

ỨNG DỤNG QUY TRÌNH LÀM TĂNG ĐỘ TIN CẬY, CHÍNH XÁC TRONG MINH GIẢI TÀI LIỆU ĐỊA CHẤN 3 CHIỀU ĐỂ LẬP BẢN ĐỒ CẤU TRÚC VÀ DỰ ĐOÁN PHÂN BỐ THẠCH HỌC CHO TẬP VĨA TURBIDITE MIOCENE TRÊN, MỎ MỘC TINH, LÔ 05-3, BỂ NAM CÔN SƠN

Hoàng Minh Hải, Lương Sỹ Hải, Ngô Anh Quân, Nguyễn Quán Phòng, Trần Ngọc Thế Hùng

Công ty Điều hành Dầu khí Biển Đông

Email: haihm@biendongpoc.vn

<https://doi.org/10.47800/PVSI.2024.01-03>

Tóm tắt

Vĩa turbidite Miocene trên, UMB15-20, là vĩa chứa khí - condensate chính, có đặc tính rỗng - thấm rất tốt ở mỏ Mộc Tinh. Tài liệu địa chấn phản xạ và kết quả tính toán mô hình vật lý cho thấy đỉnh và đáy tập vĩa cát này đã phản xạ sóng địa chấn mang thuộc tính AVO loại III hoặc IIp không thống nhất ở tất cả 8 giếng khoan. Thuộc tính đó đã gây ra một số khó khăn trong quá trình xác định các phản xạ địa chấn tương ứng để lập bản đồ cấu trúc địa chất đỉnh/đáy của tập vĩa và dự đoán phân bố thạch học bằng các phương pháp minh giải địa chấn thông thường. Công ty Điều hành Dầu khí Biển Đông đã áp dụng quy trình minh giải - phân tích bằng việc tích hợp đặc tính cơ lý đất đá (petrophysics), mô hình AVO, nghịch đảo địa chấn trước cộng và thẩm định lại với kết quả nghiên cứu địa vật lý giếng khoan - địa chấn để đánh giá độ chính xác, tin cậy của các khối thuộc tính địa chấn, các giá trị ngưỡng tương ứng với loại vĩa chứa/không phải vĩa chứa, từ đó lập bản đồ và dự đoán phân bố tập vĩa cát chứa trên mỏ. Kết quả của ứng dụng trên đã thành lập được bộ sản phẩm gồm các bản đồ đỉnh/đáy tập vĩa và ranh giới phân bố tập vĩa UMB15-20 đạt độ tin cậy cao nhất. Bộ bản đồ này đã được sử dụng cho công tác tính toán tài nguyên dầu khí tại chỗ, lập mô hình tĩnh/động để hỗ trợ công tác vận hành và quản lý khai thác mỏ. Ngoài ra, các tài liệu này còn được sử dụng phục vụ cho công tác tối ưu hóa vị trí giếng khoan đan dày và khoan thăm dò sắp tới của Bien Dong POC.

Từ khóa: Phản xạ AVO, tập vĩa UMB15-20, turbidite, minh giải địa chấn 3 chiều, mỏ Mộc Tinh.

1. Giới thiệu

Mỏ khí - condensate Mộc Tinh thuộc Lô 05-3 (diện tích 60 km²), nằm ở trung tâm bể Nam Côn Sơn, ngoài khơi Việt Nam, cách Thành phố Vũng Tàu 323 km (Hình 1). Khu vực mỏ nằm cách đường ống Nam Côn Sơn khoảng 43 km về phía Đông Bắc, ở độ sâu đáy biển từ 110 - 145 m. Mỏ đang được phát triển để khai thác khí - condensate.

Nghiên cứu địa chất cho thấy vĩa UMB15-20 là một phần của hệ thống quạt cát turbidite phân bố rộng, bao trùm toàn bộ phần nâng khu vực Mộc Tinh, có dị thường biên độ "bright spot" nằm trong cấu tạo khép kín 3 chiều - kể các đứt gãy hướng Bắc - Nam. Vĩa UMB15-20 là cát kết turbidite thuộc tầng Miocene trên và là vĩa chứa chính ở mỏ Mộc Tinh. Lượng khí - condensate tại chỗ của vĩa này ước tính lần lượt hơn 17 tỷ m³ khí và 3,5 triệu m³

condensate. Vĩa UMB15-20 có độ dày tương đối cao, đồng nhất, độ rỗng và độ thấm rất tốt.

Đánh giá tài nguyên dầu khí tại chỗ là công việc khó khăn và nhiều rủi ro. Một trong những rủi ro lớn là độ tin cậy của các tài liệu đầu vào như đặc tính vĩa chứa, độ bão hòa, bản đồ cấu trúc, phân bố thạch học... Trong đó, độ chính xác và độ tin cậy của bộ tài liệu bản đồ cấu trúc và bản đồ dự đoán phân bố thạch học của vĩa chứa đóng vai trò rất quan trọng và ảnh hưởng lớn đến kết quả tính toán trữ lượng dầu - khí tại chỗ. Ngoài ra, các bản đồ này còn ảnh hưởng đến việc xác định vị trí giếng khoan đan dày, khoan thăm dò mở rộng nhằm duy trì sản lượng khai thác và hiệu quả kinh tế của mỏ.

Mục tiêu của nghiên cứu này là phân tích các thuộc tính địa chấn đặc biệt để tìm ra dị thường liên quan đến các vĩa cát kết chứa khí và qua đó xác định phân bố của vĩa UMB15-20 so với các khu vực xung quanh. Ngoài ra, tài liệu giếng khoan được kết hợp cùng với tài liệu địa chấn



Ngày nhận bài: 14/8/2023. Ngày phân biên đánh giá và sửa chữa: 18/8 - 21/9/2023.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 27/12/2023.

để giúp xác định sự phân bố của vỉa chứa tốt nhất khi chất lưu và thạch học thay đổi.

Kết quả phân tích sơ bộ trên tài liệu địa vật lý giếng khoan, xây dựng mô hình mạch địa chấn tổng hợp tại các giếng 05-3-MT-2X, 1P, 4P... đã cho thấy có những biểu hiện của dị thường biên độ địa chấn. Vỉa chứa UMB15-20 có đỉnh và đáy là phản xạ AVO loại III hoặc IIp không nhất quán ở tất cả 8 giếng khoan [1, 2]. Điều này gây ra một số rủi ro trong quá trình xác định các phản xạ địa chấn tương ứng để lập bản đồ cấu trúc và dự đoán phân bố thạch học bằng các phương pháp minh

giải địa chấn thông thường. Do đó, Bien Dong POC đã thực hiện áp dụng quy trình minh giải - phân tích bằng việc tích hợp đặc tính cơ lý đất đá, mô hình AVO, nghịch đảo địa chấn trước cộng và xác thực với kết quả địa vật lý giếng khoan - địa chấn để đánh giá độ chính xác, tin cậy của các khối thuộc tính địa chấn, các giá trị ngưỡng tương ứng phục vụ cho việc lập bản đồ và dự đoán phân bố thạch học cho vỉa sản phẩm này.

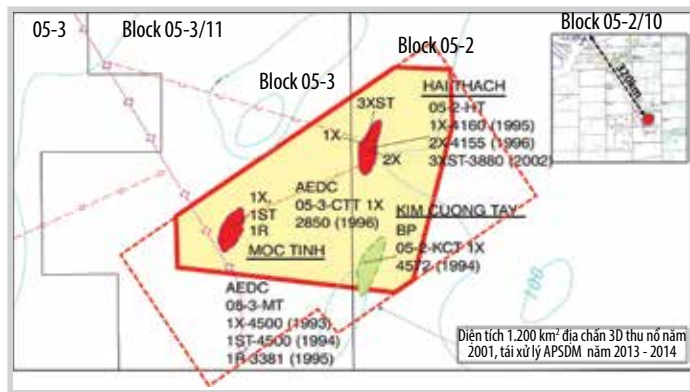
Hiện tại, quy trình phân tích này đang được áp dụng thành công tại mỏ Mộc Tinh, đặc biệt với các vỉa cát turbidite thuộc tầng Miocene trên, cho công tác đánh giá tài nguyên tại chỗ và tối ưu hóa vị trí giếng khoan khai thác.

