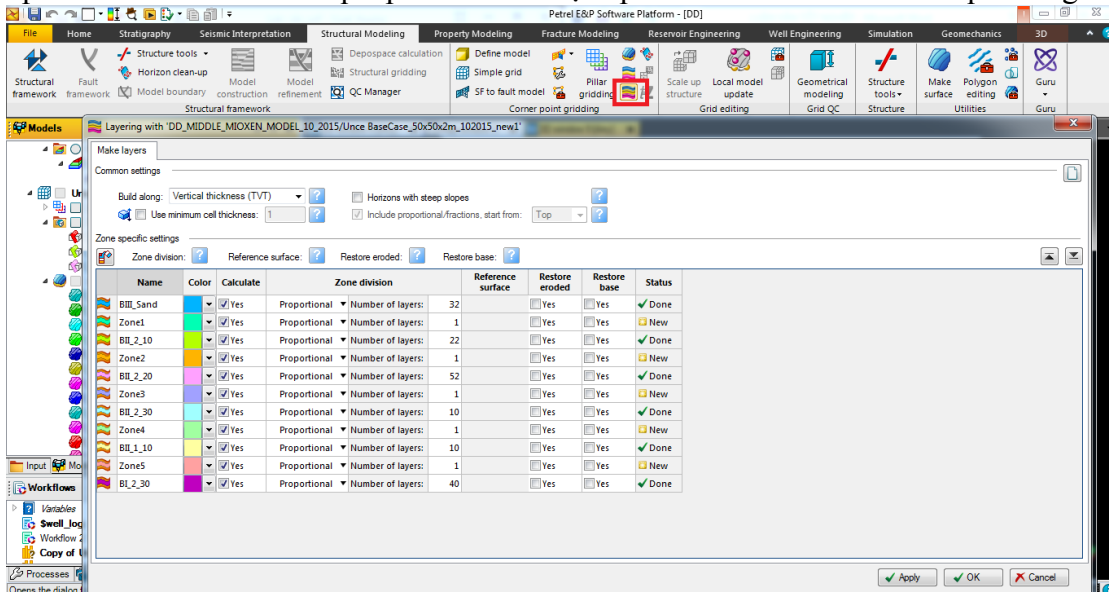
Hình 8: Quá trình tạo các tầng cấu trúc

Sau khi xử lý với dữ liệu của đứt gãy, bề mặt minh giải địa chấn, điểm mốc độ sâu dọc thân giếng, mô hình các ranh giới địa chất được xác định (hình 9).



Hình 9: Các tầng cấu trúc hoàn chỉnh

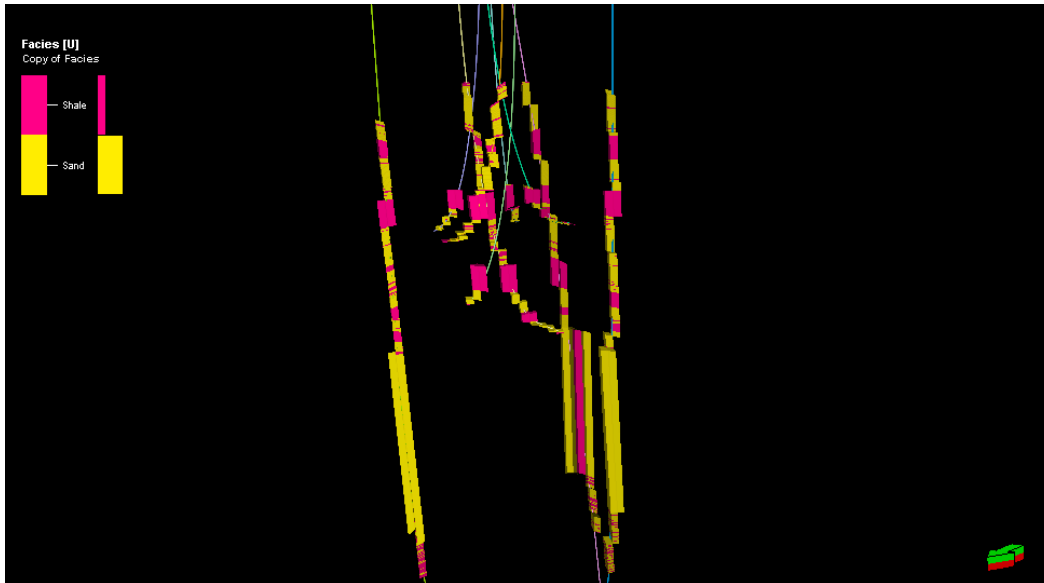
Các tầng chứa dầu chính được chia nhỏ thành các tập vỉa chứa và chắn tương ứng. Các tập vỉa này được phân chia trên cơ sở kết quả phân tích tài liệu áp suất và liên kết vỉa chứa qua các giếng khoan.



