

Ứng dụng mô hình địa chất 3D trong đánh giá trữ lượng dầu tại chỗ mỏ Đông Dương thuộc Lô 02/97, bồn trũng Cửu Long

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



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

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. Mô hình địa chất 3D của mỏ Đông Dương với chu trình được thiết lập trên cơ sở ứng dụng của các phương pháp địa thống kê, mô phỏng ngẫu nhiên và được áp dụng để diễn tả tính đồng nhất của vỉa cũng như xây dựng các mô hình thuộc tính. 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.

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

¹Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM, Việt Nam

²Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Trần Văn Xuân, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM, Việt Nam

Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: tvxuan@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 14-5-2021
- Ngày chấp nhận: 27-8-2021
- Ngày đăng: 04-9-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4iS13.838



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



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^{1,2}, 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 chiều³.

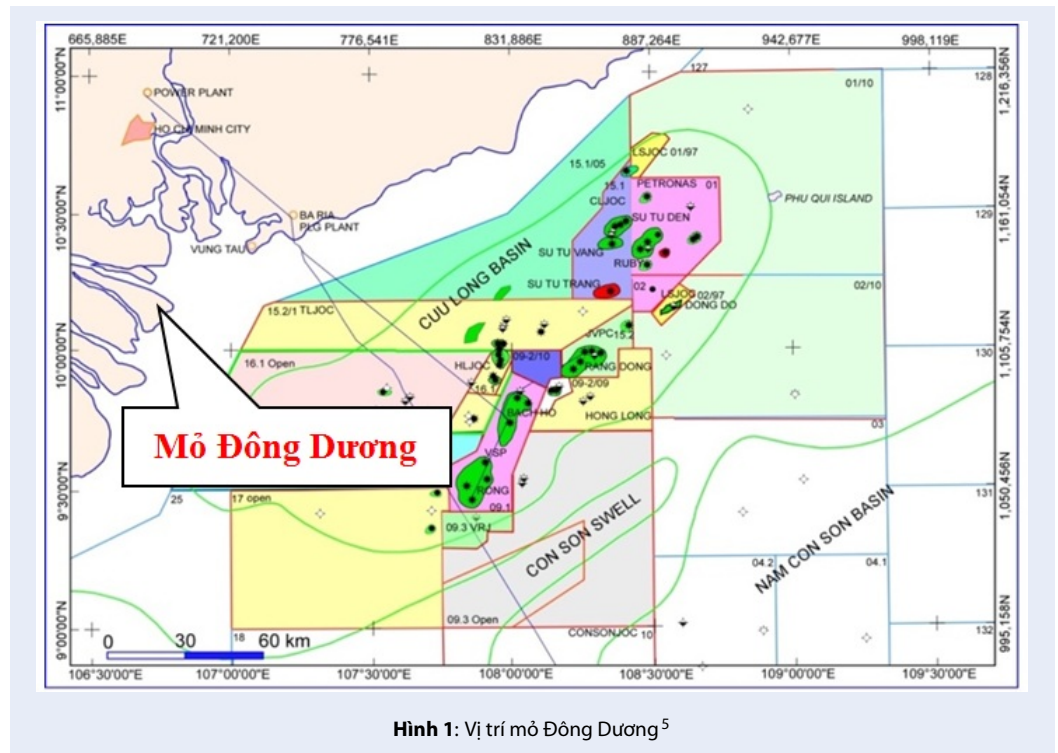
Đến nay các nghiên cứu liên quan đến xây dựng mô hình địa chất ba chiều sử dụng trong công nghiệp dầu khí tại Việt Nam chủ yếu áp dụng các phương pháp tiếp cận và kết quả nghiên cứu trên thế giới⁴. Kết quả áp dụng cho các đối tượng dầu khí trong nước được trình bày phần lớn thông qua các báo cáo phát 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 nghiên cứu tầng chứa thuộc dạng đá trầm tích hạt vụn có 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 Bồn trũng 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.

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 Plioxen đến hiện tại (Thành hệ Biển Đông, Tập A), Mioxen trên (Thành hệ Đông Nai, Tập BIII), Mioxen giữa (Thành hệ Côn Sơn trên-dưới, Tập BII.2 và BII.1), Mioxen dưới (Thành hệ Bạch Hổ trên-

Trích dẫn bài báo này: Tuấn N, Xuân T V, Khả N X, Thanh T Q, Lân T D, Triều T T. **Ứng dụng mô hình địa chất 3D trong đánh giá trữ lượng dầu tại chỗ mỏ Đông Dương thuộc Lô 02/97, bồn trũng Cửu Long**. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 4(S13):SI23-SI41.



Hình 1: Vị trí mô Đông Dương⁵

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. Mô Đông Đô có các đới chứa dầu là cát kết của thành hệ Đồng Nai (Via BIII), thành hệ Côn Sơn trên (Via BII.2.20, BII.2.30), thành hệ Côn Sơn dưới (Via BII.1.10), thành hệ Bạch Hổ trên (Via BI.2.30) và móng trước Đệ Tam (Bảng 1).

Đặc điểm bẫy chứa của mô 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).

CƠ SỞ DỮ 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 HFCEM 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 đới đứt gãy trong móng. Do đó, tác giả nghiên cứu thấy rằng việc sử dụng cube địa chấn 3D HFCEM cho nghiên cứu này là tối ưu so với các cube địa chấn hiện có.

- Tài liệu minh giải:

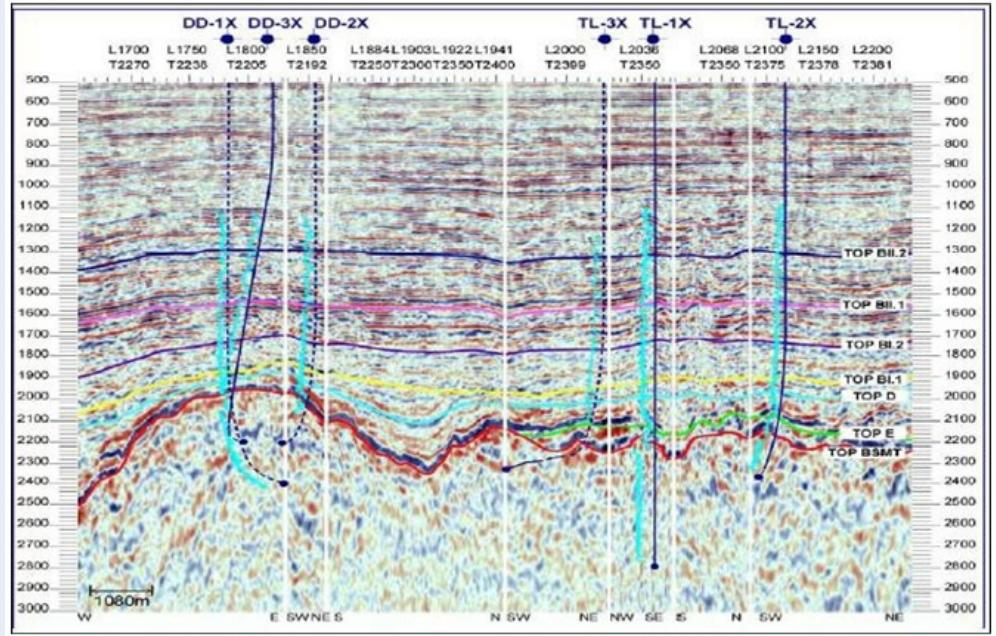
Các tài liệu minh giải bao gồm các horizon, fault stick minh giải trong miền depth, fault polygons, và các bản đồ time-depth. Các minh giải horizon bao gồm: BSMT, Top E, Top E-20, Top BI.1, Top BI.2, Top BII.1, Top BII.2. Ngoài các bản đồ trong miền Time-Depth cho các mặt phản xạ chính, cũng cung cấp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

Mô Đông Dương: bản đồ các tập vỉa BII.2.10, BII.2.20, BII.2.30, BII.1.10, BI.2.30

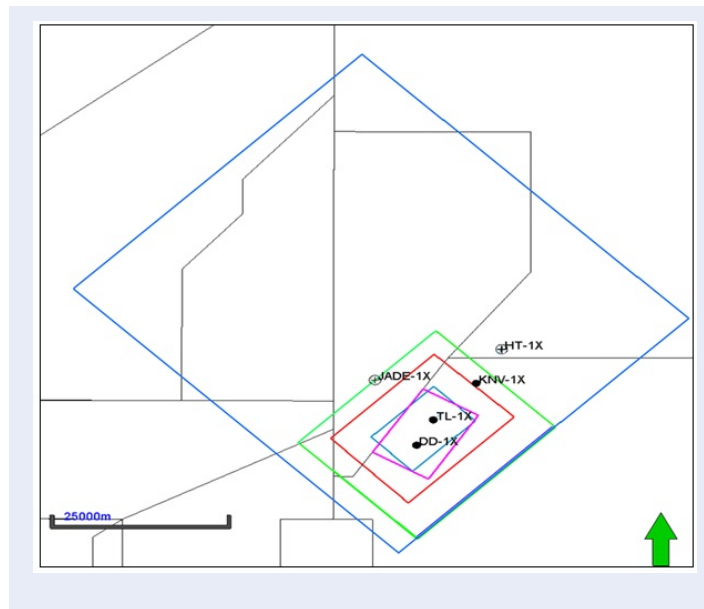
- Tài liệu VSP/Check shot và cube vận tốc:

- 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.