2. Quy trình minh giải

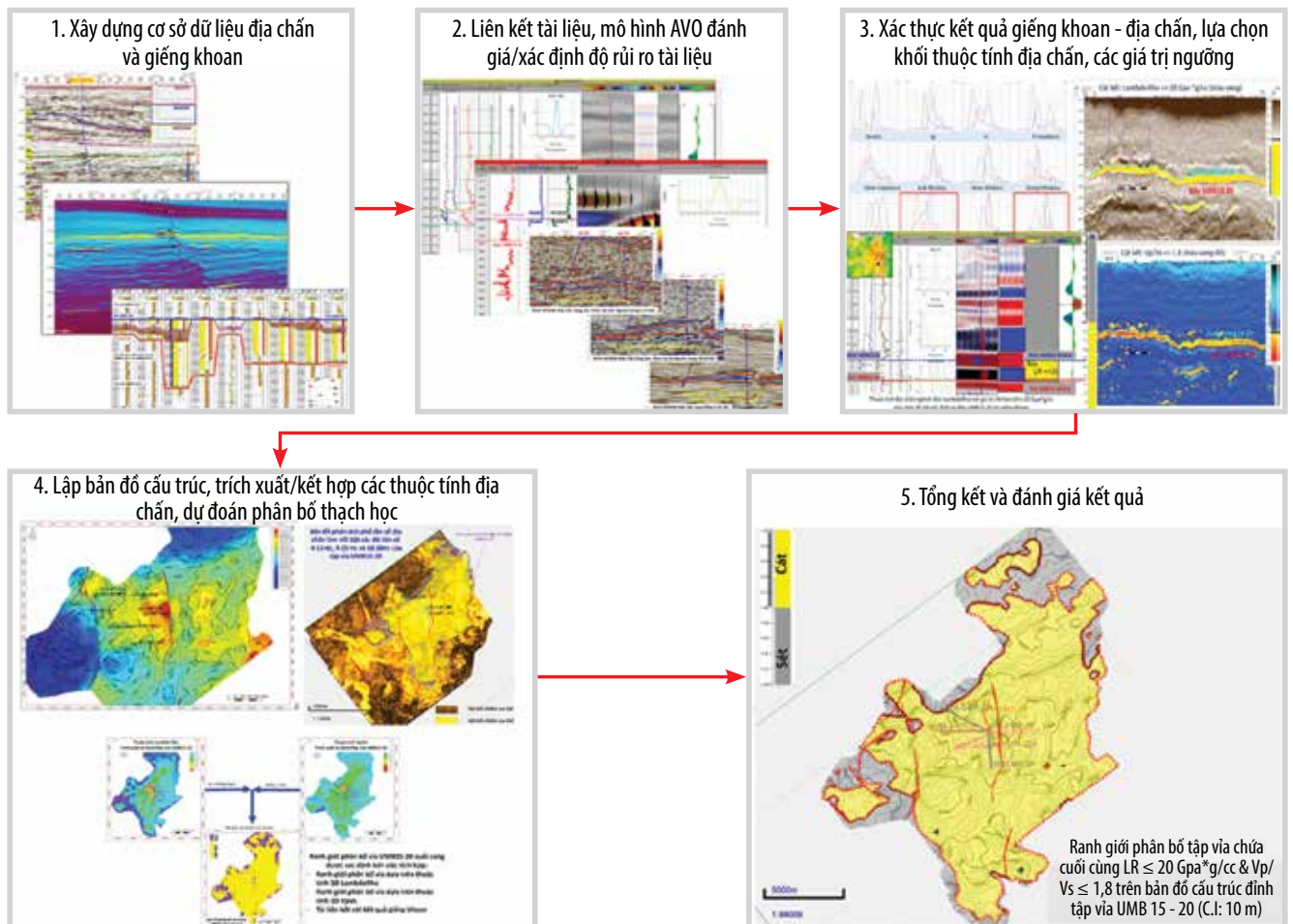
2.1. Mô tả quy trình

Quy trình bao gồm 5 bước được minh họa trong Hình 2:

- Bước 1: Xây dựng cơ sở dữ liệu địa chấn và giếng khoan;



Hình 1. Vị trí mỏ Mộc Tinh và diện tích tài liệu khối địa chấn 3D.



Hình 2. Minh họa quy trình minh giải.

- Bước 2: Liên kết tài liệu giếng khoan - địa chấn (seismic well tie) và mô hình AVO đánh giá/xác định độ rủi ro tài liệu địa chấn sử dụng cho việc lập bản đồ;

- Bước 3: Xác thực kết quả địa vật lý giếng khoan - địa chấn để đánh giá độ tin cậy của các khối thuộc tính địa chấn, các giá trị ngưỡng tương ứng phục vụ cho việc lập bản đồ và dự đoán phân bố thạch học cho vỉa;

- Bước 4: Thực hiện quy trình lập bản đồ cho đỉnh/đáy vỉa từ các thuộc tính địa chấn được lựa chọn, trích xuất/kết hợp các thuộc tính địa chấn trong cửa sổ của vỉa, dự đoán phân bố thạch học và kiểm tra chéo với kết quả giếng khoan và sự phù hợp địa chất khu vực;

- Bước 5: Tổng kết và đánh giá kết quả, các hạn chế.

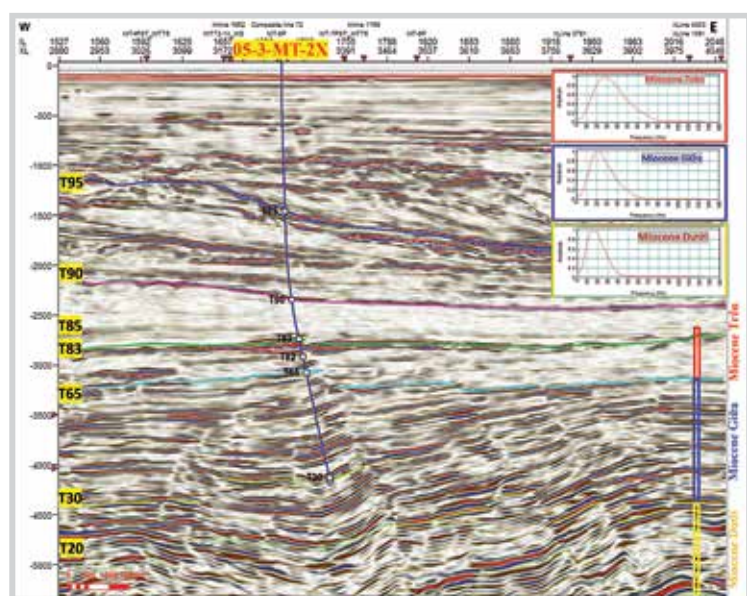
Áp dụng quy trình minh giải, phân tích kết hợp này sẽ cho kết quả lập các bản đồ cấu trúc đỉnh, đáy vỉa và phân bố thạch học có độ tin cậy cao, chính xác. Những tài liệu này sau đó sẽ được sử dụng

cho việc tính toán tài nguyên tại chỗ, xây dựng mô hình tĩnh/động và xác định các khu vực tiềm năng còn lại để khoan đan dày và khoan thăm dò mở rộng tại mỏ Mộc Tinh.

2.2. Cơ sở tài liệu địa chấn và giếng khoan

Nghiên cứu này sử dụng tài liệu địa chấn 3D được thu nổ năm 2001. Tài liệu được xử lý lại gần nhất năm 2013 - 2014, áp dụng các công nghệ xử lý tiên tiến tại thời điểm đó. Ở tầng Miocene trên, tài liệu địa chấn có chất lượng tốt, vận tốc trung bình là 2.670 m/s; tần số trung bình chiếm ưu thế là 35 Hz; độ phân giải dọc là 19 m và độ dày vỉa có thể phát hiện là 9,5 m (Hình 3). Tầng Miocene trên được xác định giữa các tầng T85 và T65; tầng Miocene giữa được xác định giữa các tầng T65 và T30; tầng Miocene dưới nằm giữa các tầng T30 và T20. Ngoài ra, còn có tài liệu địa chấn nghịch đảo được thực hiện lại năm 2019 - 2020, gồm khối vận tốc sóng dọc (Vp), vận tốc sóng ngang (Vs), trở kháng âm học (AI, SI), tỷ số Vp/Vs, Mu-Rho (MR), Lambda-Rho (LR), hệ số poisson (PR), module khối (bulk modulus - BM), module đàn hồi (Young's modulus - YM) [3]. Tất cả các khối địa chấn này được lựa chọn để vào cơ sở dữ liệu địa chấn.

Tài liệu giếng khoan bao gồm tài liệu đường cong địa vật lý của 9 giếng khoan, tài liệu địa chấn dọc giếng khoan (VSP), tài liệu đo quan hệ giữa thời gian truyền sóng với độ sâu (check-shot), mẫu lõi... Tóm tắt các loại tài liệu chính sử dụng cho nghiên cứu này được thể hiện trong Bảng 1.



Hình 3. Minh họa chất lượng tài liệu địa chấn tái xử lý APSDM năm 2013 - 2014.

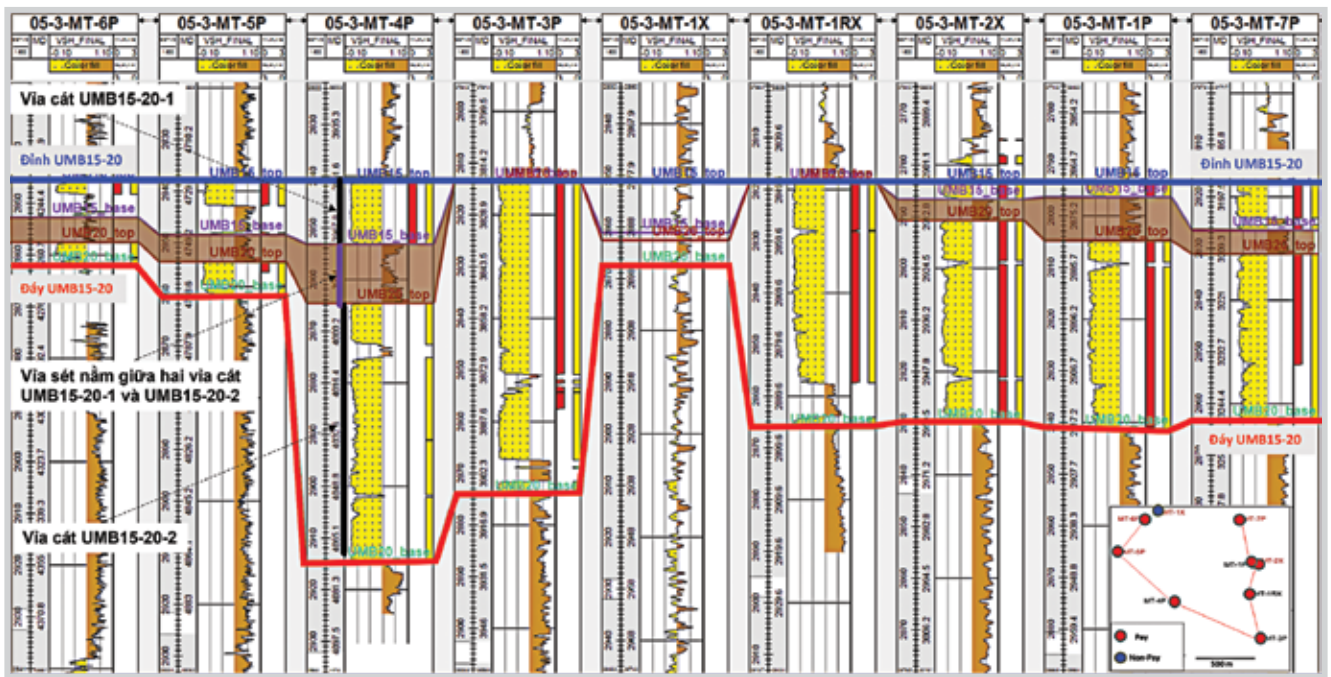
Bảng 1. Tóm tắt tài liệu giếng khoan khả dụng ở mỏ Mộc Tinh