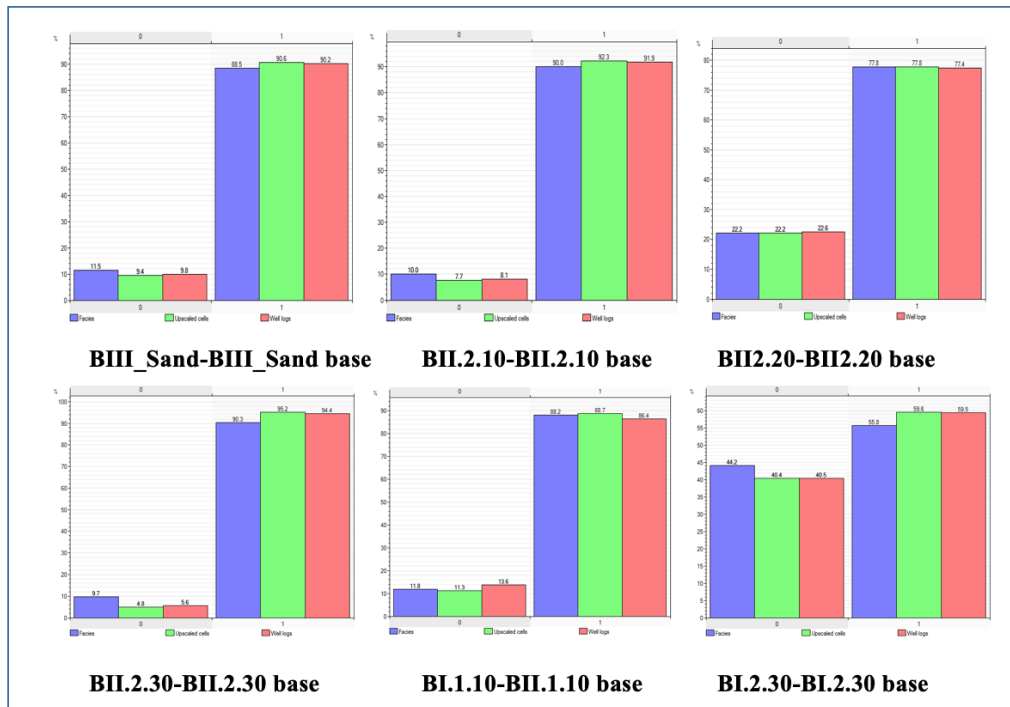
Hình 10: Tạo zones và layers.

Xây dựng mô hình tương

- **Trung bình hoá giá trị well log (Log upscaling):** bởi giá trị đo ĐVL giếng khoan có tỷ lệ chi tiết và rời rạc, mang tính cục bộ, nên trước khi được sử dụng như tài liệu đầu vào cho thiết lập mô hình tương cần được thô hóa. Kết quả thô hóa và kiểm tra độ tin cậy tài liệu giếng khoan được thể hiện trên hình 11.



Hình 11: Phân bố tầng sau khi đã được upscaled tại mỗi giếng

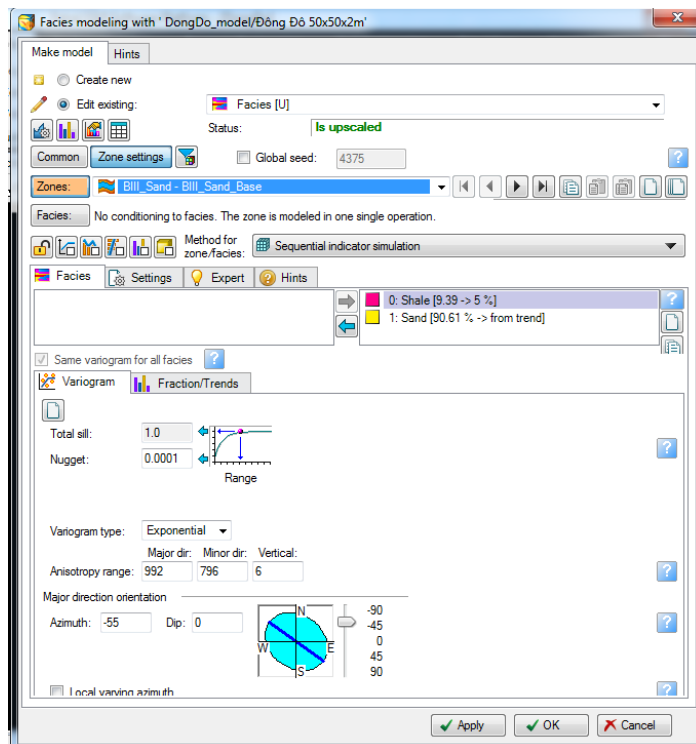


Hình 12: So sánh kết quả giá trị well log, trung bình và mô hình của tương đá

➤ Mô hình tương

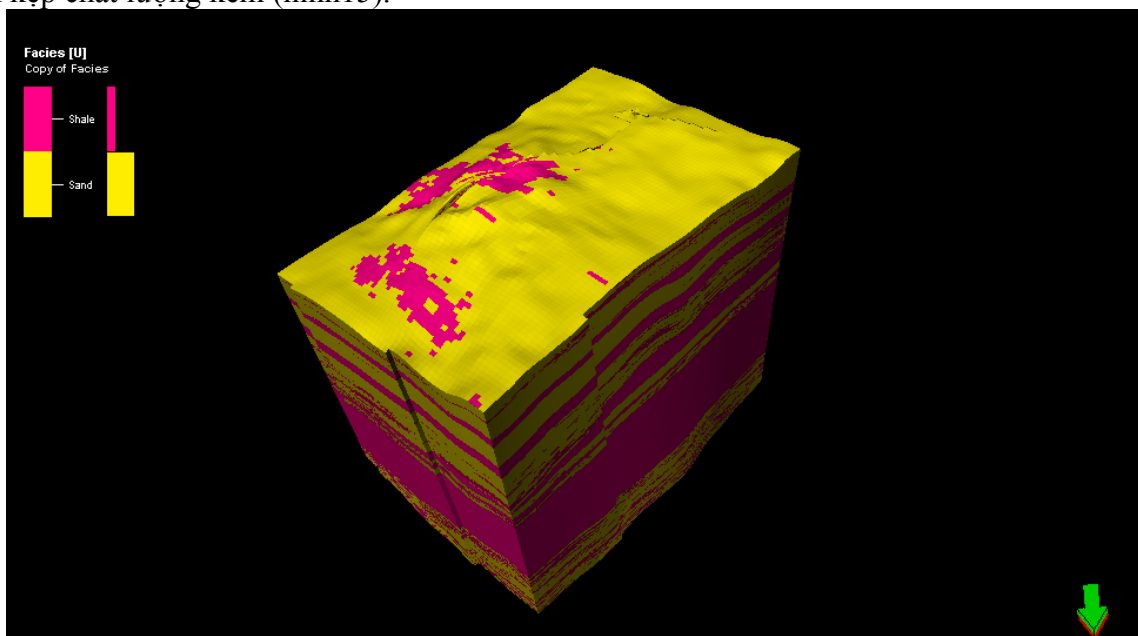
Mô hình tương đóng vai trò quan trọng trong mô hình địa chất, cho phép mô phỏng phân bố của các tầng thạch học và mô trường trầm tích trong các ô lưới thoả mãn điều kiện đã được xác định tại giếng khoan cũng như hình thái địa chất (cả định tính và định lượng) như hình dạng, kích thước, phương của các yếu tố địa chất và đứt gãy, từ đó làm cơ sở để xây dựng mô hình thông số.