Hình 2: Mặt cắt địa chấn qua mỏ Đông Dương⁵



Hình 3: Các cube địa chấn 3D khu vực nghiên cứu⁶

Tài liệu giếng khoan

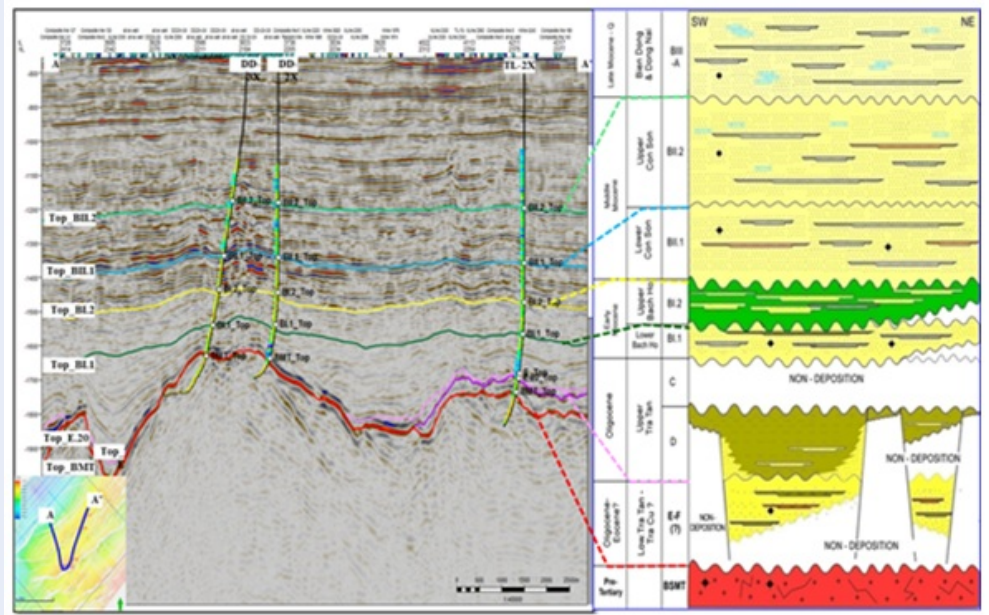
Tổng số 21 giếng khoan đã được khoan trong khu vực lô 02/97, trong đó 9 giếng khoan khu vực mỏ Đông Dương (02/97-DD-1X, 2X, 3X, 3P, 9P, 6P, 7P, 2P, 4P). Các tài liệu Wireline log, các kết quả minh giải tài liệu ĐVL GK 2015, tài liệu DST, MDT/RCI, tài liệu Mud-log đã thu thập được chi tiết như Bảng 3.

Bảng 1: Phân chia địa tầng mở Đồng Dương⁶

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 Hổ Trên (BI.2)	1764,9	1732,7	1971,0	1724,4	1768,9	1738,4
Bạch Hổ 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

Bảng 2: Các thông số của cube địa chấn qua các thời kỳ⁵

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



Hình 4: Các mặt phân xạ chính khu vực nghiên cứu⁶

S127

Bảng 3: Tổng hợp số liệu ĐVL GK khu vực mỏ Đông Dương⁷

No	Well	TD (mMD/ mTVDSS)	Well Log Curve (Clastic section)								Interpretation log			Mater log	Core	RCI/!	DST
			CAL	GR	LLD	LLS	MSFI	NPHI	RHOB	DT	VCL	PHIE	SW				
1	DD-1X	3108/ 2402.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x
2	DD-2X	2534/ 2204.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	DD-3X	3358/ 2200	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	DD-2P	1801/ 1410.8	Available (1521- 1783)	x	x	x	x	Available (1521- 1783)	Available (1521- 1783)	Available (1521- 1783)	Available (1521- 1783)	Available (1521- 1783)	Available (1521- 1783)	x	-	-	Clean up
5	DD-3P	2042/ 1543	Available (850- 1195;- 1534- 1777)	x	x	x	x	Available (850- 1195;- 1534- 1777)	Available (850- 1195;- 1534- 1777)	Available (850- 1195;- 1534- 1777)	Available (850- 1195;- 1534- 1777)	Available (850- 1195;- 1534- 1777)	Available (850-1195;- 1534-1777)	x	-	-	Clean up
6	DD-4P	1776/ 1412.5	Available (1554- 1712)	x	x	x	x	Available (1554- 1712)	Available (1554- 1712)	Available (1554- 1712)	Available (1554- 1712)	Available (1554- 1712)	Available (1554- 1712)	x	-	-	Clean up
7	DD-6P	1800/ 1506.6	Available (1516- 1749)	x	x	x	x	Available (1516- 1749)	Available (1516- 1749)	Available (1516- 1749)	Available (1516- 1749)	Available (1516- 1749)	Available (1516- 1749)	x	-	-	Clean up
8	DD-7P	1800/ 1408.2	Available (1696- 1796)	x	x	x	x	Available (1696- 1796)	Available (1696- 1796)	Available (1696- 1796)	Available (1696- 1796)	Available (1696- 1796)	Available (1696- 1796)	x	-	x	Clean up
9	DD-9P	1738/ 1409	Available (1221- 2010)	x	x	x	x	Available (1221- 2010)	Available (1221- 2010)	Available (1221- 2010)	Available (1221- 2010)	Available (1221- 2010)	Available (1221- 2010)	x	-	x	Clean up

Các báo cáo, nghiên cứu, đánh giá địa chất – địa vật lý

Các tài liệu báo cáo, nghiên cứu, đánh giá trước đây được thu thập gồm kết quả nghiên cứu tổng quan khu vực, đối tượng nghiên cứu, phân tích mâu thuẫn, chất lưu vỉa, thử vỉa và báo cáo đánh giá trữ lượng: TL-DD RAR 2008, TL-DD RAR 2010, TL-DD RAR 2015.

HỆ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Quy trình xây dựng mô hình

Mô hình hóa là một phương pháp khá phổ biến trong các lĩnh vực khoa học kỹ thuật ngày nay, trong lĩnh vực tìm kiếm thăm dò và khai thác dầu khí mô hình hóa vẫn còn là một công cụ hữu hiệu đặc dụng. Mô hình hóa là xây dựng hình ảnh đa chiều cho một đối tượng nghiên cứu, cụ thể trong lĩnh vực tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí thì đối tượng là các vỉa chứa dầu khí¹. Việc mô hình hóa vỉa dầu 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.

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 khí⁹. 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 vỉa ra đời ứng dụng cho từng trường hợp riêng biệt¹⁰. 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 sinh¹⁰. 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 rỗng¹¹. 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