TT	Giếng	Đường cong địa vật lý và tài liệu minh giải tại giếng khoan							
		GR	DTC	DTS	RHOB	Sw	PHIE	Vsh	Check-shot
1	MT -1X	x	x	-	x	x	x	x	x
2	MT -1RX	x	x	-	x	x	x	x	x
3	MT -2X	x	x	x	x	x	x	x	-
4	MT -1P	x	x	-	x	x	x	x	-
5	MT -3P	x	-	-	x	x	x	x	-
6	MT -4P	x	-	-	x	x	x	x	-
7	MT -5P	x	x	-	x	x	x	x	-
8	MT -6P	x	x	x	x	x	x	x	-
9	MT -7P	x	x	x	x	x	x	x	-

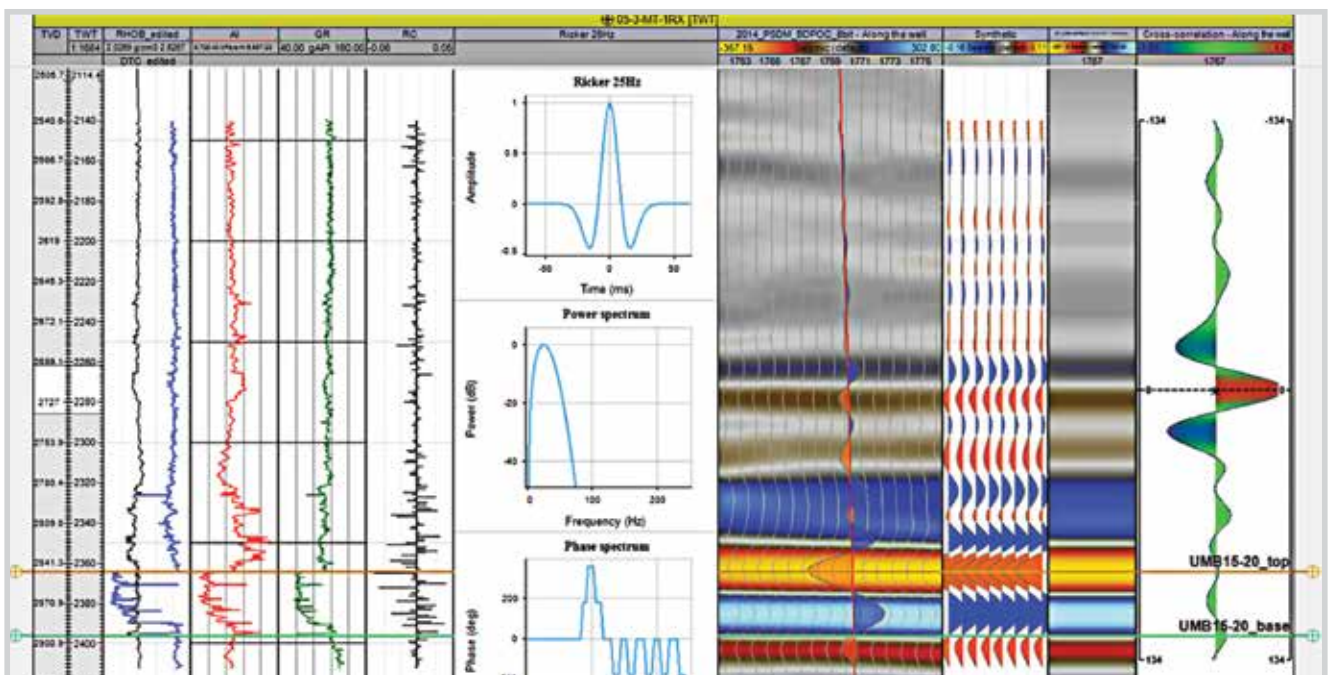
2.3. Liên kết tài liệu giếng khoan - địa chấn (seismic well tie) và mô hình AVO

Được thấy trong 8 giếng ở mỏ Mộc Tinh, vỉa UMB15-20 tầng Miocene trên bao gồm 2 tập cát kết UMB15-20-1 và UMB15-20-2 (Hình 4). UMB15-20-1 có độ dày trung bình 9 mTVD, ở độ sâu trung bình 2.831 mTVDss, dưới độ phân giải địa chấn. UMB15-20-2 có độ dày trung bình 37 mTVD, ở độ sâu trung bình 2.841 mTVDss, trên độ phân giải địa chấn. Giữa 2 tập cát kết là lớp phiến sét mỏng,

dày trung bình 10 mTVD. Vỉa cát UMB15-20-2 chứa khí và condensate, trên tài liệu địa chấn thực quan sát thấy có sự suy giảm tần số xuống khoảng 25-30 Hz, khi sóng địa chấn phản xạ tại đỉnh vỉa cát này. Vỉa sét nằm giữa UMB15-20-1 và UMB15-20-2 là lớp đá phiến sét bị vát mỏng ở một số vị trí giếng và biến mất ở giếng MT-3P. Do đó, việc lập bản đồ cấu trúc đỉnh/đáy riêng biệt cho các vỉa cát UMB15-20-1, UMB15-20-2 và lớp đá phiến sét mỏng này rất khó khăn/bất khả thi ở nhiều khu vực, với độ rủi ro cao. Để giải quyết vấn đề này, với độ phân giải tài



Hình 4. Liên kết giếng khoan tập vỉa UMB15-20, mỏ Mộc Tinh.



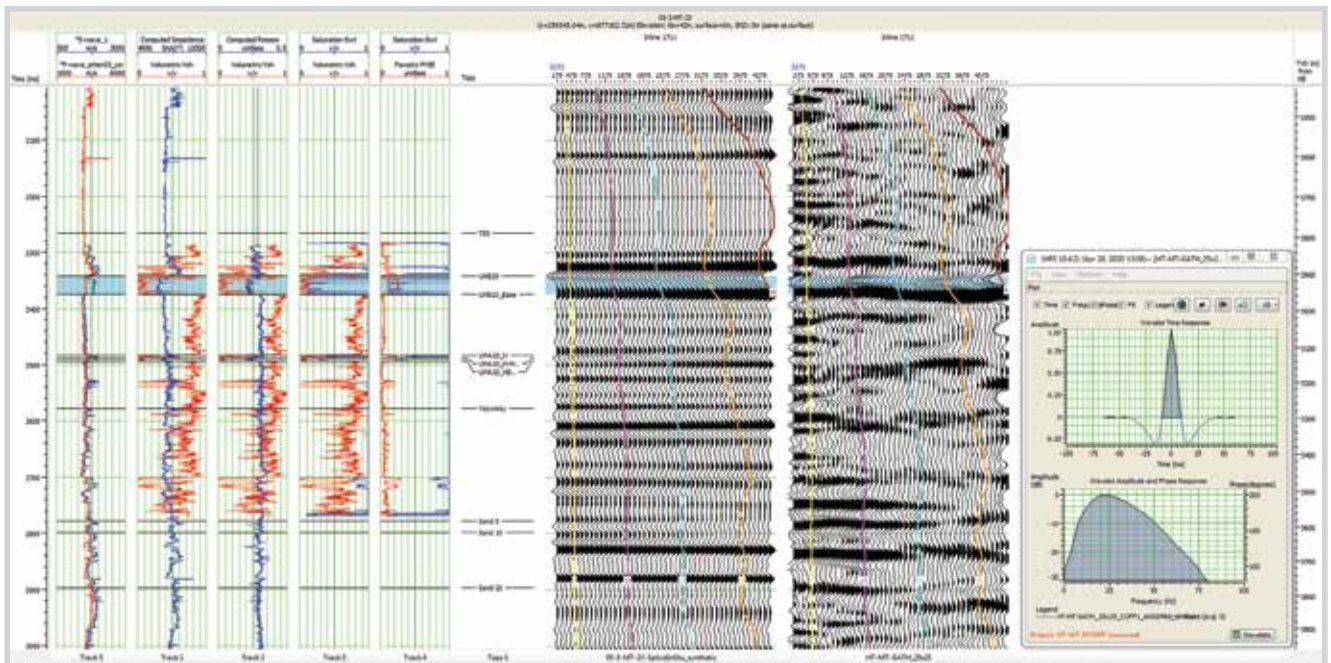
Hình 5. Ví dụ mô hình AVO và liên kết giếng khoan - địa chấn, tập vỉa UMB15-20 với hệ số tương quan chéo 96%.

liệu địa chấn khoảng 19 m và độ dày vỉa có thể phát hiện cho khoảng vỉa UMB15-20-1 & 2 tại mỏ Mộc Tinh là 10 m, 2 tập cát trên được gộp lại thành tập vỉa UMB15-20 và được phân tích, đánh giá đồng thời. Lúc này, độ dày tổng trung bình của tập vỉa là trên độ phân giải tài liệu địa chấn, do đó sẽ giảm rủi ro ở quá trình minh giải và kết quả bộ bản đồ thu được có độ tin tưởng cao.