Sau khi giá trị well log được thô hóa, mỗi ô sẽ đại diện như là một giá trị đã biết để từ đó làm cơ sở dữ liệu đầu vào cho xây dựng mô hình tương. Mô hình tương được thiết lập bằng hai ứng dụng chính của phương pháp địa thống kê: Object based và Sequencail Indicator Simulation. Mục đích của phương pháp nội suy từ giá trị đã biết ra những vùng lân cận chưa có giá trị.

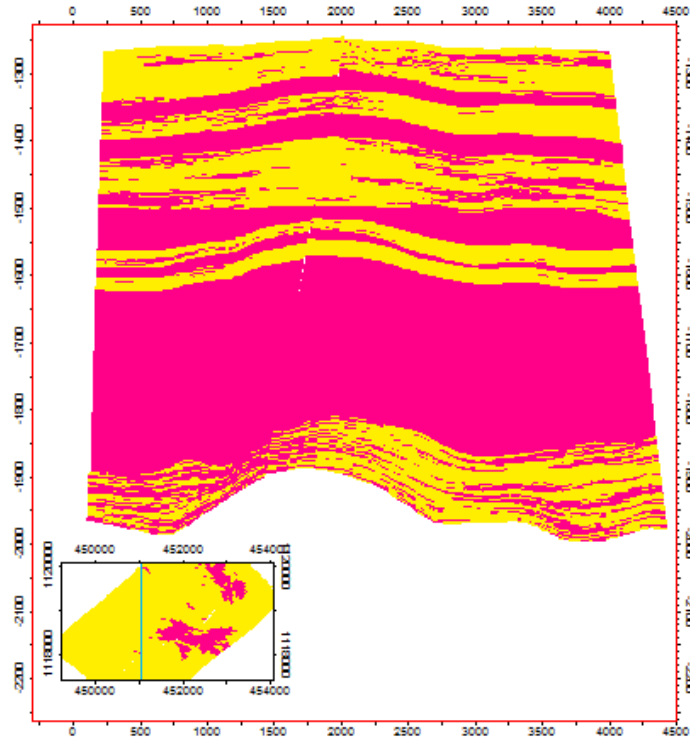


Hình 13: Quá trình xây dựng mô hình tương bằng phương pháp SIS

Việc áp dụng phương pháp SIS đã cho phép xây dựng hoàn thành mô hình tương bằng (hình 14). Có thể thấy trong phạm vi tầng Mioxen có hai tương chính: cát và sét, tương cát chiếm tỷ lệ lớn bị xen kẽ với lớp sét. Vĩa BIII thân cát có bề dày đáng kể, phân bố ổn định, đồng nhất qua các giếng thăm dò, theo kết quả địa vật lý giếng khoan tầng sản phẩm chủ yếu ở nóc của vĩa. Vĩa BII là tầng khai thác chính với bề dày thân cát khá lớn, phân bố tương đối đồng nhất qua các giếng khoan. Vĩa BI thân cát dạng cát sét xen kẽ chất lượng kém (hình15).