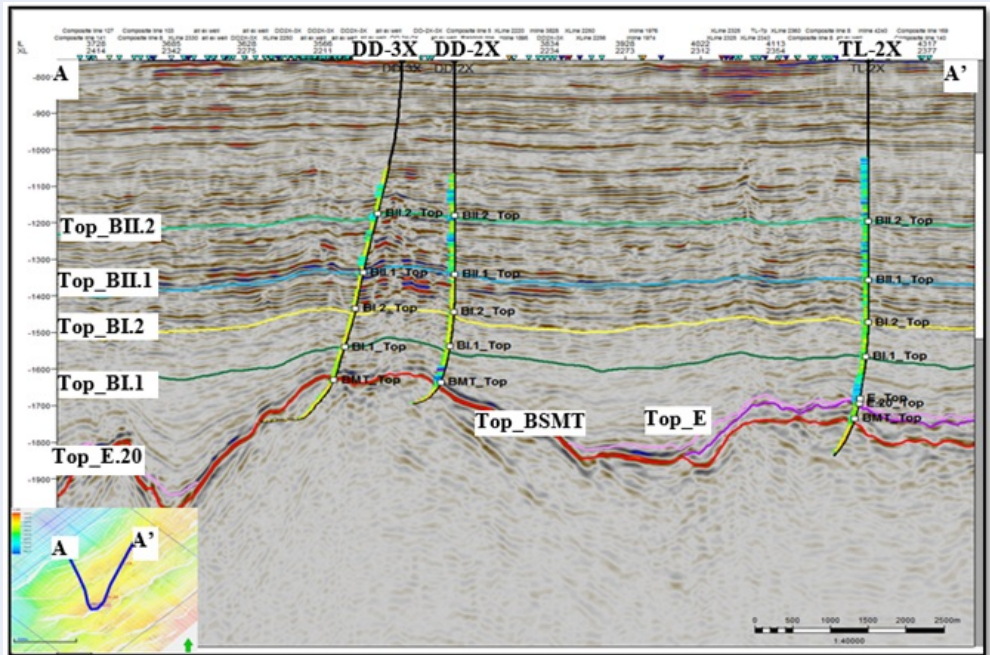
Cube địa chấn 3D cho thấy hình ảnh đứt gãy trong móng và trầm tích trong khu vực nghiên cứu tương đối rõ ràng. Hầu hết các đứt gãy chính không chế cấu tạo phát triển hướng ĐB-TN, dựa vào quan sát sự thay đổi dọc theo bề mặt đứt gãy xác định được chúng là các đứt gãy trượt bằng, hệ thống đứt gãy nhỏ hơn 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.

Hệ thống đứt gãy 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)

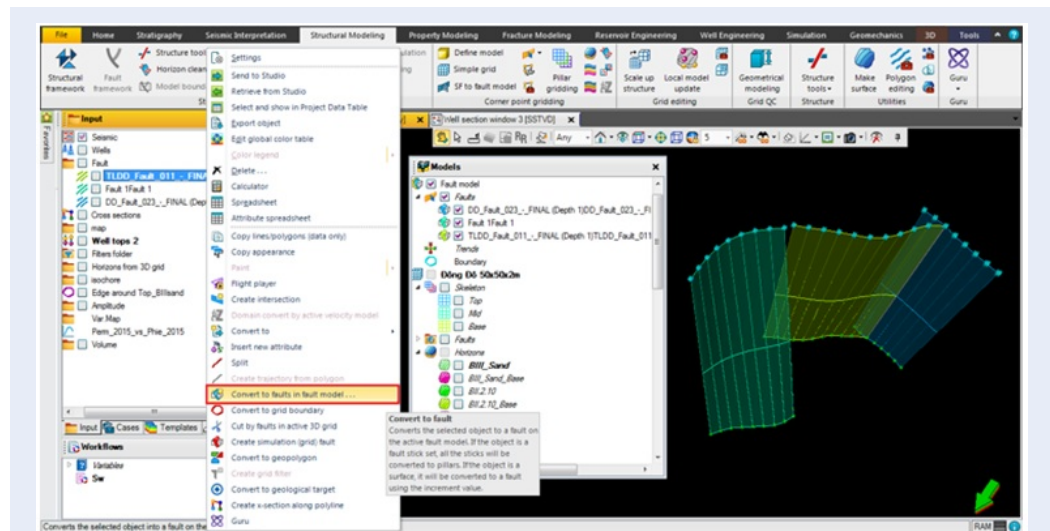
- Mô hình ô lưới



Hình 5: Các bước xây dựng mô hình 3D⁸



Hình 6: Mặt cắt địa chấn dọc giếng khoan DD-3X & 2X⁵



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

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

- **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 Mioxen thượng bao gồm nóc và đáy. Nóc và đáy được tạo ra dựa trên minh giải bề mặt phân 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 Mioxen. (Hình 8)

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).

Các tầng chứa dầu chính được chia nhỏ thành các tập vỉa chứa và chấn 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)

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 và Hình 12.

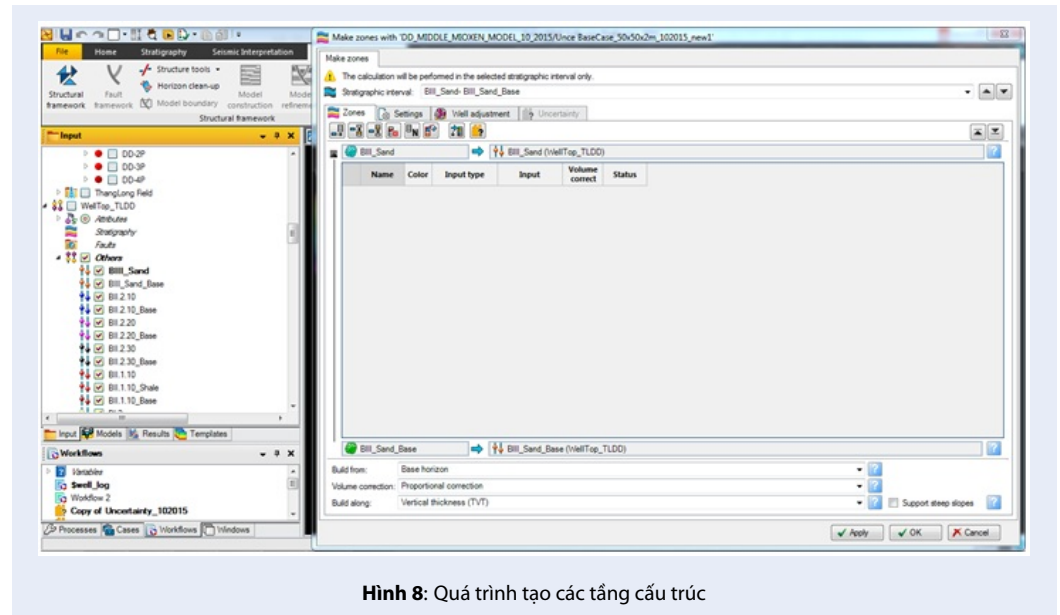
- **Mô hình tương**

Mô hình tương đóng vai trò quan trọng trong mô hình địa chất, cho phép mô phỏng phân bố của các tương thạch học và môi 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.

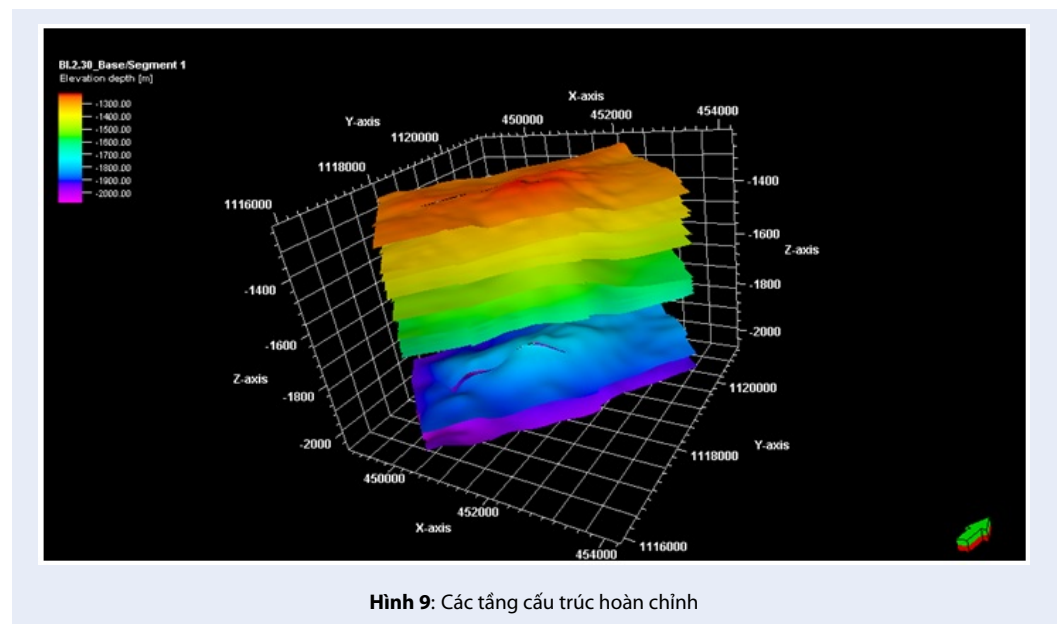
Sau khi giá trị well log được thô hóa, mỗi ô sẽ đại diện như là một giá trị đã biết để từ đó làm cơ sở dữ liệu đầu vào cho xây dựng mô hình tương. Mô hình tương được thiết lập bằng hai ứng dụng chính của phương pháp địa thống kê: Object based và Sequencail Indicator Simulation. Mục đích của phương pháp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