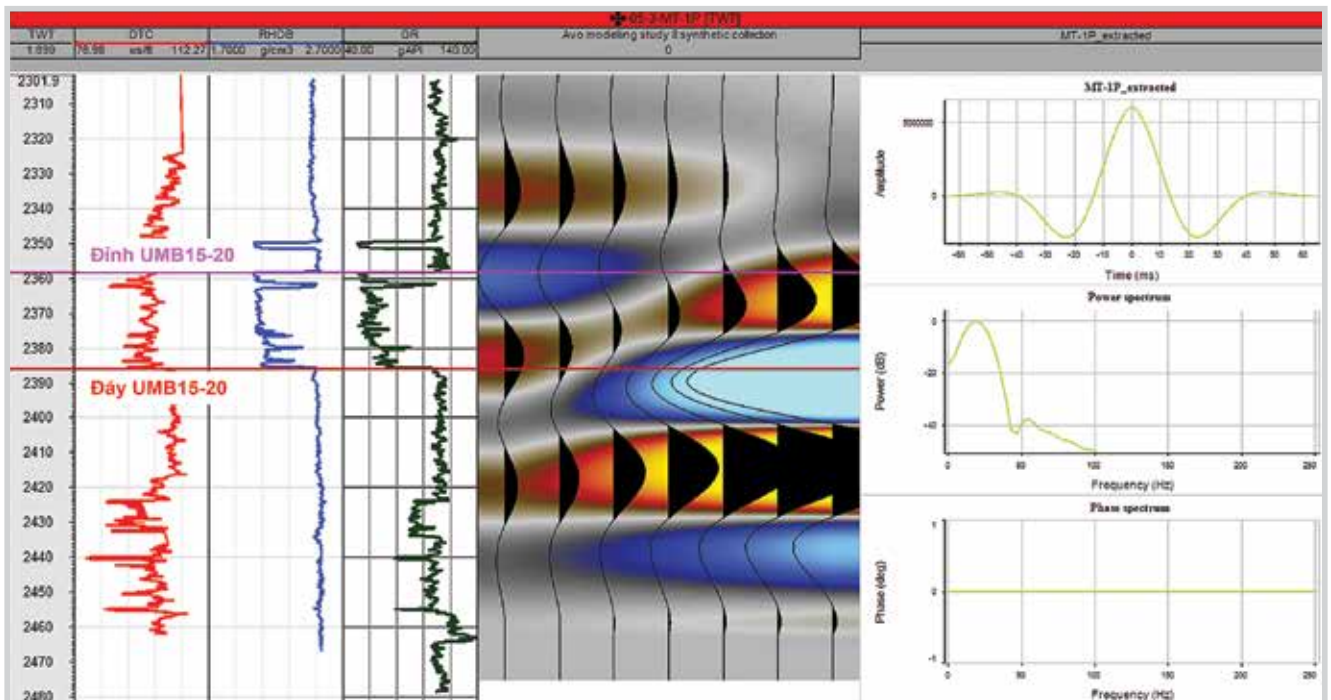
Để minh giải bản đồ cấu trúc tập vỉa UMB15-20, mô hình AVO và liên kết giếng khoan - địa chấn được thực

hiện cho tất cả 9 giếng khoan. Kết quả liên kết đạt được có độ tin cậy cao với hệ số tương quan chéo giữa địa chấn thực và địa chấn tổng hợp, cao nhất lên đến 96% (Hình 5).

Mô hình AVO và địa chấn thực tế cho thấy phản xạ ở đỉnh và đáy của vỉa chứa UMB15-20 ứng với AVO loại IIp và III. Phản xạ AVO loại IIp sẽ gây ra sự không thống nhất trong quá trình lập bản đồ cấu trúc nếu chỉ sử dụng tài liệu địa chấn 3D thông thường: nếu vỉa không đủ dày và tín hiệu của các pha phản xạ tương ứng với đỉnh và đáy



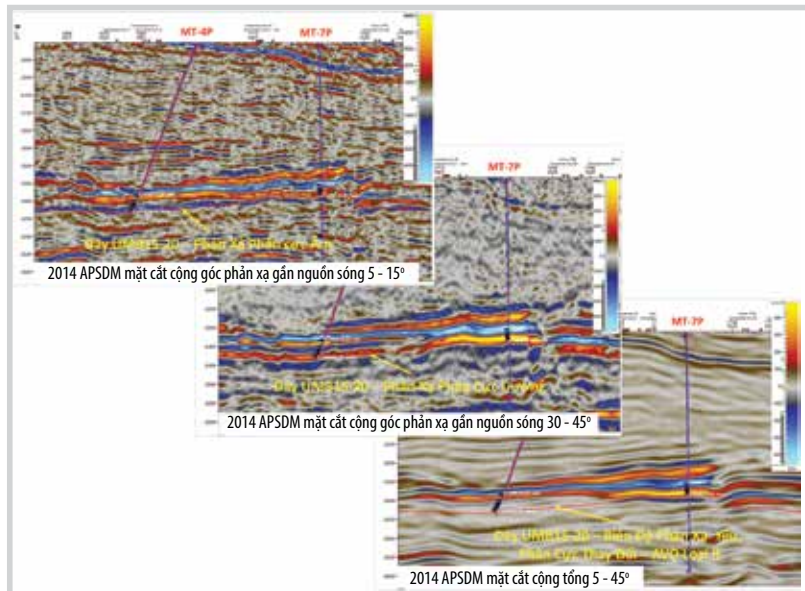
Hình 6. Mô hình AVO ở giếng MT-2X, AVO loại III ở đỉnh vỉa UMB15-20-2.



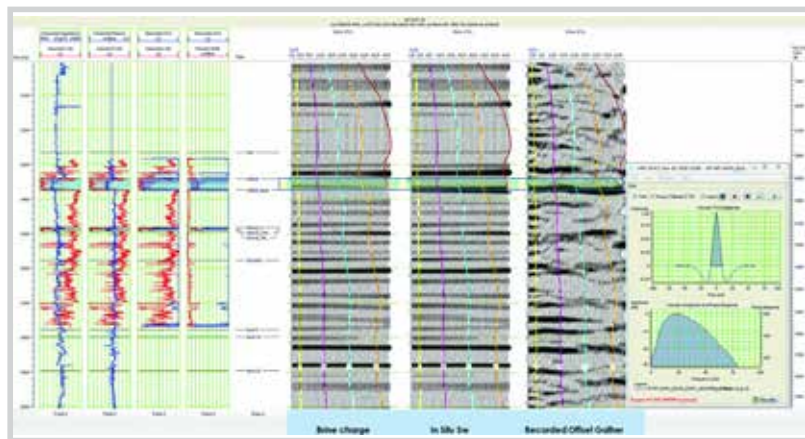
Hình 7. Mô hình AVO tại giếng MT-1P, AVO loại IIp ở đỉnh/đáy vỉa UMB15-20-2 trước khi hợp nhất và đáy tập vỉa UMB15-20 sau khi hợp nhất.

tập vỉa bị thay đổi phân cực (đỉnh: từ dương sang âm; đáy: từ dương qua âm) sẽ triệt tiêu lẫn nhau khi chúng được cộng lại ở khối địa chấn tổng hợp (Hình 6 - 8).

Phản xạ địa chấn quan sát tại giếng MT-2X là không ổn định ở đỉnh vỉa UMB15-20-2, tuy nhiên, ở đáy thể hiện một phản xạ ổn định hơn rất nhiều khi khoảng cách thu nổ thay đổi.



Hình 8. Phân xạ AVO loại IIp quan sát thấy tại đáy tập vỉa UMB15-20 giữa các giếng MT-4P và MT-7P.



Hình 9. So sánh mô hình AVO tập vỉa UMB15-20 khi được nạp khí và địa chấn thực tế tại giếng MT-2X.

Hình 8 minh họa tín hiệu phản xạ thay đổi từ pha phản xạ âm (mạch địa chấn gần nguồn nổ - near offset) sang pha phản xạ dương (mạch địa chấn xa nguồn nổ - far offset) và bị triệt tiêu mất biên độ phản xạ trong khối địa chấn cộng tổng hợp (full offset).