Hình 14: Mô hình tương



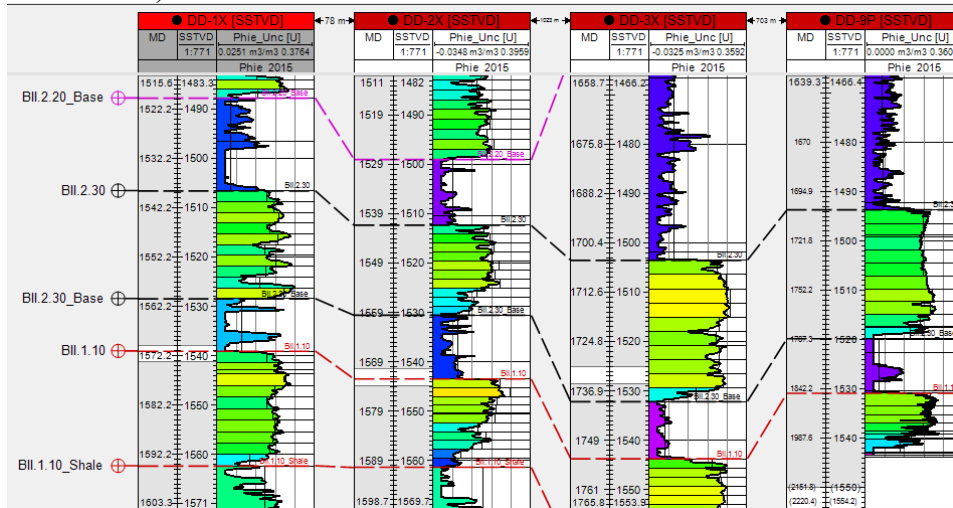
Hình 15: Mặt cắt mô hình tương

Mô hình thông số

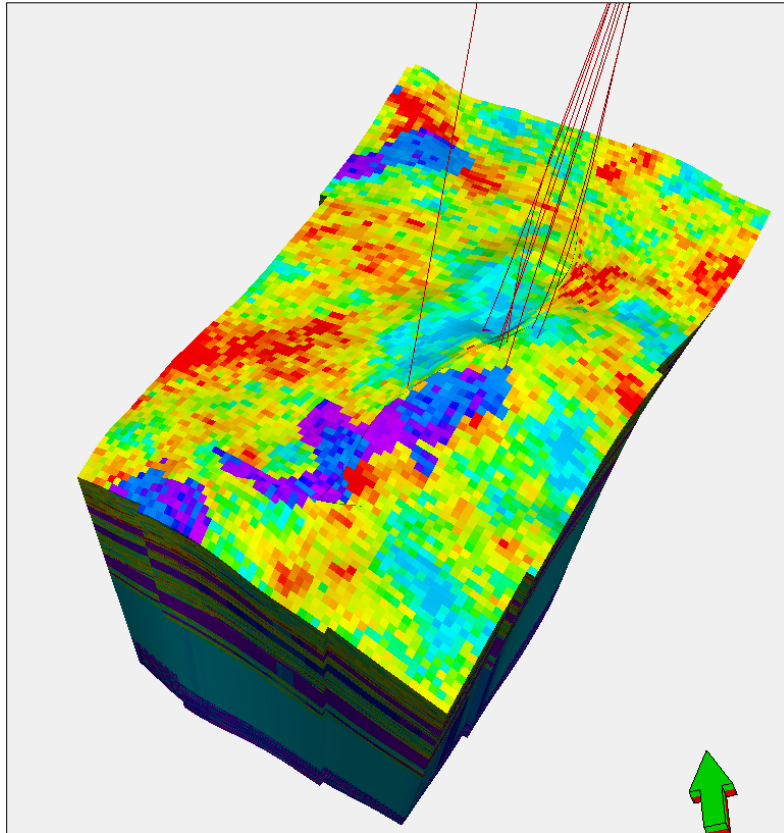
➤ Mô hình độ rỗng

Mô hình phân bố độ rỗng mô tả sự phân bố của độ rỗng (thông số thuộc tính vỉa) trong ô lưới ba chiều. Việc áp phần mềm Petrel cho phép mô hình hóa phân bố độ rỗng bằng nhiều phương thức khác nhau. Cần lưu ý mô hình phân bố độ rỗng được xây dựng dựa vào qui luật phân bố của mô hình tương, vì chỉ như vậy mới thể hiện được tính liên tục của độ rỗng trong mỗi tương địa chất.

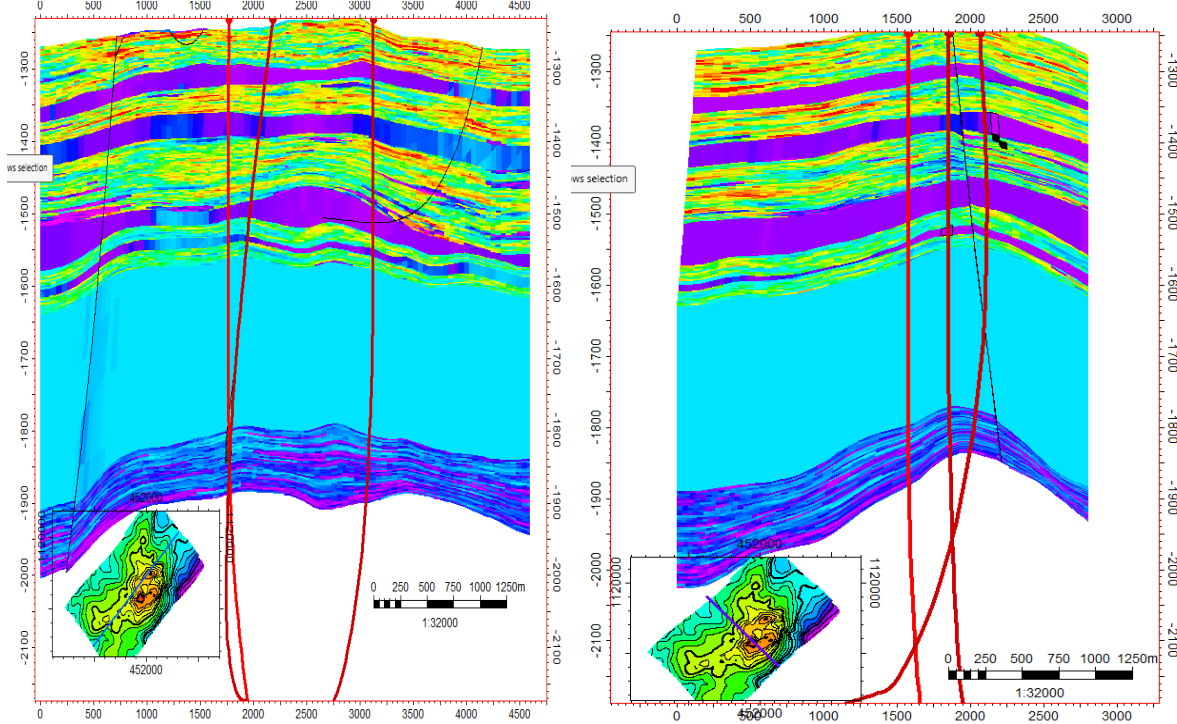
Trong xây dựng mô hình phân bố tham số vỉa các phương pháp được áp dụng phổ biến là xác định (Deterministic) và ngẫu nhiên (Stochastic). Vì dữ liệu thu thập ở mỏ vẫn còn hạn chế và rải rác nên việc sử dụng phương thức tiếp cận phương pháp ngẫu nhiên sẽ giúp chúng ta mô phỏng hợp lý và dễ dàng hơn với nhiều kịch bản để từ đó chọn ra một kết quả phù hợp với điều kiện địa chất của vỉa và dữ liệu đầu vào. Đại diện cho phương pháp ngẫu nhiên đó là phương pháp mô phỏng Sequential Gaussian Simulation (hình 16 và 17).