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

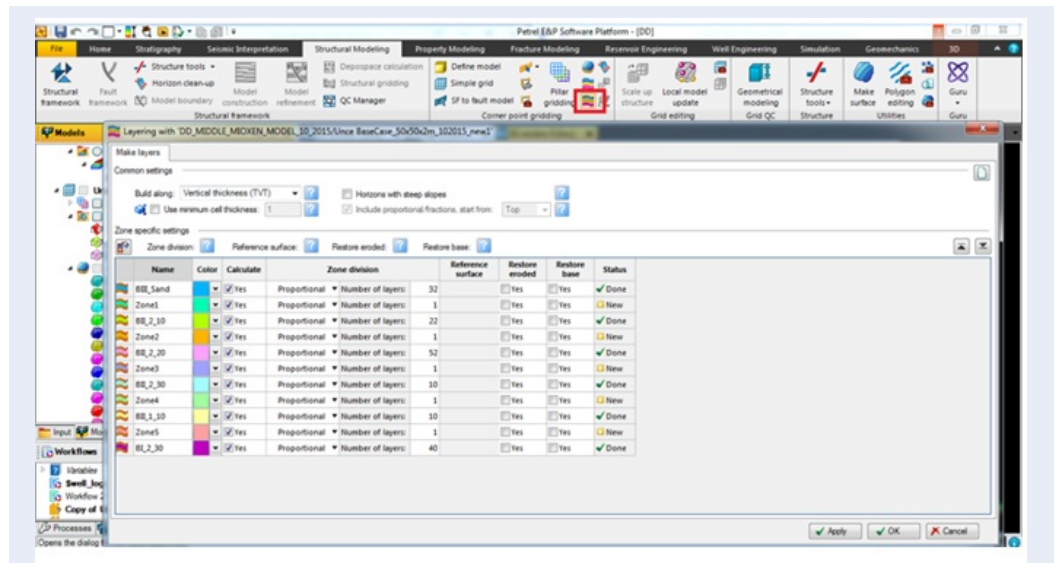
Kích thước ô lưới (m)	50x50x2
Số lượng đứt gãy	13
$nI \times nJ \times nK$	96 x 60 x 171
Tổng số ô lưới	984960
Số lượng lớp	171
Số segment	1



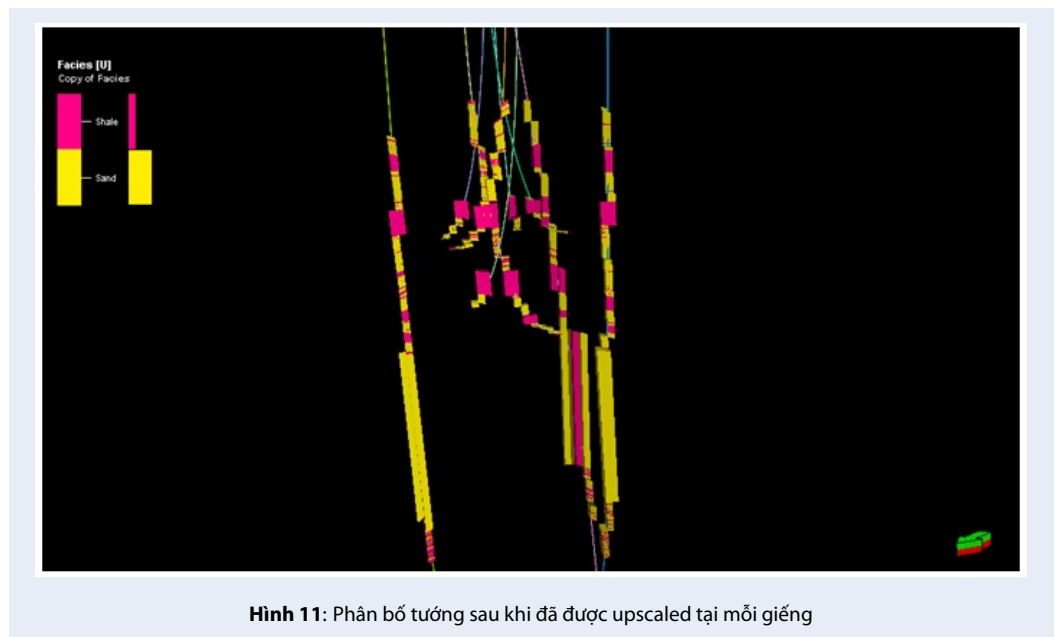
Hình 8: Quá trình tạo các tầng cấu trúc



Hình 9: Các tầng cấu trúc hoàn chỉnh



Hình 10: Tạo zones và players.



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

từ giá trị đã biết ra những vùng lân cận chưa có giá trị. (Hình 13)

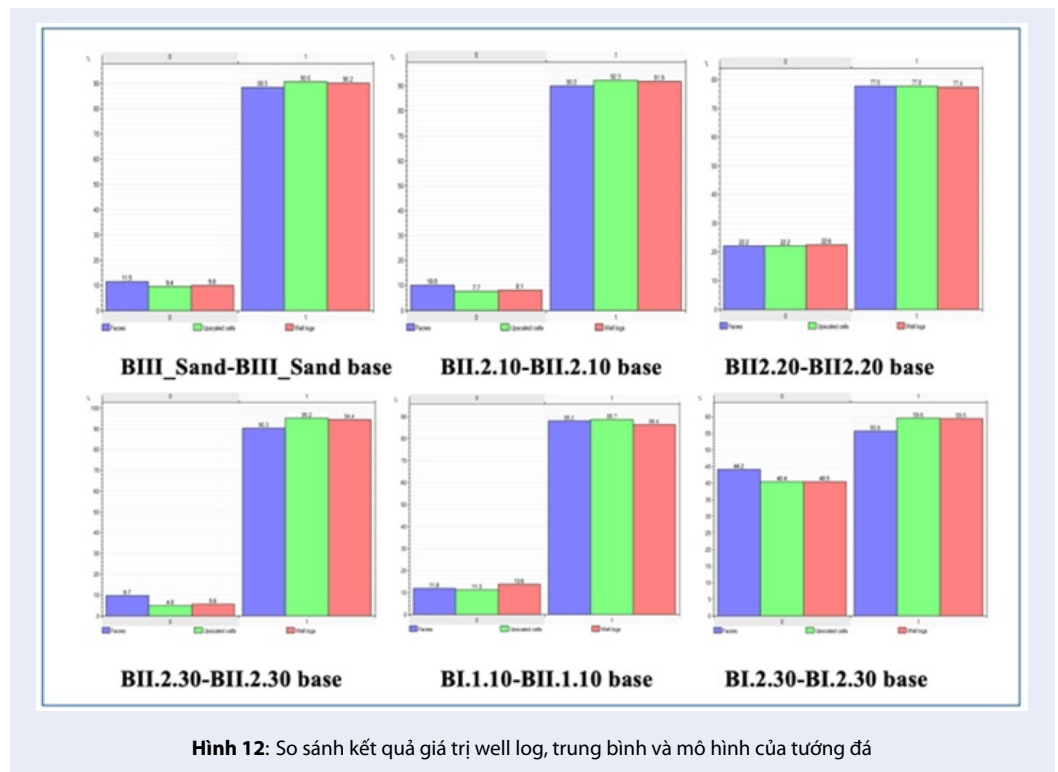
Việc áp dụng phương pháp SIS đã cho phép xây dựng hoàn thành mô hình tương bằng (Hình 14). Có thể thấy trong phạm vi tầng Mioxen có hai tướng chính: cát và sét, tướng cát chiếm tỷ lệ lớn bị xen kẹp với lớp sét. Vĩa BIII thân cát có bề dày đáng kể, phân bố ổn định, đồng nhất qua các giếng thăm dò, theo 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 kẹp chất lượng kém (Hình 15).

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 vĩa) trong ô lưới ba chiều. Việc áp dụng 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 Hình 17).

Kết quả mô phỏng SGS cho ta thấy giá trị độ rỗng trong tầng Mioxen có giá trị cao và phân bố đều, sự phân bố độ rỗng phổ biến của mỏ nằm ở 14-30%. Vỉa BII.2.20 cho độ rỗng lớn nhất với giá trị trung bình 26%, vỉa BI.1.10 có giá trị trung bình thấp nhất 14%, đây là kết quả phản ánh đúng theo tính chất vỉa (Hình 17).