2.4. Xác thực kết quả địa vật lý giếng khoan - địa chấn

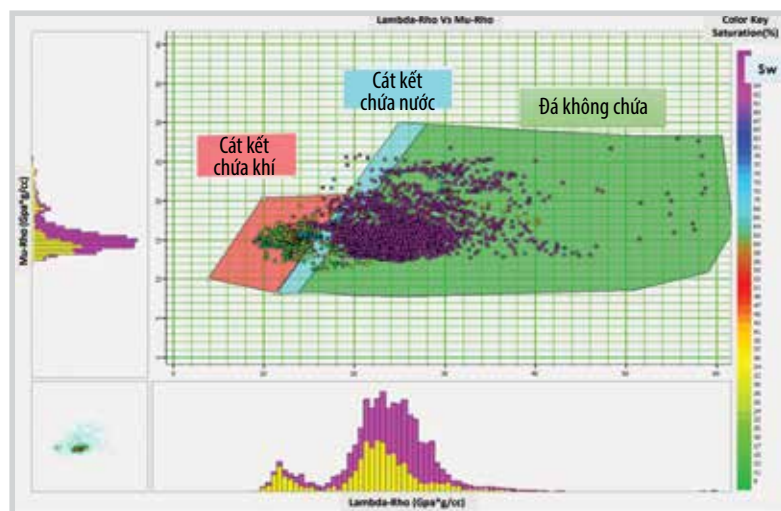
Đây là bước đánh giá độ nhạy về tương quan các thuộc tính địa chấn với kết quả thực tế giếng khoan thu được để lựa chọn loại thuộc tính địa chấn và ngưỡng tới hạn của các thuộc tính đó phục vụ cho quá trình lập bản đồ cấu trúc và dự đoán phân bố thạch học.

Một số công thức sau đây được sử dụng để tính toán các thuộc tính đàn hồi phục vụ trong nghiên cứu (Bảng 2).

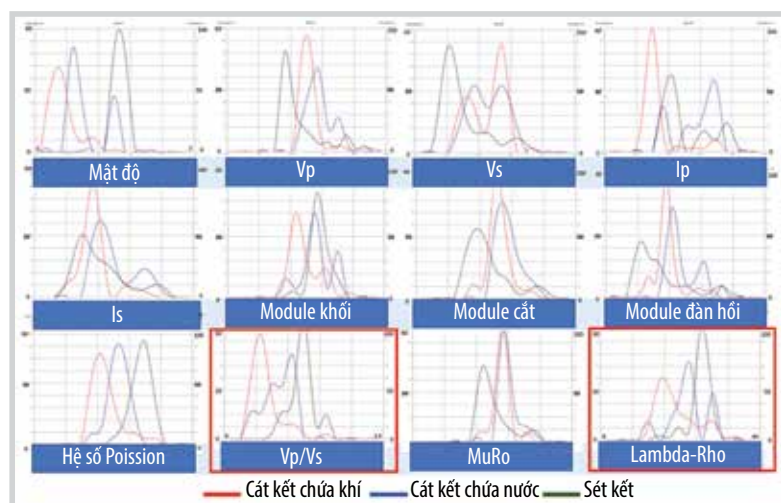
Ở giai đoạn chuẩn bị, một loạt các nghiên cứu đã được thực hiện như: mô phỏng mạch phản xạ địa chấn và so sánh với tài liệu thực để xác nhận loại phản xạ AVO của đối tượng nghiên cứu (Hình 9); kiểm tra chất lượng liên kết giữa tài liệu thực và tài liệu địa chấn mô phỏng tại khoảng vỉa; thực hiện đánh giá mô hình phản xạ AVO khi thay đổi độ bão hòa dầu - khí (fluid substitution), thay đổi độ dày vỉa (wedge modeling) và so sánh với phản xạ thực tế thu được. Kết quả mô phỏng cho thấy: đỉnh và đáy tập vỉa UMB15-20 có phản xạ AVO loại IIp và III; đỉnh tập vỉa UMB15-20 tương ứng với phản xạ phân cực âm khi bão hòa nước 100% (brine

Bảng 2. Một số công thức được sử dụng để tính toán các thuộc tính đàn hồi [4]

STT	Thuộc tính	Công thức	Giải thích
1	Trở kháng âm học nén (Ip)	$I_p = V_p \times \text{RHOB}$	Vp là vận tốc sóng dọc
2	Trở kháng âm học cắt (Is)	$I_s = V_s \times \text{RHOB}$	Vs là vận tốc sóng ngang
3	Mu-Rho (MR)	$MR = (I_s)^2$	
4	Mu	$\text{Mu} = MR/\text{RHOB}$	
5	Lambda-Rho (LR)	$LR = I_p^2 - (c \times I_s^2)$	$2 < c < 2,5$
6	Lambda	$\text{Lambda} = LR/\text{RHOB}$	
7	Hệ số Poisson (PR)	$PR = ((V_p/V_s)^2 - 2)/2((V_p/V_s)^2 - 1)$	
8	Hệ số Vp/Vs	$V_p/V_s = V_p/V_s$	
9	Module khối (BM)	$BM = \text{RHOB} \times V_p^2 - (4/3) \times \text{RHOB} \times V_p^2$	
10	Module đàn hồi (YM)	$YM = 2 \times \text{RHOB} \times V_s^2(1 + PR)$	



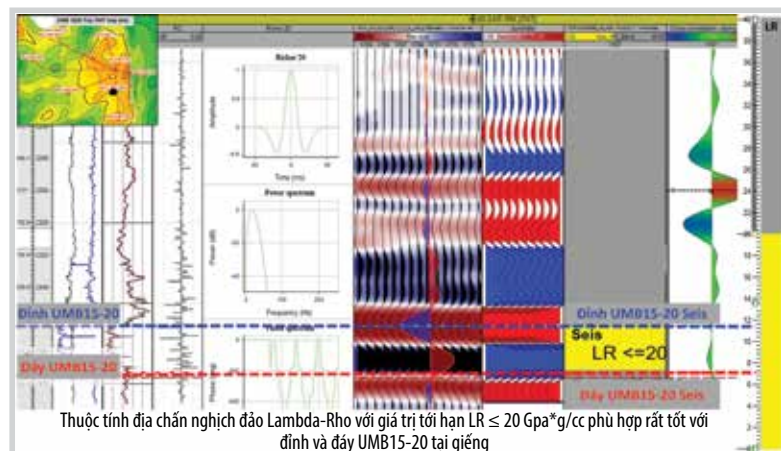
Hình 10. RPT cho tập vỉa UMB15-20, biểu đồ chéo LR - MR.



Hình 11. Xác thực tài liệu giếng khoan - địa chấn và lựa chọn thuộc tính phù hợp để dự đoán phân bố tập vỉa chứa UMB15-20.

Bảng 3. Tổng kết các giá trị tới hạn Vp/Vs và Lambda-Rho ở tập vỉa UMB15-20

Mỏ	Vỉa chứa	Giá trị tới hạn
Mộc Tinh	UMB15 - 20	Vp/Vs ≤ 1,8 Lambda - Rho ≤ 20 (Gpa*g/cc)



Hình 12. Liên kết địa chấn nghịch đảo giá trị tới hạn LR ≤ 20 Gpa*g/cc với tập vỉa cát UMB15-20 tại giếng MT-1RX.

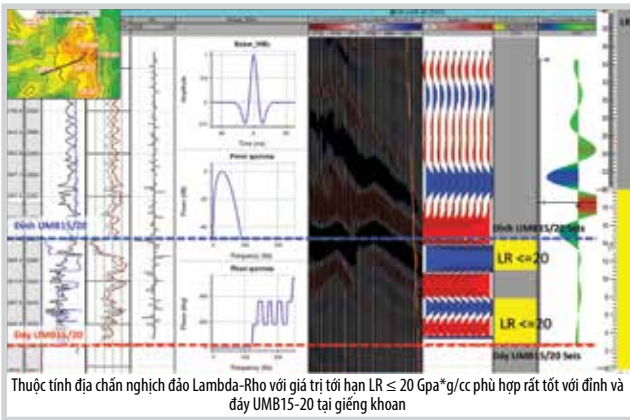
charge - Hình 9), có thể là do lớp phủ bên trên là đá bột kết chặt sít. Đáy tập vỉa UMB15-20 tương ứng với phản xạ phân cực âm khi bão hòa nước 100% và phản xạ phân cực dương khi được thay bằng khí - condensate.

Mô hình khung vật lý đất đá (rock physics template - RPT) được sử dụng để đánh giá, phân loại thạch học. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, có 3 loại thạch học được phân loại là: cát kết chứa khí, cát kết chứa nước và không phải vỉa chứa (non-reservoir) (Hình 10). Kết quả mô hình RPT này với tài liệu địa chấn nghịch đảo ở tập vỉa UMB15-20 chỉ có thể sử dụng để phân loại vỉa cát chứa/không phải vỉa chứa, do kết quả độ tương quan giữa các thuộc tính vật lý của cát kết chứa khí và cát kết chứa nước không có sự phân loại tốt.

Tiếp đến, một loạt các thuộc tính đàn hồi như Vp, Vs, Ip, Is, Vp/Vs, MR, LR, PR, YM và BM từ các khối địa chấn nghịch đảo được trích xuất dọc theo giếng khoan. Sau đó, các thuộc tính này được liên kết với thạch học tại giếng khoan và biểu diễn trên đồ thị tầng suất (Hình 11) để đánh giá mức độ phù hợp và sử dụng cho mục đích nghiên cứu.