Hình 16: So sánh kết quả phân bố độ rỗng mô hình và kết quả từ giá trị Well log



Hình 17: Kết quả mô hình độ rỗng trong mô hình

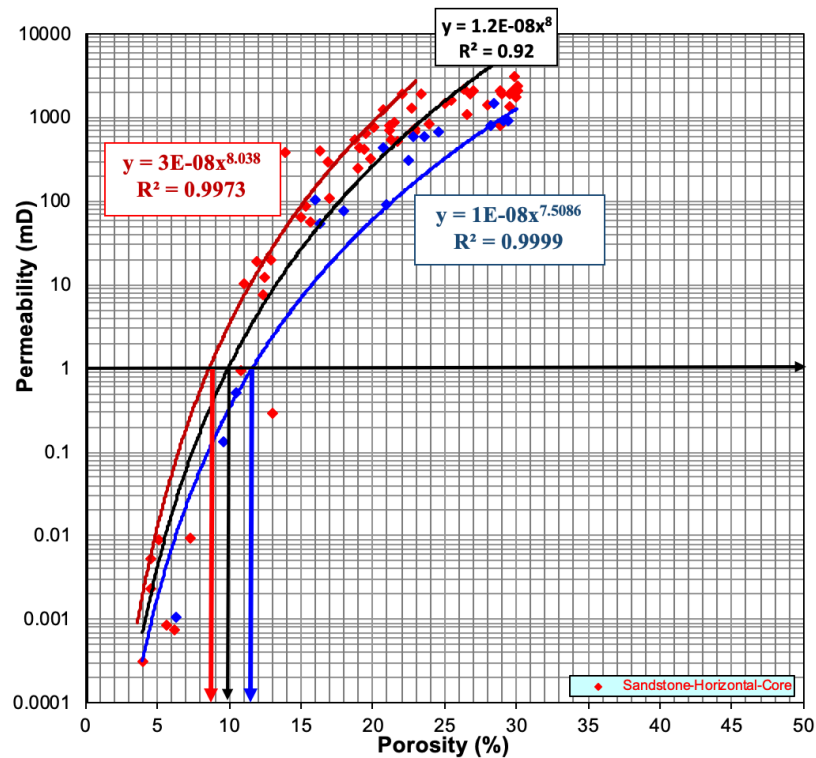


Hình 18 :Mặt cắt mô hình độ rỗng

Kết quả mô phỏng SGS cho ta thấy giá trị độ rỗng trong tầng Mioxen phân bố tốt, sự phân bố độ rỗng phổ biến của mỏ nằm ở 14-30%. Via BI.2.20 cho độ rỗng lớn nhất với giá trị trung bình 26%, via BI.1.10 có giá trị trung bình thấp nhất 14%, đây là kết quả phản ánh đúng theo tính chất vỉa (hình 18).

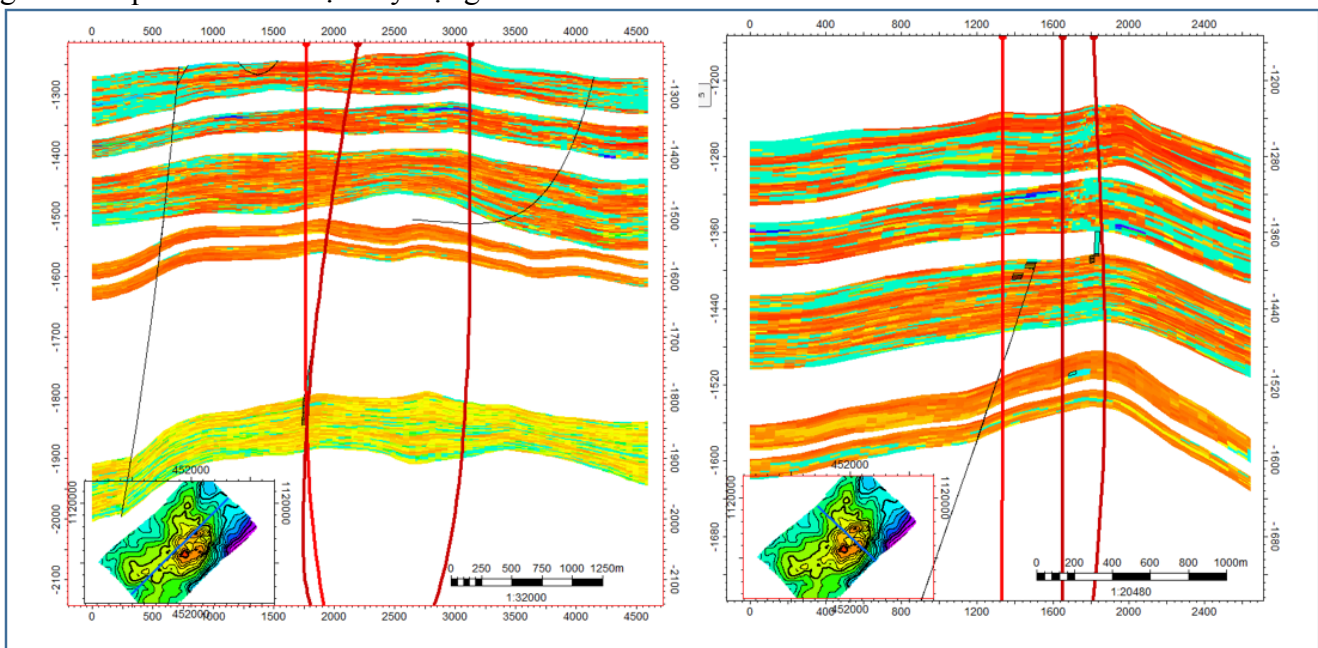
➤ **Mô hình độ thấm**

Khác với giá trị độ rỗng được xác định từ kết quả đo log, độ thấm có thể được xác định từ phân tích mẫu lõi (giá trị chỉ đại diện cho tại vị trí lấy mẫu, vấn đề đặt ra ở đây là làm sao có thể nội suy giá trị tại một điểm lấy mẫu đó ra những vị trí dọc theo giếng khoan). Vấn đề này đối với tầng Mioxen hạ được giải quyết bằng cách sử dụng nhiều kết quả phân tích, nghiên cứu từ đó rút ra được mối tương quan giữa giá trị độ thấm với giá trị độ rỗng (chỉ áp dụng cho thành hệ classic) (hình 19).