• **Mô hình độ thấm**

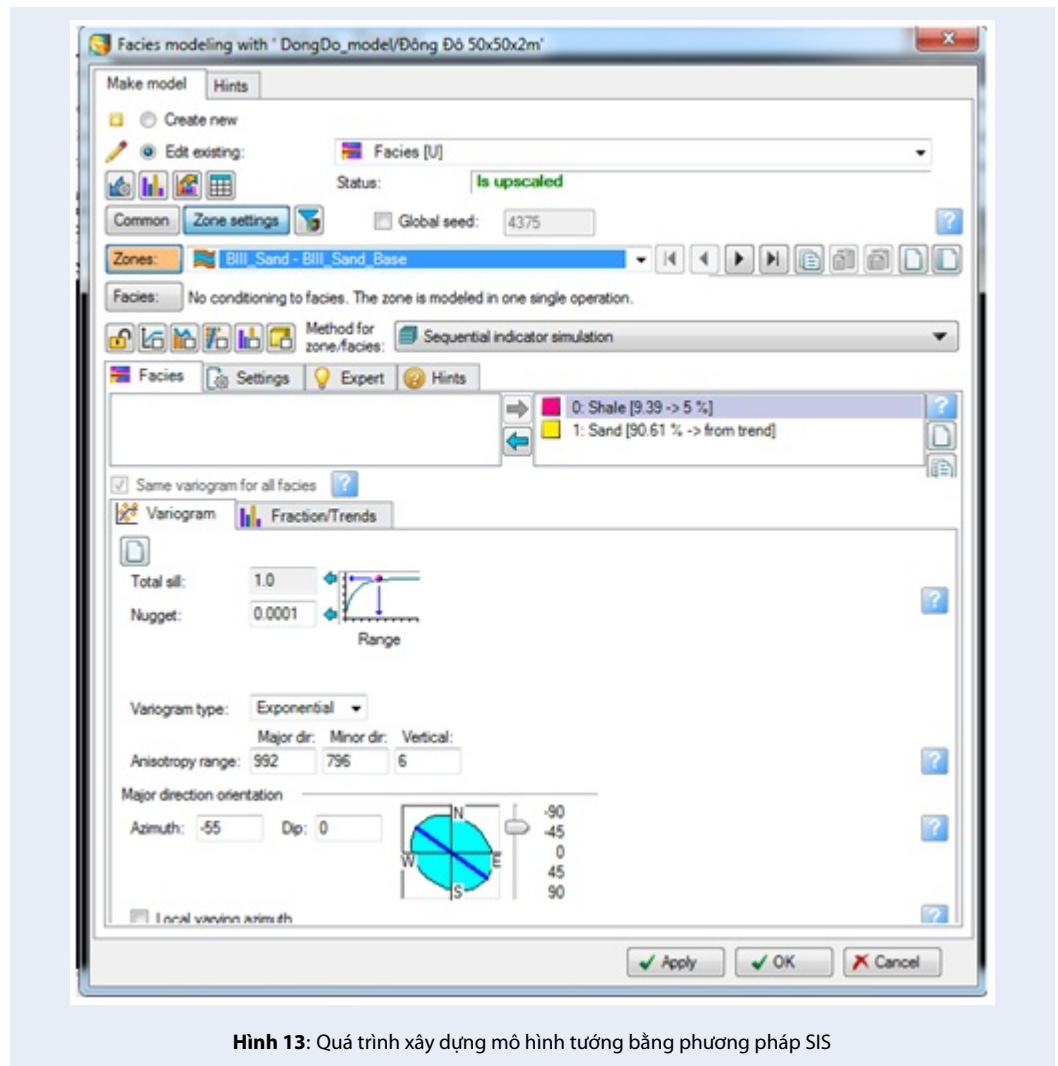
Khác với giá trị độ rỗng được xác định từ kết quả đo log, độ thấm có thể được xác định từ phân tích mẫu lõi (giá trị chỉ đại diện cho tại vị trí lấy mẫu, vấn đề đặt

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 dưới 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).

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.

• **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 22)



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

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 (Hình 23). Trữ lượng dầu tại chỗ được tính theo công thức:

$$OIIIP = 6,291 \cdot BRV \cdot N/G \cdot \Phi_{ie} \cdot (1 - Sw_J) / Bo$$

Trong đó:

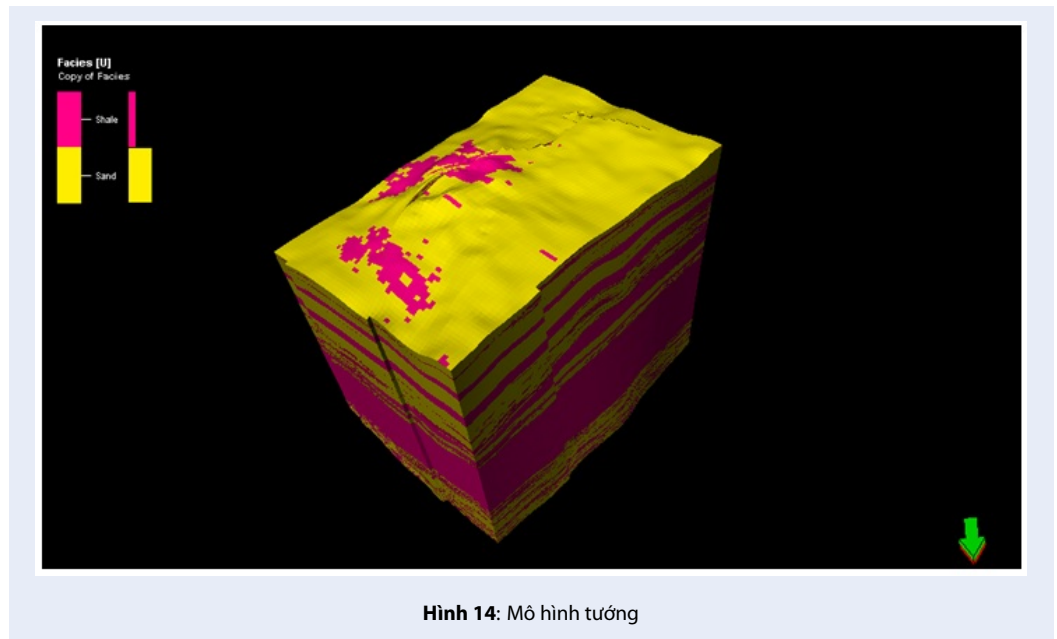
- BRV (103 m³) là thể tích đá chứa khu vực tính trữ lượng (được tính toán trong mô hình)
- N/G là tỷ số chiều dày hiệu dụng trên chiều dày tổng của vỉa chứa
- Φ_{ie} là giá trị độ rỗng hiệu dụng
- Sw_J là giá trị độ bão hòa tính theo hàm J
- 6,291 là hệ số chuyển đổi đơn vị m³ sang thùng (stb)

- Bo là hệ số thể tích thành hệ của dầu

Kết quả tính toán trữ lượng của mô hình, so sánh kết quả với báo cáo trữ lượng dầu khí (của phương pháp thể tích) thì không có sự khác biệt 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.

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 phương pháp thể tích, đã khẳng định độ tin cậy của kết quả xây dựng mô hình địa chất 3 chiều.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ



Hình 14: Mô hình tương

Bảng 5: So sánh kết quả trữ lượng tầng chứa Miocen mở Đông Dương theo mô hình và phương pháp thể tích.

Vía chứa	Trữ lượng tại chỗ cấp 2P (triệu thùng)		Sai Khác (Mô hình – PP thể tích)	
	Phương pháp thể tích	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
Trữ lượng	158,5	152,94	-5,56	-3,5