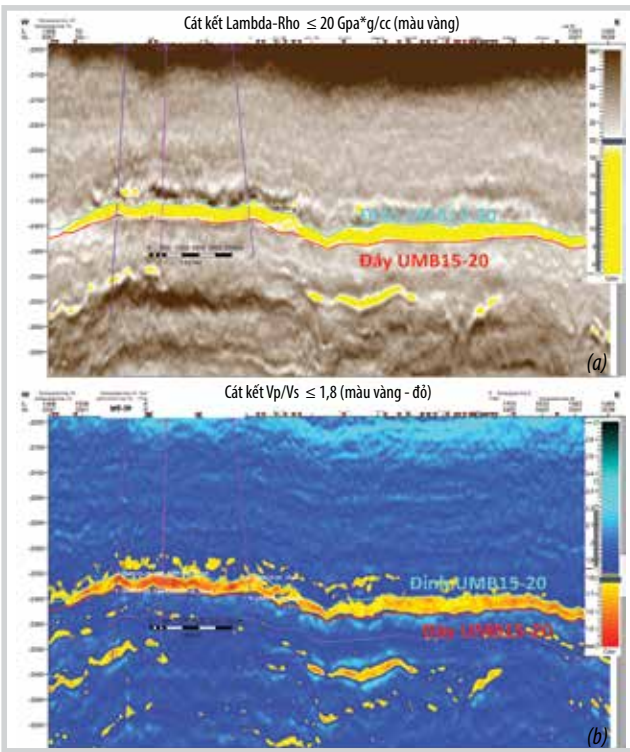
Kết quả phân tích trên tài liệu địa chấn nghịch đảo thực tế và giếng khoan cho thấy thuộc tính Vp/Vs và LR là những thuộc tính tốt nhất để phân loại thạch học cát kết/sét kết vì chúng có tỷ lệ phân tách tốt nhất. Thuộc tính mật độ (RHOB) mặc dù có tỷ lệ phân tách nhiều hơn, tuy nhiên, khối thuộc tính mật độ không đáng tin cậy do tài liệu địa chấn hiện tại bị giới hạn về số liệu địa chấn thu thập ở khoảng cách xa nguồn nổ (góc tia tới tối đa khoảng 40°). Hai thuộc tính Vp/Vs và LR được chọn sử dụng cho các công việc tiếp theo.

Cuối cùng là xác định các giá trị tới hạn sử dụng với các thuộc tính đã chọn. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp đánh giá độ nhạy của giá trị tới hạn so sánh với kết quả từ địa chấn với giếng khoan thực tế, cụ thể được minh họa trong các Hình 12 - 15. Kết quả được tóm tắt trong Bảng 3. Giá trị tới hạn để phân loại cát kết từ khối Lambda-Rho



Thuộc tính địa chấn nghịch đảo Lambda-Rho với giá trị tới hạn $LR \leq 20 \text{ GPa}^*g/cc$ phù hợp rất tốt với đỉnh và đáy UMB15-20 tại giếng khoan

Hình 13. Liên kết địa chấn nghịch đảo giá trị tới hạn $LR \leq 20 \text{ GPa}^*g/cc$ với tập vỉa cắt UMB15-20 tại giếng MT-4P

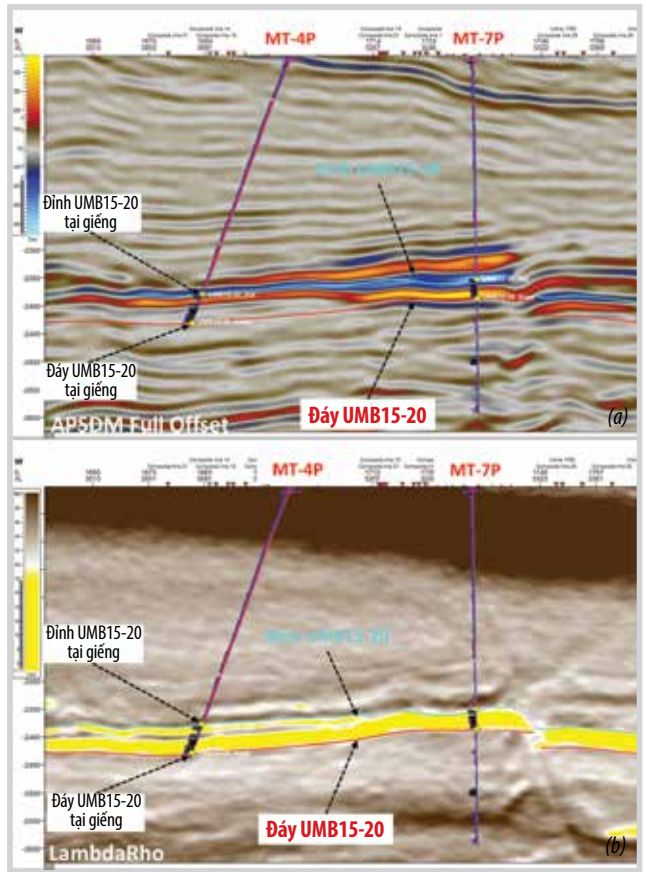


Hình 14. Mặt cắt liên kết từ giếng khoan MT-7P đến các giếng khoan MT-1P và MT-3P trên khối LR (a) và Vp/Vs (b).

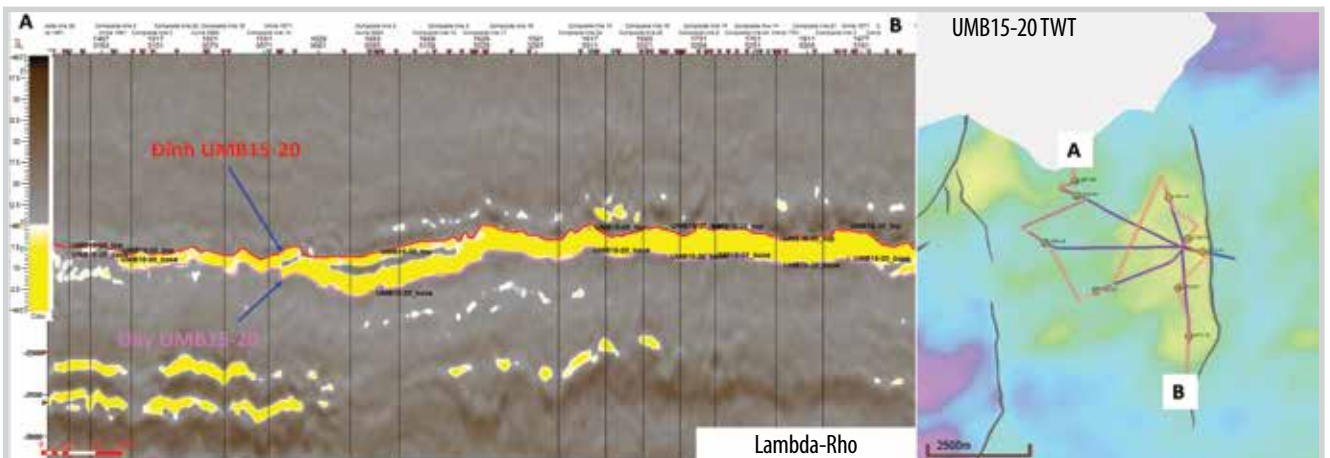
là $\leq 20 \text{ GPa}^*g/cc$, được đánh giá là thống nhất, hợp lý và ít rủi ro hơn so với kết quả thu được từ khối Vp/Vs . Do đó, các bản đồ đỉnh/đáy của tập vỉa UMB15-20 đã được xây dựng chủ yếu dựa trên khối thuộc tính Lambda-Rho này.

2.5. Lập bản đồ, trích xuất và phân tích các thuộc tính địa chấn

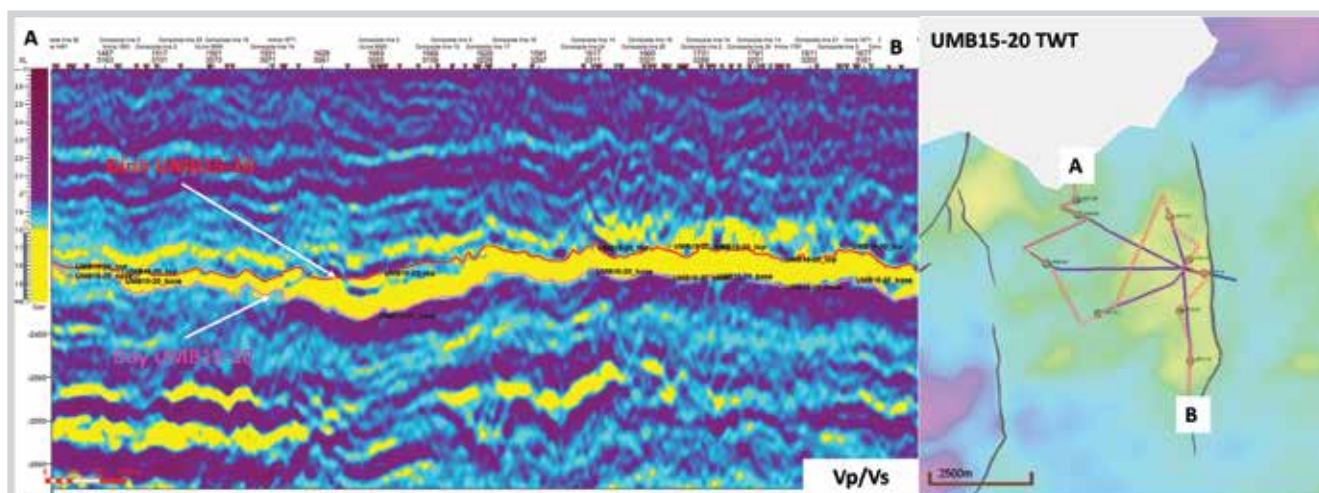
Từ kết quả ở bước trên, quá trình lập bản đồ cấu trúc cho tập vỉa UMB15-20 đã sử dụng khối thuộc tính