Hình 19: Quan hệ độ rỗng và độ thấm tại tầng Mioxen[4]

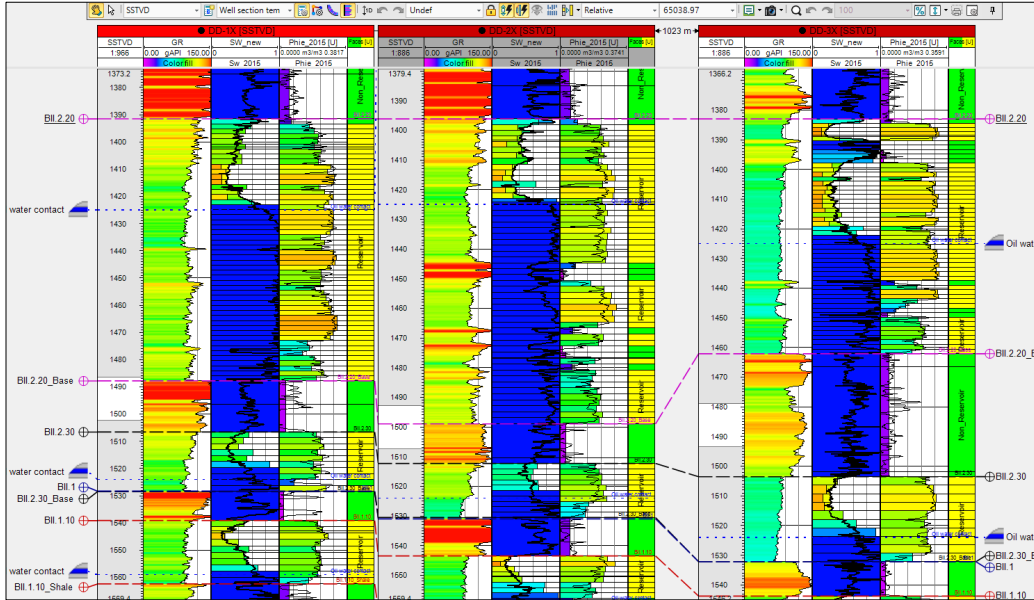
Từ mối quan hệ rỗng thấm, mô hình rỗng thấm sẽ được xây dựng (hình 20). Nhìn chung giá trị độ thấm cao ở tầng Mioxen được phân bố cao ở những khu vực có độ rỗng cao, thể hiện sự chính xác giữa mối quan như đã được xây dựng.



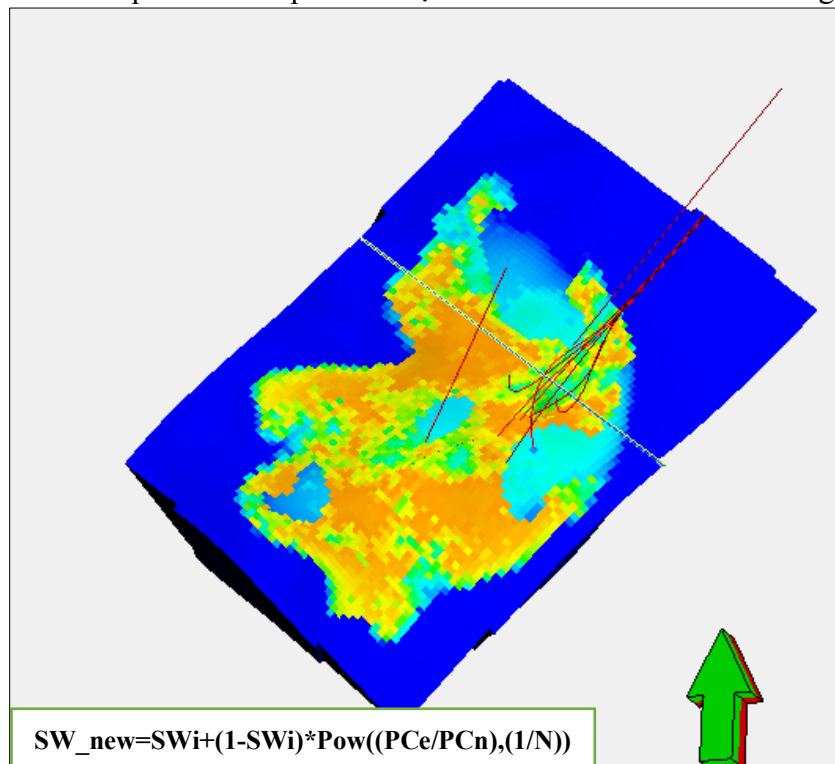
Hình 20: Mặt cắt của mô hình độ thấm

➤ **Mô hình độ bão hoà**

Mô hình độ bão hoà nước được xây dựng dựa trên mô hình phân bố độ rỗng và độ thấm kết hợp với hàm J-Function. Sau khi xây dựng mô hình độ bão hoà kết quả cần được đối chiếu với kết quả địa vật lý giếng khoan để đánh giá độ tin cậy của mô hình. Kết quả sau khi áp dụng J-Function được so sánh với kết quả well log (đường màu đen) (hình 21). Kết quả có mức độ tương đồng khá cao, phản ánh đúng bản chất của môi trường thạch học của vỉa. Điều đó chứng tỏ mô hình phân bố độ bão hoà nước theo J-Function có độ tin cậy cao.