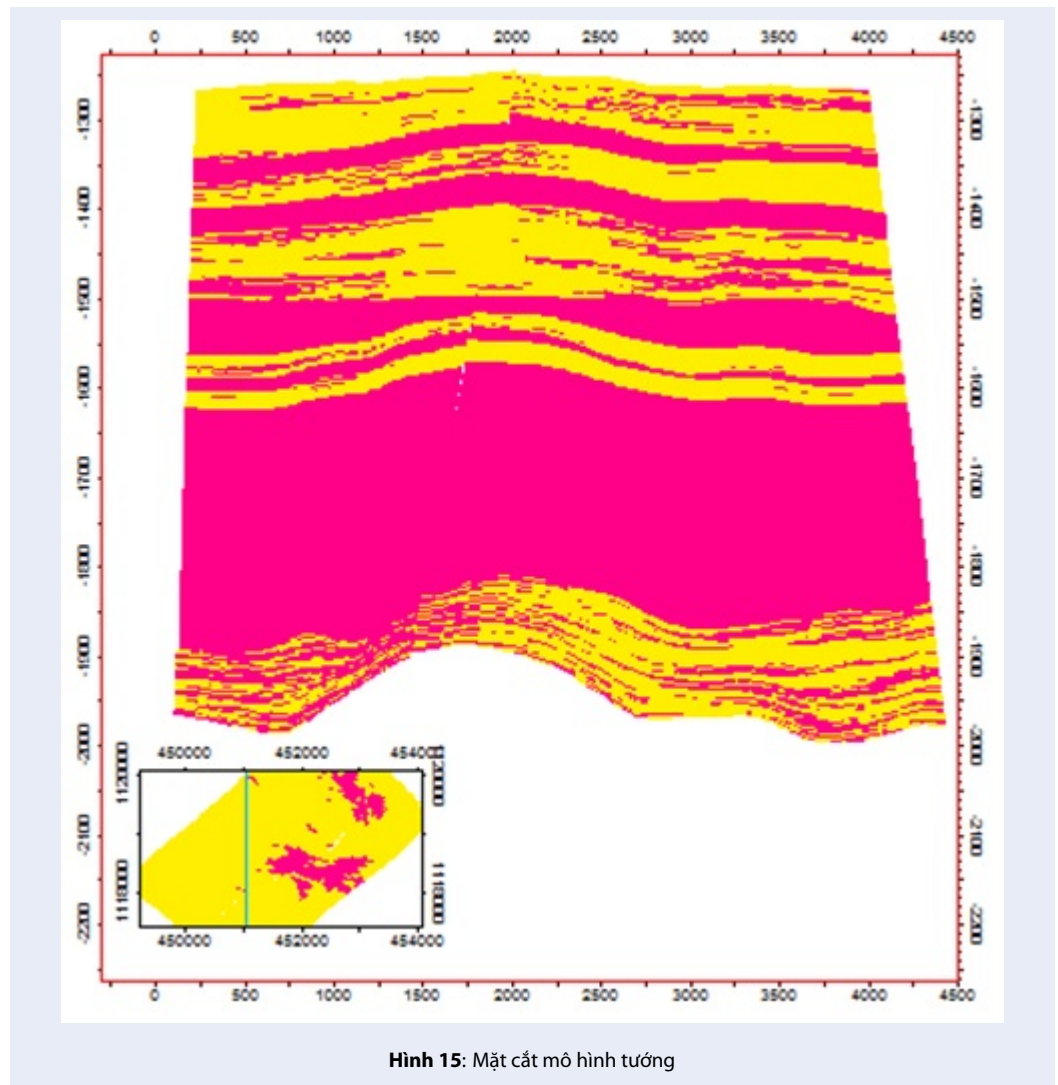
Kết luận

Mô hình địa chất 3D của mỏ Đông Dương với chu trình được thiết lập trên cơ sở ứng dụng của các phương pháp địa thống kê, mô phỏng ngẫu nhiên và được áp dụng để diễn tả tính đồng nhất của vỉa cũng như xây dựng các mô hình thuộc tính.

Kết quả bài báo đã xây dựng thành công mô hình địa chất 3D và đánh giá trữ lượng tại chỗ của đối tượng nghiên cứu. 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. Từ mô hình tương đã được xây dựng, ứng dụng sử dụng phương pháp SGS, mô hình độ rỗng được thiết lập. Mô hình độ thấm được gián tiếp xây dựng từ mối quan hệ rỗng - thấm qua khảo sát các mẫu lõi cũng như tài liệu địa vật lý giếng khoan của các công ty dầu khí. Mô hình bão hoà nước được xây dựng theo hàm J và các mô hình đã xây dựng. Kết quả các mô hình thể hiện tương đồng những xu hướng phân bố của vỉa, theo đó khi độ rỗng và độ thấm của vỉa càng cao thì độ bão hoà nước càng thấp và ngược lại.

Độ chính xác của mô hình được tiến hành kiểm tra 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



Hình 15: Mặt cắt mô hình tương

thấy không có sai lệch nào vượt giới hạn cho phép.

Kiến nghị

Sự hạn chế về tài liệu mẫu lõi cũng như các nghiên cứu chi tiết về tương môi trường trầm tích đã ảnh hưởng không nhỏ đến kết quả xây dựng mô hình tương đá và kết quả đánh giá 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 tương 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 CÁC TỪ VIẾT TẮT

RAR: Báo cáo đánh giá trữ lượng

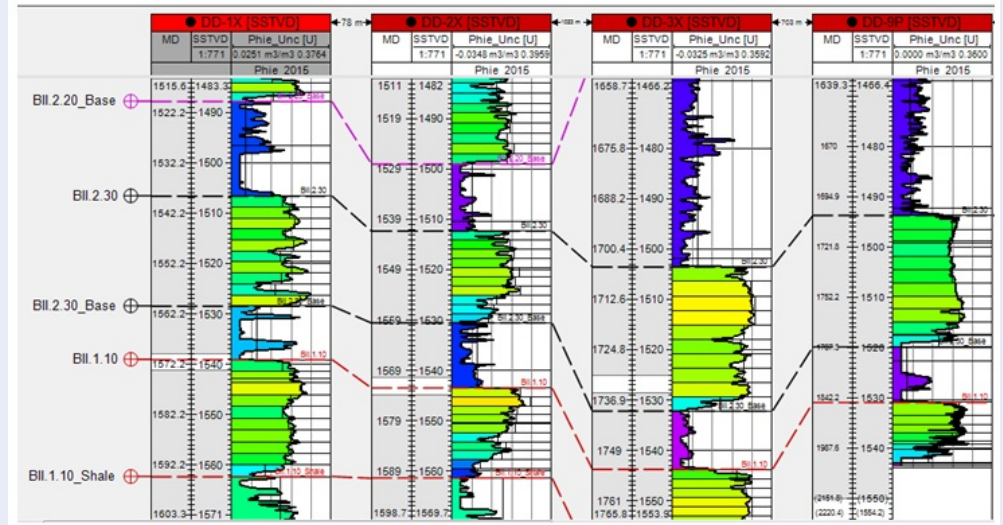
MMbbl: Đơn vị đo, triệu thùng

BRV: Tích khối đá chứa

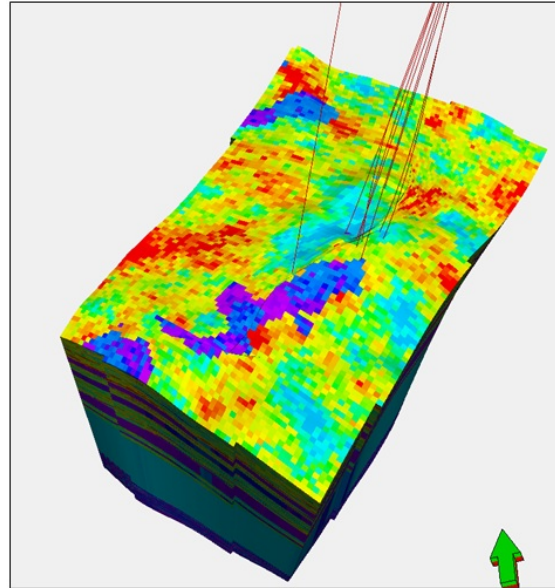
Sequential Gaussian Simulation: Mô phỏng tuần tự hàm Gaussian

Sequential Indicator Simulation: Mô phỏng ngẫu nhiên

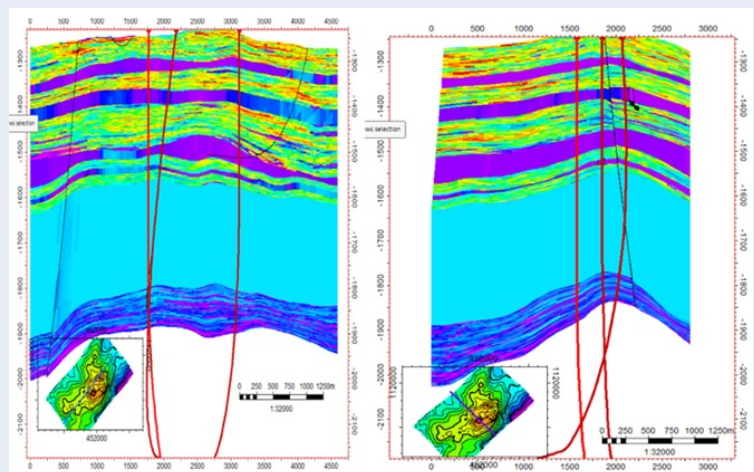
Object based: Mô phỏng ngẫu nhiên trên cơ sở hình thể địa chất