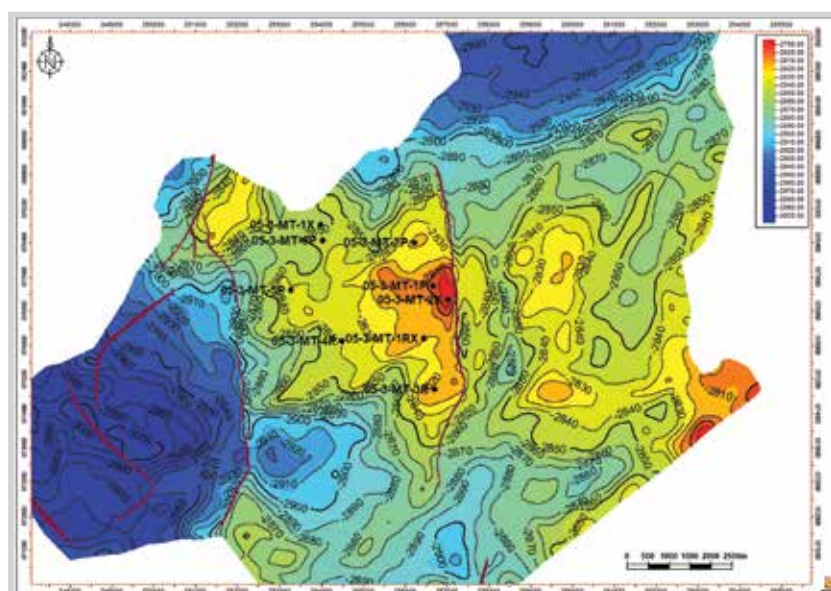
Hình 15. So sánh việc lập bản đồ và liên kết từ giếng MT-4P đến MT-7P trên khối APSDM (a) và Lambda-Rho (b).



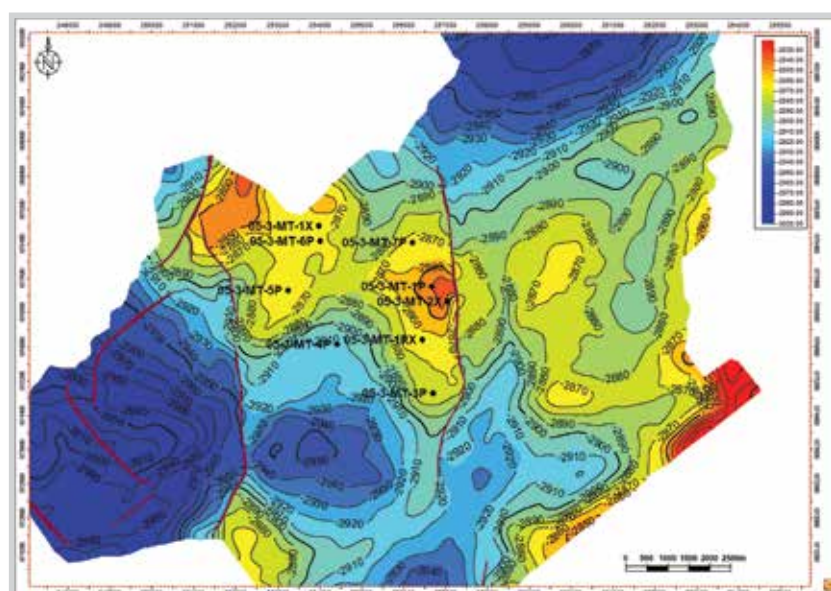
Hình 16. Mặt cắt địa chấn liên kết đỉnh và đáy tập vỉa UMB15-20 trên khối Lambda-Rho với giá trị tới hạn $LR \leq 20 \text{ GPa}^*g/cc$.



Hình 17. Mặt cắt địa chấn liên kết đỉnh và đáy tập vỉa UMB15-20 trên khối Vp/Vs với giá trị tới hạn Vp/Vs ≤ 1,8.



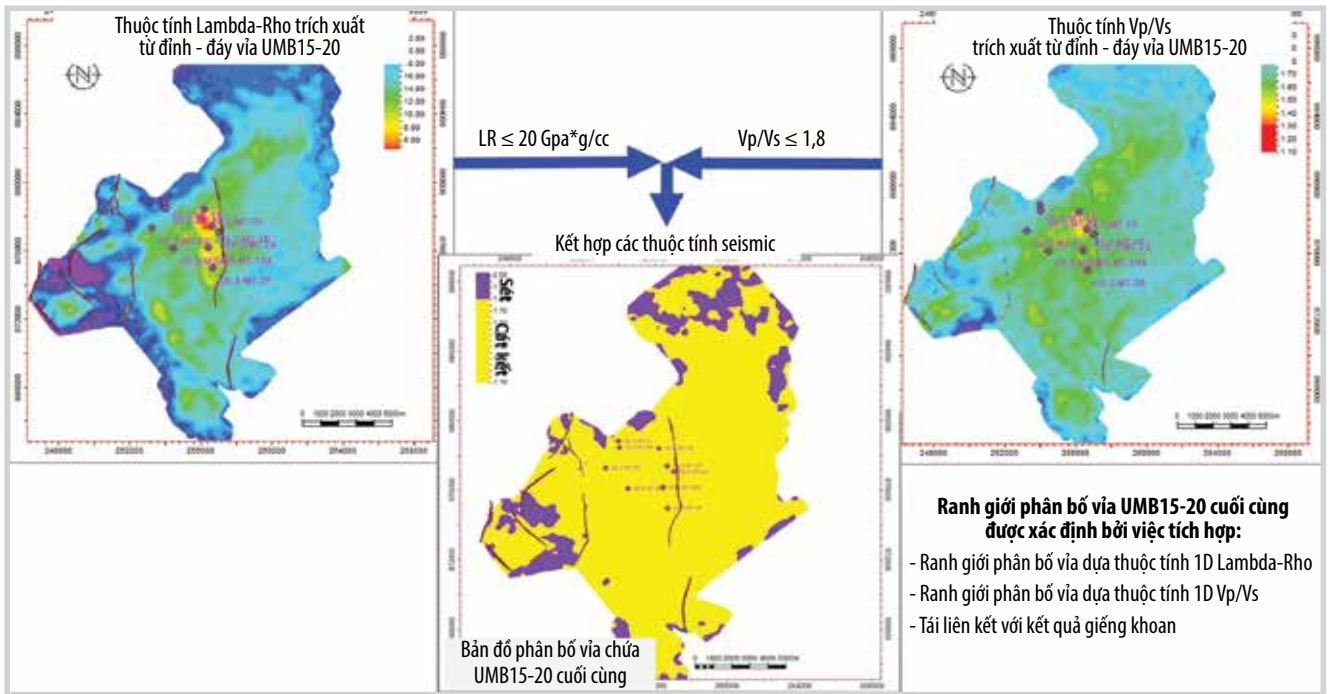
Hình 18. Bản đồ cấu trúc đỉnh tập vỉa UMB15-20 theo độ sâu.



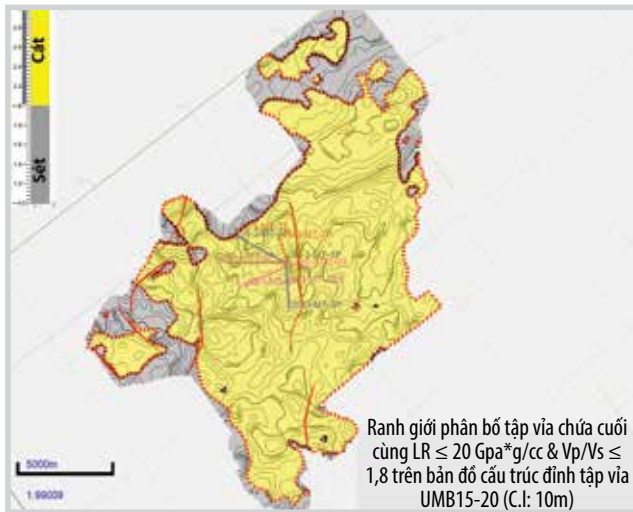
Hình 19. Bản đồ cấu trúc đáy tập vỉa UMB15-20 theo độ sâu.

Lambda-Rho với giá trị tới hạn $LR \leq 20$ Gpa*g/cc làm chuẩn, sau đó, kết quả sẽ được kiểm tra chéo trên khối Vp/Vs với giá trị tới hạn $Vp/Vs \leq 1,8$ (Hình 16 và 17). Theo đó, các bản đồ cấu trúc đỉnh/đáy UMB15-20 được vẽ chính xác với thuộc tính địa chấn tới hạn, các ranh giới vỉa tại giếng khoan được sử dụng để giới hạn và kiểm tra trong quá trình minh giải. Các bản đồ cấu trúc đỉnh/đáy tập vỉa UMB15-20 trên miền thời gian sẽ được chuyển sang miền độ sâu và tinh chỉnh (tied) với ranh giới tại giếng khoan một lần nữa (Hình 18 và 19).