Hình 21: So sánh kết quả mô hình phân bố độ bão hoà nước theo hàm J với giá trị well log



Hình 22: Mô hình độ bão hoà được tính toán theo hàm J

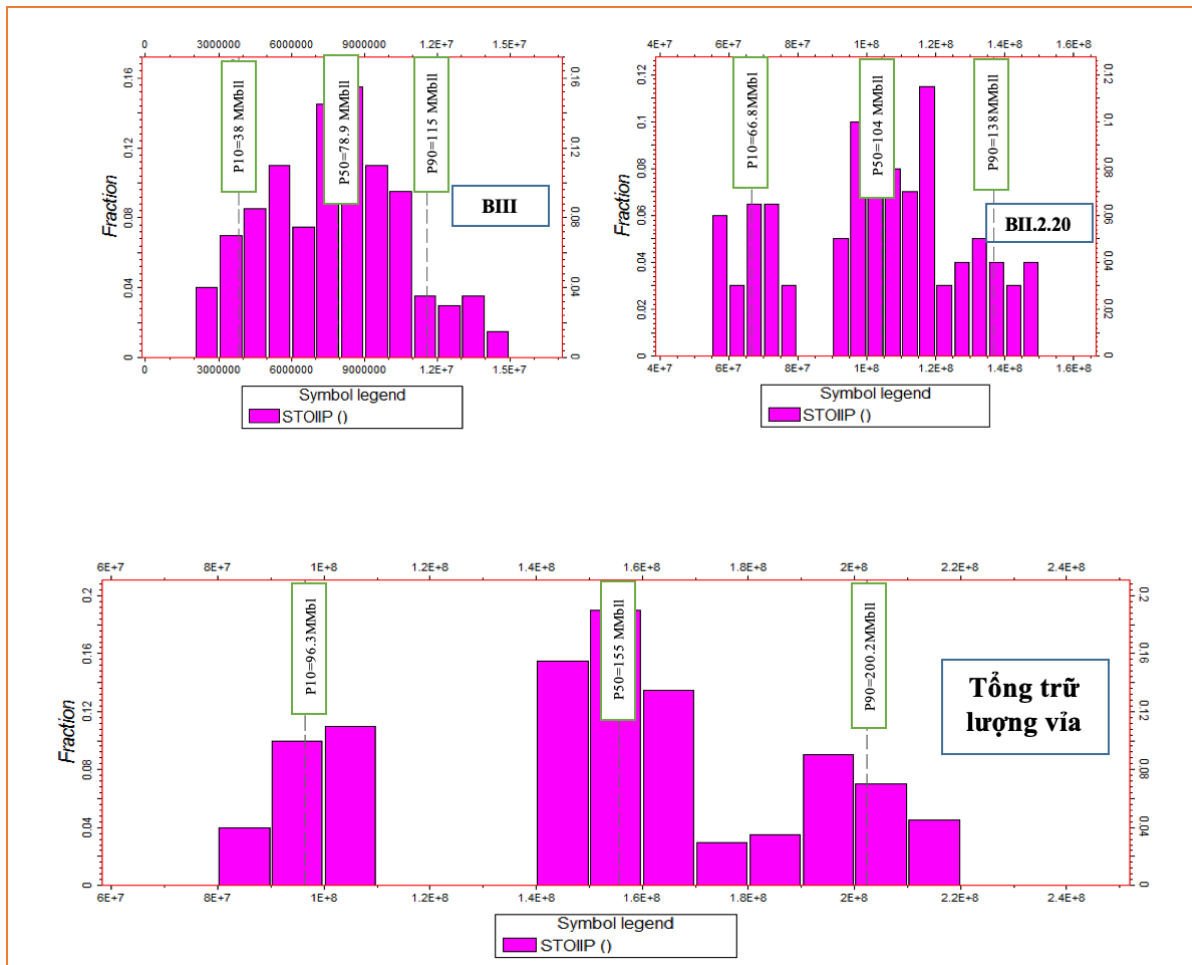
Tính toán trữ lượng dầu tại chỗ

Trữ lượng dầu tại chỗ được tính dựa trên phương pháp thể tích được áp dụng cho từng ô. Các giá trị đầu vào được lấy từ các mô hình thông số đã được xây dựng. Kết quả cuối cùng của mô hình đó là tổng giá trị tất cả các ô. Trữ lượng dầu tại chỗ được tính theo công thức:

$$OIIIP=6.291*BRV*N/G*Phie*(1-Sw_J)/Bo$$

Trong đó:

- BRV (103 m³) là thể tích đá chứa khu vực tính trữ lượng (được tính toán trong mô hình)
- N/G là tỷ số chiều dày hiệu dụng trên chiều dày tổng của vỉa chứa
- Phie là giá trị độ rỗng hiệu dụng
- Sw_J là giá trị độ bão hòa tính theo hàm J
- 6.291 là hệ số chuyển đổi đơn vị thùng (stb) sang m³
- Bo là hệ số thể tích thành hệ của dầu



Hình 23: Phân bố xác suất của trữ lượng tại chỗ 2P đối với dầu sau khi chạy 200 trường hợp

Kết quả tính toán trữ lượng của mô hình bằng phương pháp thể tích, so sánh kết quả với báo cáo trữ lượng dầu khí (RAR) thì không có sự sai khác quá lớn, độ sai lệch giữa hai kết quả tính toán là <10%, nằm trong giới hạn cho phép (bảng 5). Kết quả tính toán từ mô hình địa chất 3D ước tính tương đối chính xác trữ lượng dầu khí tại vỉa chứa, từ đó có thể áp dụng để đánh giá tiềm năng thương mại và phục vụ ra quyết định phát triển mỏ sau này.

Bảng 5: So sánh kết quả trữ lượng tầng chứa Mioxen mỏ Đông Dương từ mô hình và phương pháp thể tích.