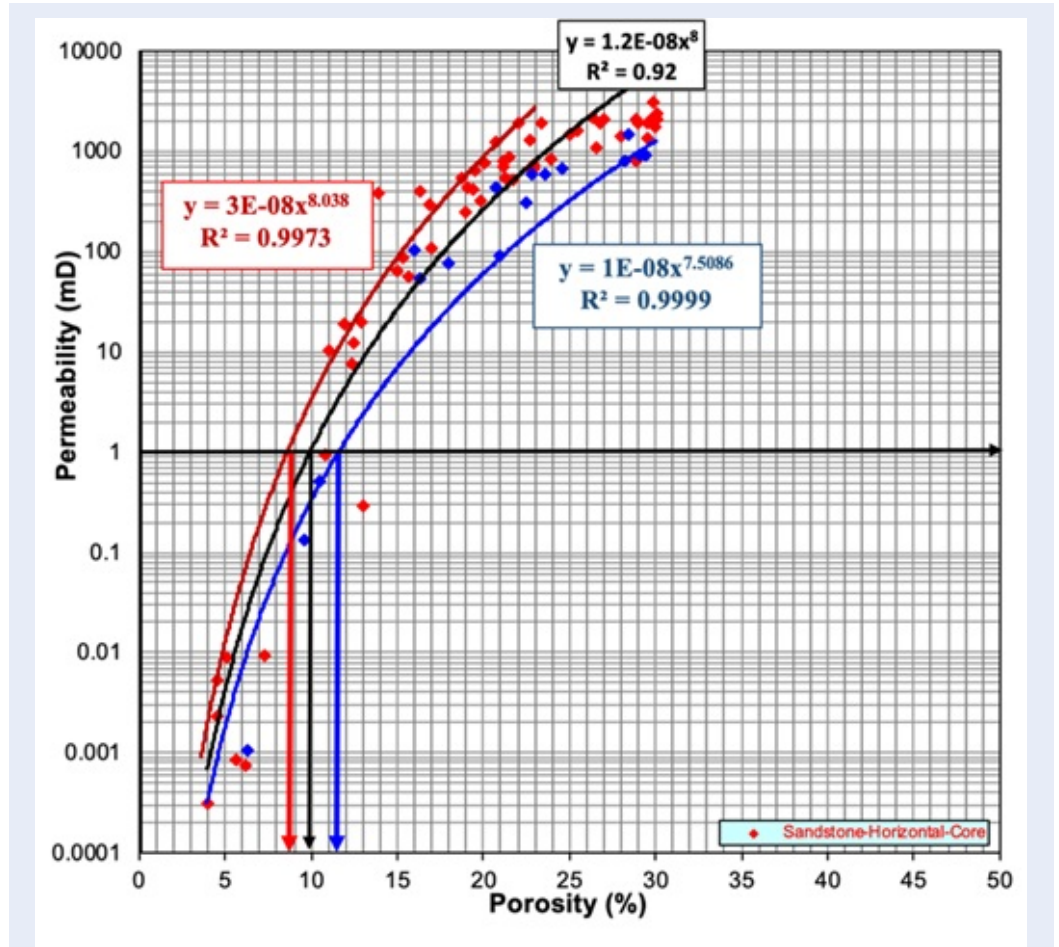
Hình 16: So sánh kết quả phân bố độ rỗng mô hình và kết quả từ giá trị Well log



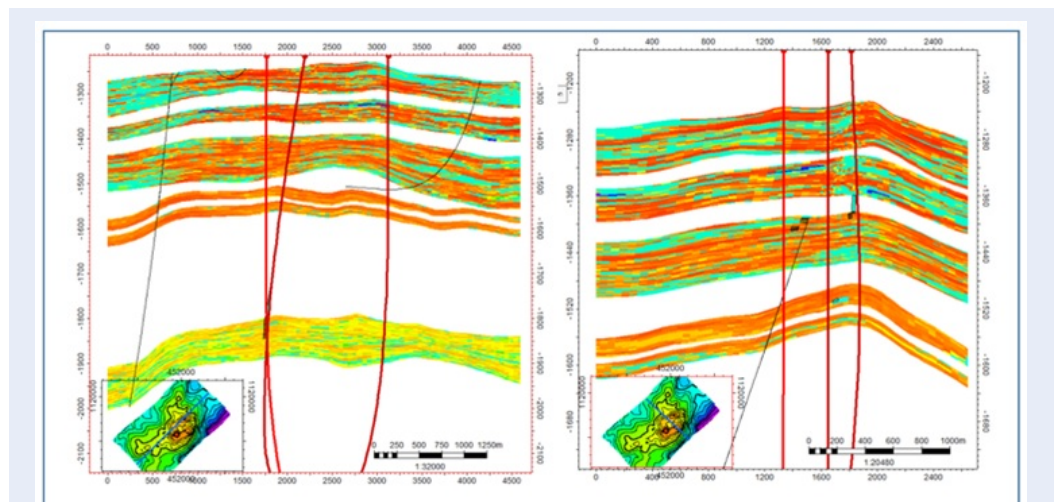
Hình 17: Kết quả mô hình độ rỗng trong mô hình



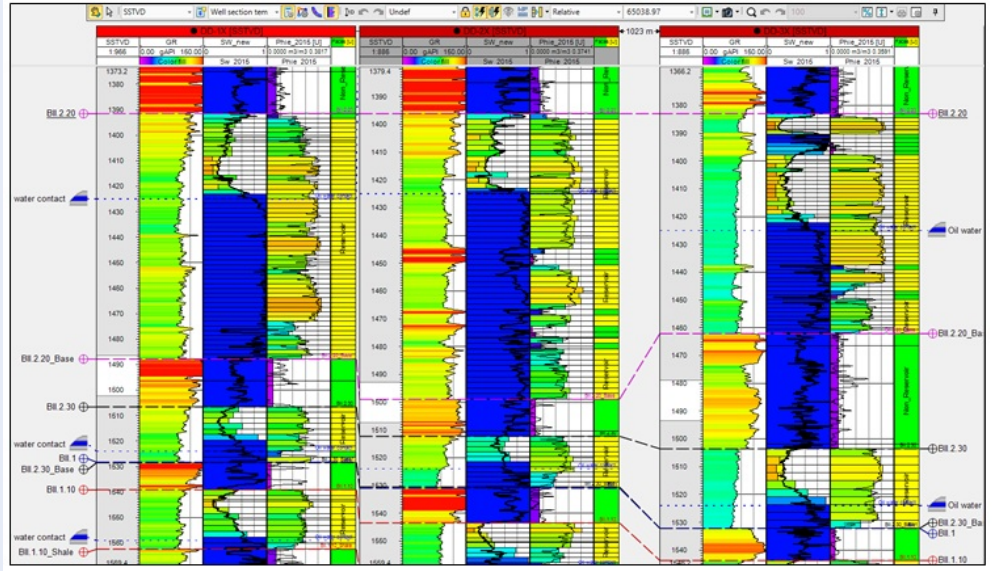
Hình 18: Mặt cắt mô hình độ rỗng



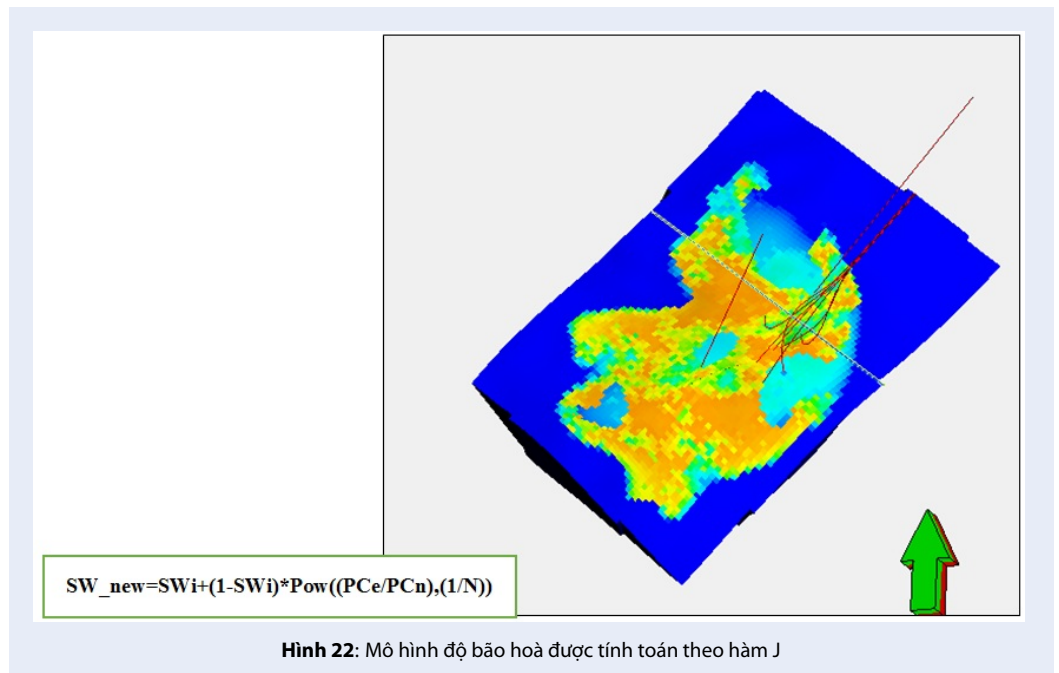
Hình 19: Quan hệ độ rỗng và độ thấm tại tầng Miocen⁷