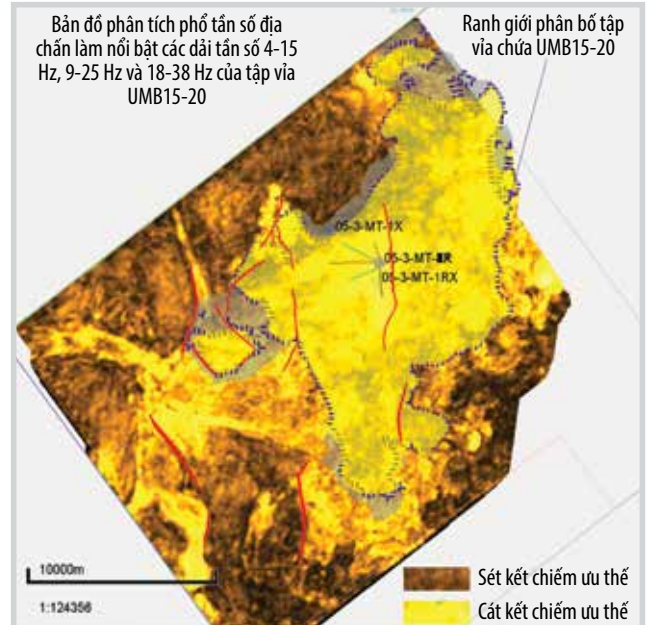
Để tăng độ tin cậy cho dự đoán phân bố tập vỉa chứa UMB15-20, một số thuộc tính địa chấn đã được trích xuất trong cửa sổ từ đỉnh đến đáy vỉa. Bản đồ dự đoán phân bố tập vỉa chứa UMB15-20 được xác định từ sự kết hợp giữa ranh giới tạo bởi 2 bản đồ thuộc tính LR và Vp/Vs với giá trị giới hạn áp dụng lần lượt là $LR \leq 20$ Gpa*g/cc và $Vp/Vs \leq 1,8$, được thẩm định bởi kết quả của tất cả các giếng (Hình 20 và 21). Kết quả phân bố tập vỉa chứa UMB15-20 cuối cùng được kiểm chứng lần cuối với các thuộc tính địa chấn khu vực khác cho thấy phân bố tập vỉa chứa UMB15-20 này hoàn toàn phù hợp với hệ thống thân cát turbidite tổng thể tầng Miocene trên của địa chất khu vực (Hình 22 và 23).



Hình 20. Xác định phân bố tập via chứa UMB15-20 kết hợp từ 2 bản đồ thuộc tính LR và Vp/Vs.



Hình 21. Kết quả phân bố tập via chứa UMB15-20 (đường đứt đoạn màu đỏ) trên bản đồ cấu trúc miền thời gian TWT.

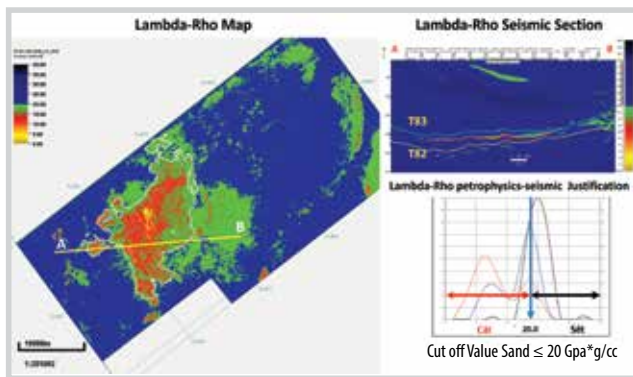


Hình 22. Kết quả phân bố tập via chứa UMB15-20 (đường đứt đoạn) trên bản đồ phân tích phổ tần số địa chấn (spectral decomposition) khu vực; tập via chứa UMB15-20 là một phần của hệ thống trầm tích quạt turbidite lớn hơn trong khu vực mỏ Mộc Tinh.

3. Kết luận

Áp dụng quy trình minh giải, phân tích, tích hợp nhiều loại tài liệu phục vụ cho việc lập bản đồ tập via chứa UMB15-20 đã đánh giá nhiều khía cạnh rủi ro khác nhau, do đó, quy trình đưa đến kết quả có độ tin cậy cao hơn.

Kết quả phân tích cơ lý đất đá, các thuộc tính đàn hồi có mối tương quan rõ ràng với tương thạch học đã được xác định. Các thuộc tính Lambda-Rho và Vp/Vs được chọn



Hình 23. Kết quả phân bố tập via chứa UMB15-20 (đường đứt đoạn) trên bản đồ Lambda-Rho khu vực (trích xuất biên độ tối thiểu trong cửa số T82 - T83); tập via chứa UMB15-20 là một phần của hệ thống trầm tích quạt turbidite lớn hơn trong khu vực mỏ.

phục vụ cho công tác lập bản đồ và xác định phân bố đá chứa. Kết quả đạt được có mối tương quan tốt với số liệu giếng khoan thực tế đạt được cũng như phù hợp với bức tranh địa chất chung trong khu vực nghiên cứu. Các bản đồ đỉnh/đáy tập vỉa và ranh giới phân bố tập vỉa UMB15-20 đạt độ tin cậy cao nhất đã được sử dụng cho công tác tính toán tài nguyên dầu khí tại chỗ, lập mô hình tĩnh/động để hỗ trợ công tác vận hành và quản lý khai thác mỏ hiệu quả nhất. Ngoài ra, các tài liệu này còn được sử dụng phục vụ cho công tác tối ưu hóa vị trí giếng khoan đan dày và khoan thăm dò sắp tới của Bien Dong POC.

Quy trình minh giải, phân tích này có thể áp dụng cho tất cả các vỉa chứa khác nhau nếu có đủ tài liệu hỗ trợ và các thuộc tính đàn hồi có tương quan tốt với tướng thạch học của vỉa chứa đó. Ngoài ra, quy trình minh giải này còn chia sẻ kinh nghiệm cho việc đánh giá và lựa chọn các khối địa chấn phù hợp, tin cậy để minh giải cho các vỉa chứa sản phẩm, tăng độ chính xác phục vụ cho công tác tính toán tài nguyên dầu khí tại chỗ (HCIIP), khoan phát triển và khoan đan dày nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế của dự án dầu khí.

Tuy nhiên, thiếu số liệu giếng khoan để thẩm định tại một số vị trí mở rộng của tập vỉa, chất lượng của tài liệu địa chấn, độ phân giải dọc và khả năng phát hiện của phương pháp địa chấn đối với số liệu hiện tại,... là một số nguyên nhân dẫn tới các hạn chế của quy trình minh giải.

Hình 11 cho thấy tài liệu nghịch đảo địa chấn được trích xuất dọc theo giếng khoan vẫn còn tiềm ẩn nhiều rủi ro trong việc xác định vỉa cát chứa khí và vỉa cát chứa nước do sự phân tách giữa các thuộc tính vật lý đặc trưng cho vỉa chứa khí và chứa nước vẫn còn sự giao thoa, không phân dị và tách biệt rõ ràng...

RPT cũng ẩn chứa nhiều rủi ro tại khu vực không có giếng khoan, nên việc đặt vị trí giếng khoan tại khu vực đó nên được tích hợp thêm nhiều phương pháp nghiên cứu địa chất/địa vật lý khác nhằm giảm thiểu rủi ro của phương pháp.

Tài liệu tham khảo

- [1] Keiiti Aki and Paul G. Richards, *Quantitative seismology - Volume 1: Theory and methods*. WH Freeman & Co, 1980.
- [2] J.P. Castagna, M.L. Batzle, and T.K. Kan, "Rock physics - The link between rock properties and AVO response", *Offset-dependent reflectivity-theory and practice of AVO analysis*. Society of Exploration Geophysicists, 1993.
- [3] Patrick Connolly, "Elastic impedance", *The Leading Edge*, Volume 18, Issue 4, 1999. DOI: 10.1190/1.1438307.
- [4] Rob Simm and Mike Bacon, *Seismic amplitude: An interpreter's handbook*, 1st edition. Cambridge University Press, 2014.

APPLICATION OF PROCESS INCREASING THE RELIABILITY, ACCURACY IN 3D SEISMIC INTERPRETATION TO MAKE STRUCTURAL MAPS AND PREDICT THE SAND DISTRIBUTION FOR THE UPPER MIOCENE TURBIDITE IN MOC TINH FIELD, BLOCK 05-3, NAM CON SON BASIN

Hoang Minh Hai, Luong Sy Hai, Ngo Anh Quan, Nguyen Quan Phong, Tran Ngoc The Hung

Bien Dong Petroleum Operating Company (Bien Dong POC)

Email: haihm@biendongpoc.vn

Summary

The upper Miocene turbidite sand UMB15-20 is the main gas - condensate reservoir having very good porosity and permeability in the Moc Tinh field. Reflection seismic data and the physical model calculations showed that the top and bottom of this sand reservoir reflected seismic waves with AVO class III or class II attributes inconsistently in all 8 drilled wells, which caused some risks in determining the corresponding seismic reflections to map the top/bottom geological structure of the reservoir and predict the sand distribution by conventional seismic interpretation methods. Bien Dong POC has applied the interpretation - analysis process by integrating rock physics, AVO model, pre-stacking seismic inversion, and verified with results of petrophysics - seismic justification to assess the accuracy and reliability of seismic attribute cubes, and cut-off values corresponding to reservoir/non-reservoir type; thereby, the mapping and predicting of the reservoir sand distribution of the field were conducted. The results of the above application have established a product set including the top/bottom maps of the UMB15-20 reservoir and the boundary of the sand distribution with the highest reliability. This map set was used for HIIP calculation in the 2021 Resource Assessment Report and static/dynamic modeling to efficiently support the field operation and management. In addition, these data are also used to optimize the location of Bien Dong POC's upcoming infill drilling wells.

Key words: AVO class, UMB15-20 sand, turbidite, 3D seismic interpretation, Moc Tinh field, Bien Dong POC.