Via chứa chính	So sánh trữ lượng tại chỗ cấp 2P (triệu thùng dầu)		Sai Khác (Mô hình – RAR)	
	Báo cáo trữ lượng (RAR)	Mô hình địa chất	(MMbbl)	(%)
BIII Sand	8.2	7.53	-0.67	-8.1
BII.2.10	1.6	1.5	-0.1	-6.25
BII.2.20	101.5	101.23	-0.27	-0.27
BII.2.30	24.4	22.23	-2.17	-8.89
BII.1.10	19.6	17.88	-1.72	-8.7
BI.2.30	3.2	2.57	-0.63	-19.68
Tổng trữ lượng	158.5	152.94	-5.56	-3.5

Nhận Xét: dựa vào bảng 5, kết quả đánh giá trữ lượng từ mô hình cho thấy độ đáng tin cậy cao với sự sai lệch 3.5% so với báo cáo trữ lượng (RAR), đã khẳng định độ tin cậy của kết quả xây dựng mô hình địa chất 3 chiều.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận:

Mô hình địa chất 3D của mỏ Đông Dương được xây dựng dựa trên ứng dụng của các phương pháp địa thống kê, phương pháp mô phỏng ngẫu nhiên được sử dụng để biểu diễn tính đồng nhất của vỉa cũng như đưa ra các mô hình thuộc tính.

Mô hình cấu trúc được xây dựng tỉ mỉ bao gồm 3 đứt gãy chính theo hướng Đông Bắc – Tây Nam, các phân lớp được biểu hiện rõ trên mô hình không có sự trùng lặp, các lớp lưới không bị kéo xoắn. Qua đó mô hình cấu trúc thể hiện rõ nét dạng bẫy, làm tiền đề để xây dựng tiếp tục các mô hình tương và tham số vật lý.

Mô hình tương được xây dựng theo phương pháp SIS, thể hiện rõ được hàm lượng cát sét phân bố tại mỗi vỉa. Mô hình độ rỗng sử dụng phương pháp SGS dựa trên mô hình tương đã được xây dựng. Mô hình độ thấm được suy ra từ mối quan hệ rỗng - thấm qua khảo sát các mẫu lõi. Mô hình bão hoà nước được xây dựng trên hàm J và các mô hình đã xây dựng. Kết quả các mô hình thể hiện tương đồng những xu hướng chung xuất hiện trong vỉa. Độ rỗng và độ thấm của vỉa càng cao thì độ bão hoà nước càng nhỏ và ngược lại.

Quá trình kiểm tra độ chính xác của mô hình được tiến hành bằng cách so sánh dữ liệu từ mô hình và dữ liệu đầu vào (địa chấn, địa chất, báo cáo trữ lượng tại chỗ) cho thấy rằng không có sự sai lệch nào quá giới hạn cho phép.

Kiến nghị: Sự hạn chế về tài liệu mẫu lõi cũng như các nghiên cứu chi tiết về tướng môi trường trầm tích đã ảnh hưởng không nhỏ đến kết quả xây dựng mô hình tướng đá và kết quả trữ lượng dầu tại chỗ. Trong giai đoạn tiếp theo cần cập nhật thêm tài liệu mẫu lõi, đầu tư nghiên cứu kỹ hơn về tướng và môi trường trầm tích, chỉnh sửa mô hình cho khớp hoá với dữ liệu đầu vào giảm thiểu sự sai sót đặc biệt là ảnh hưởng đến việc đánh giá trữ lượng tại chỗ của dầu.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn sự trợ giúp kỹ thuật và đóng góp cho bài báo của đồng nghiệp từ Trường ĐH Bách Khoa Tp Hồ Chí Minh, Liên danh Việt Nga, Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí.

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số **C2020-20-26**. Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian và phương tiện vật chất cho nghiên cứu này.

Danh mục từ viết tắt

RAR: Báo cáo đánh giá trữ lượng

MMbbl: Đơn vị đo trữ lượng dầu, triệu thùng

BRV: Tích khối đá chứa

Sequential Gaussian Simulation: Phương pháp mô phỏng tuần tự hàm Gaussian

Sequential Indicator Simulation: Phương pháp mô phỏng ngẫu nhiên dựa trên ma trận ô mạng

Object based: Phương pháp mô phỏng ngẫu nhiên dựa trên cơ sở hình thể địa chất

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Tài liệu PVEP- chi nhánh Trung Tâm Kỹ thuật “Quy trình xây dựng mô hình địa chất mỏ”

[2] Schlumberger (2010), “Petrel introduction G&G Course”

[3] Tài liệu PVEP “Địa chất dầu khí Việt Nam Lô 01-02/97”

[4] Tài liệu nội bộ PVEP: “Đánh giá trữ lượng tiềm năng dầu khí còn lại, lô 02/97 – bồn trũng Cửu Long”

[5] Mohan Kellar and Godofredo Perez (1989), “Applied Geostatistic for Reservoir Characterization”.

[6] Fadila Bessa, at the Department of Earth Sciences of the University of Hamburg “Reservoir Characterization and Reservoir Modeling in the Northwestern part of Hassi Messaoud Field, Algeria”. PhD thesis 2004

[7] Buraq Adnan Al-Baldawi, University of Baghdad: ‘Building A 3D Geological model Using Petrel Software for Asmari Reservoir, South Eastern Iraq’. Iraqi Journal of Science, 2015, Vol 56, No.2C, pp: 1750-1762

[8] Shao Yan-lin, Zheng Ai-ling, He You-bin, Xiao Ke-yan: ‘3D Geological Modeling and Its Application under Complex Geological Conditions’. Procedia Engineering 12 (2011)41–46

[9] George Asquith and Charles Gibson: Basic Well Log Analysis for Geologists.

[10] Chris Perry and Kevin Taylor (2007), “Environmental Sedimentology”, Department of Environmental and Geographical Sciences.

[11] Mohan Kellar and Godofredo Perez (1989), “Applied Geostatistics For Reservoir Characterization”