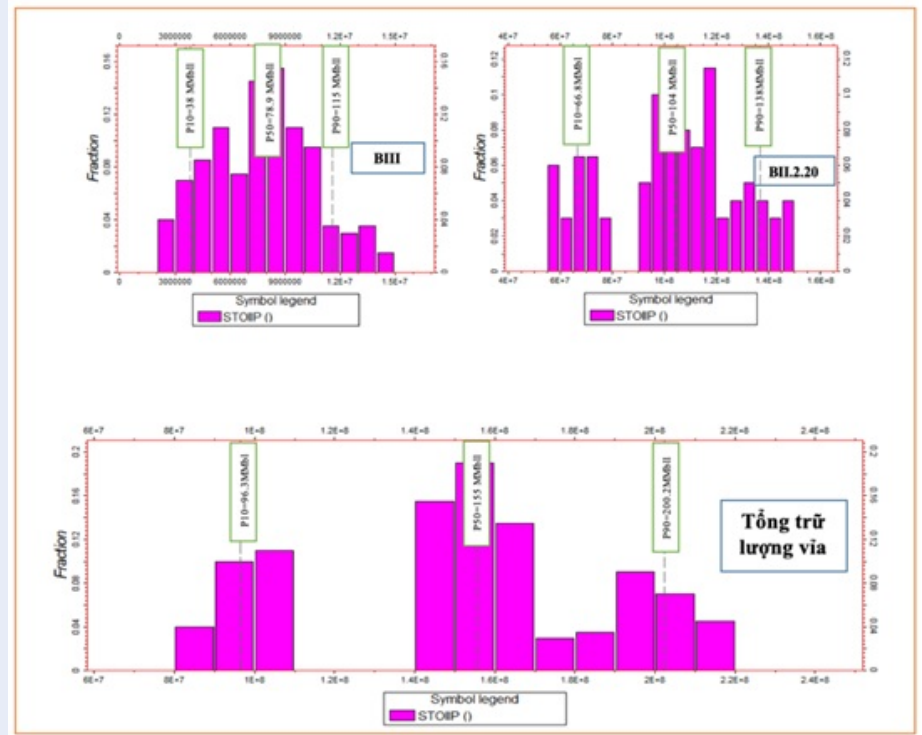
Hình 20: Mặt cắt của mô hình độ thấm



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



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

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Tôi là tác giả chính của bản thảo công bố kết quả nghiên cứu: “Ứng dụng mô hình địa chất 3D trong đánh giá trữ lượng dầu tại chỗ mỏ Đông Dương thuộc Lô 02/97, bồn trũng Cửu Long”. Tôi xin cam kết như sau:

- Tôi và cộng sự đồng tác giả của bản thảo này đã được phép của Đơn vị tài trợ và của Chủ nhiệm đề tài để sử dụng và công bố kết quả nghiên cứu.
- Tất cả các tác giả có tên trong bài đều đã đọc bản thảo, đã thỏa thuận về thứ tự tác giả và đồng ý gửi bài đăng trên tạp chí STDJET.
- Công trình này không có bất kỳ sự xung đột về lợi ích nào giữa các tác giả trong bài và với các tác giả khác.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

- Nguyễn Tuấn: Tác giả chính của bản thảo, là người soạn thảo bài báo, thiết kế nghiên cứu và thực hiện các phân tích cơ bản và thống kê.
- Trần Văn Xuân: tham gia vào thiết kế và thực hiện nghiên cứu, phân tích diễn giải các dữ liệu, thu thập dữ kiện và thực hiện các phân tích cơ bản và thống kê.
- Nguyễn Xuân Khá: tham gia vào thiết kế và thực hiện nghiên cứu, phân tích diễn giải các dữ liệu, thu thập dữ kiện và thực hiện các phân tích cơ bản và thống kê.
- Trương Quốc Thanh: đã đóng góp giải thích dữ liệu và đi thu thập dữ liệu, kiểm tra lại bài viết.
- Trần Đức Lân: tham gia chỉnh sửa bản thảo, cố vấn cho quá trình nghiên cứu từ khi công trình vừa bắt

đầu.

- Trần Thái Triều: đã đóng góp giải thích dữ liệu và đi thu thập dữ liệu, kiểm tra lại bài viết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kellar M, Perez G. Applied Geostatistic for Reservoir Characterization. Book, Society of Petroleum Engineers . 2002;.
2. Kellar M, Perez G. Applied Geostatistic for Reservoir Characterization. Book, Society of Petroleum Engineers. 1989;.
3. Bessa F. Reservoir Characterization and Reservoir Modeling in the Northwestern part of Hassi Messaoud Field, Algeria. The Department of Earth Sciences of the University of Hamburg, PhD thesis, 2004;.
4. Yan-lin S, et al. 3D Geological Modeling and Its Application under Complex Geological Conditions. Procedia Engineering. 2012;12:41–46. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.05.008>.
5. Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí Việt Nam-PVEP, “Quy trình xây dựng mô hình địa chất mỏ”, chi nhánh Trung Tâm Kỹ thuật Hồ Chí Minh, 2014;.
6. Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí Việt Nam-PVEP, “Đánh giá trữ lượng tiềm năng dầu khí còn lại, lô 02/97 - bồn trũng Cửu Long”, báo cáo đánh giá trữ lượng, 2007;.
7. Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí Việt Nam-PVEP, “Địa chất dầu khí Việt Nam Lô 01-02/97, bể Cửu Long”, báo cáo tổng kết, 2017;.
8. Công Ty Schlumberger, “Petrel introduction G&G Course”, sách hướng dẫn sử dụng phần mềm Petrel, phiên bản 2010;.
9. Al-Baldawi BA. University of Baghdad: Building A 3D Geological model Using Petrel Software for Asmari Reservoir, South Eastern Iraq. Iraqi Journal of Science. 2015;56(2C):1750–1762.
10. Perry C, Taylor K. Environmental Sedimentology. Blackwell Publishing. 2007;p. 460.
11. Asquith CR, et al. American Association of Petroleum Geologists, Book, ASIN: B015X4L6W1. 1982;Available from: <https://doi.org/10.1306/Mth3425>.

Applying 3D geological model for oil initially in place estimation Dong Duong oilfield, lock 02/97, Cuu Long basin

Nguyen Tuan^{1,2}, Tran Van Xuan^{1,2,*}, Nguyen Xuan Kha^{1,2}, Truong Quoc Thanh^{1,2}, Tran Duc Lan^{1,2}, Tran Thai Trieu^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Ho Chi Minh City University of Technology, 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Correspondence

Tran Van Xuan, Ho Chi Minh City University of Technology, 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: tvxuan@hcmut.edu.vn

History

- Received: 14-5-2021
- Accepted: 27-8-2021
- Published: 04-9-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4iS13.838



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



ABSTRACT

Despite the crisis, oil and gas is still an irreplaceable energy resource. However, it is a non-renewable resource, so in addition to expanding the search, the rational exploitation of the existing fields is a challenge for the oilfield exploration and production. Combining methods including collecting, processing and analyzing existing documents and data; the results of the article have determined the workflow of building a parametric model suitable for the research object and applying geostatistics simultaneously to interpolate geological features as well as assess reliability and reduce risks. In this study, a three-dimensional (3D) geological model is established according to updated data, including geological, seismic, well log, well testing, and using as the data base for oil initially in place estimation. Specially, effectively supported establishing economic and technical plans for field development. The model results have clarified the reservoir parameters in Miocene formation, predicting potential reservoirs; expression the characteristics of reservoir distribution in 3D space. The 3D geological model of Dong Duong oilfield with a cycle is established on the basis application of geostatistical methods, stochastic simulation and is applied to describe the homogeneity of the reservoir as well as build up parameter models. The process of checking the accuracy of the model is conducted by comparing the data from the model and the input data: seismic, geological, reserve appraisal report,... illustrates that there is no difference any deviation beyond the allowable limit.

Key words: 3D model, reservoir parameters, potential reservoir, oil initially in place

Cite this article : Tuan N, Xuan T V, Kha N X, Thanh T Q, Lan T D, Trieu T T. **Applying 3D geological model for oil initially in place estimation Dong Duong oilfield, lock 02/97, Cuu Long basin.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 4(S13):SI23-SI41.