



Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



Variation of sediment provenance at the 09 - 1 Block, Cuu Long Basin: their significance in assessing the Oligocene - Miocene reservoir quality



Anh Lam Nguyen¹, Tung Thanh Nguyen², Long Van Hoang^{2,*}, Dung Viet Bui², Hieu Trung Nguyen², Anh Tuan Nguyen², Phuong Ngoc Thi Bui³, Trieu Tan Nguyen³, Trung Thanh Trinh⁴

¹Russia-Vietnam Joint Venture (Vietsovpetro), Ba Ria - Vung Tau, Vietnam

²Vietnam Petroleum Institute, Hanoi, Vietnam

³Vietnam Petroleum Institute, Ho Chi Minh City, Vietnam

⁴Vietnam Administration of Seas and Islands, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 04th June 2021

Revised 31st Aug. 2021

Accepted 29th Sept. 2021

Keywords:

Cuu Long Basin,
Reservoir,
Sediment provenance.

ABSTRACT

The Cuu Long Basin is one of the Tertiary sedimentary basins situated on the continental shelf of Vietnam, which demonstrates the high potential of oil and gas. Apart from fractured granite reservoirs, the Oligocene - Miocene sand bodies are thought to have significant potential for forming non - structural traps. The results of the study on the composition and physical properties of the sediments derived from wells "X" and "Y", block 09 - 1, Cuu Long Basin show that there is a clear difference between the Late Oligocene and Early Miocene sandstone in the well "X", namely the Miocene sandstone shows larger particle size, higher roundness and sortness (TB: 434.2; Ro: 0.69; So: 2.22) than those of the Late Oligocene sandstone (TB: 104.28; Ro: 0.64; So: 1.46). This difference is likely attributed to the fact that the Miocene sandstone was influenced by the marine environment, which intensified the roundness and sortness. Meanwhile, the well "Y" did not show much difference in the physical parameters of the sediments between the Late Oligocene and Early Miocene age ranges. However, the grain size was slightly increased and the roundness was less during the Early Miocene. It is possible that the "Y" well is located closer to the local source. The variation in the physical parameters of the sediments, proportion of sand grains and clay minerals shows that the quality of late Oligocene reservoir is better than that of Early Miocene reservoir, and the Late Oligocene reservoir quality in the "X" well is better than that in the borehole "Y".

Copyright © 2021 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E - mail: longhv@vpi.pvn.vn

DOI: 10.46326/JMES.2021.62 (5).03



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Biến đổi nguồn và đặc tính trầm tích tại lô 09 - 1 bồn trũng Cửu Long: Ý nghĩa của chúng trong đánh giá chất lượng đá chứa tuổi Oligocen - Miocen

Nguyễn Lâm Anh ¹, Nguyễn Thanh Tùng ², Hoàng Văn Long ^{2,*}, Bùi Việt Dũng ², Nguyễn Trung Hiếu ², Nguyễn Tuấn Anh ², Bui Thi Ngoc Phuong ³, Nguyen Tan Trieu³, Trinh Thanh Trung ⁴

¹ Liên doanh Việt - Nga (Vietsovpetro), Bà Rịa - Vũng Tàu, Việt Nam

² Viện Dầu khí Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam

³ Viện Dầu khí Việt Nam, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

⁴ Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 04/6/2021

Sửa xong 31/8/2021

Chap nhận đăng 29/9/2021

Từ khóa:

Bể Cửu Long,

Nguồn trầm tích,

Via chứa.

TÓM TẮT

Bể Cửu Long là một trong số các bể trầm tích Đệ Tam trên thềm lục địa Việt Nam có nhiều tiềm năng dầu khí. Bên cạnh đối tượng đá chứa là đá móng granit nứt nẻ thì các thân cát tuổi Oligocen - Miocen được cho là có nhiều triển vọng để hình thành các bể phi cấu tạo. Kết quả nghiên cứu thành phần độ hạt trầm tích tại các giếng khoan "X" và "Y", lô 09 - 1 bể Cửu Long cho thấy, có sự khác nhau rõ rệt trong cát kết tuổi Oligocen muộn và Miocen sớm ở giếng khoan "X", cụ thể là cát kết Miocen có kích thước hạt trung bình, độ mài tròn, độ chọn lọc (TB: 434,2; Ro: 0,69; So: 2,22) cao hơn so với cát kết Oligocen muộn (TB: 104,28; Ro: 0,64; So: 1,46). Sự khác biệt này được cho là tập cát kết Miocen bị ảnh hưởng của môi trường biển làm gia tăng khả năng mài tròn, chọn lọc của trầm tích. Trong khi đó, giếng khoan "Y" không cho thấy nhiều sự khác biệt về các tham số vật lý trầm tích giữa hai khoảng tuổi Oligocen muộn và Miocen sớm. Tuy nhiên, kích thước hạt có tăng lên chút ít và độ mài tròn kém hơn trong trầm tích Miocen sớm. Có thể giếng khoan "Y" được đặt ở vị trí gần nguồn địa phương hơn. Sự khác nhau về thông số độ hạt, tỉ lệ thành phần mảnh vụn và khoáng vật sét cho thấy chất lượng đá chứa Oligocen muộn tốt hơn so với đá chứa Miocen sớm và giếng khoan "X" có chất lượng đá chứa tốt hơn so với giếng khoan "Y".

© 2021 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Bể trầm tích Cửu Long là một trong những bể trầm tích Đệ Tam chứa dầu quan trọng nhất nằm về phía Đông Nam thềm lục địa Việt Nam với diện tích

*Tác giả liên hệ

E - mail: longhv@vpi.pvn.vn

DOI: 10.46326/JMES.2021.62 (5).03

khoảng 36.000 km². Bể được hình thành do quá trình phá hủy đá móng trước Kainozoi theo cơ chế rift nội lục, bắt đầu từ Eocen cho đến nay (Hoàng Ngọc Đông, 2012; Lê Văn Cự và nnk., 2019; Trần Lê Đông và nnk., 2019). Với sự trợ giúp của các chuyên gia Liên Xô cũ, đây được coi là bể trầm tích đầu tiên phát hiện ra dầu khí thương mại từ những năm 80 của thế kỷ trước. Dầu khí đã được phát hiện và từng bước được đưa vào khai thác với sản lượng lớn. Cho đến nay, dầu thô khai thác từ bể Cửu Long đã đóng góp tới trên 80% tổng sản lượng dầu thô của cả nước (Trần Lê Đông và nnk., 2019 ; Vietnam Petroleum Institute, 2011). Tuy nhiên, trong suốt nhiều thập kỷ qua, phần lớn sản lượng dầu khai thác được đều từ trong các vỉa chứa là đá móng granit và granitoid tuổi trước Kainozoi bị nứt nẻ mạnh hoặc trong các vỉa chứa là tầng cát kết tuổi Oligocen - Miocen trong các bể cấu tạo truyền thống trong khi các thân cát có tiềm năng đối với bể phi cấu tạo gần như chưa được quan tâm nghiên cứu một cách chi tiết.

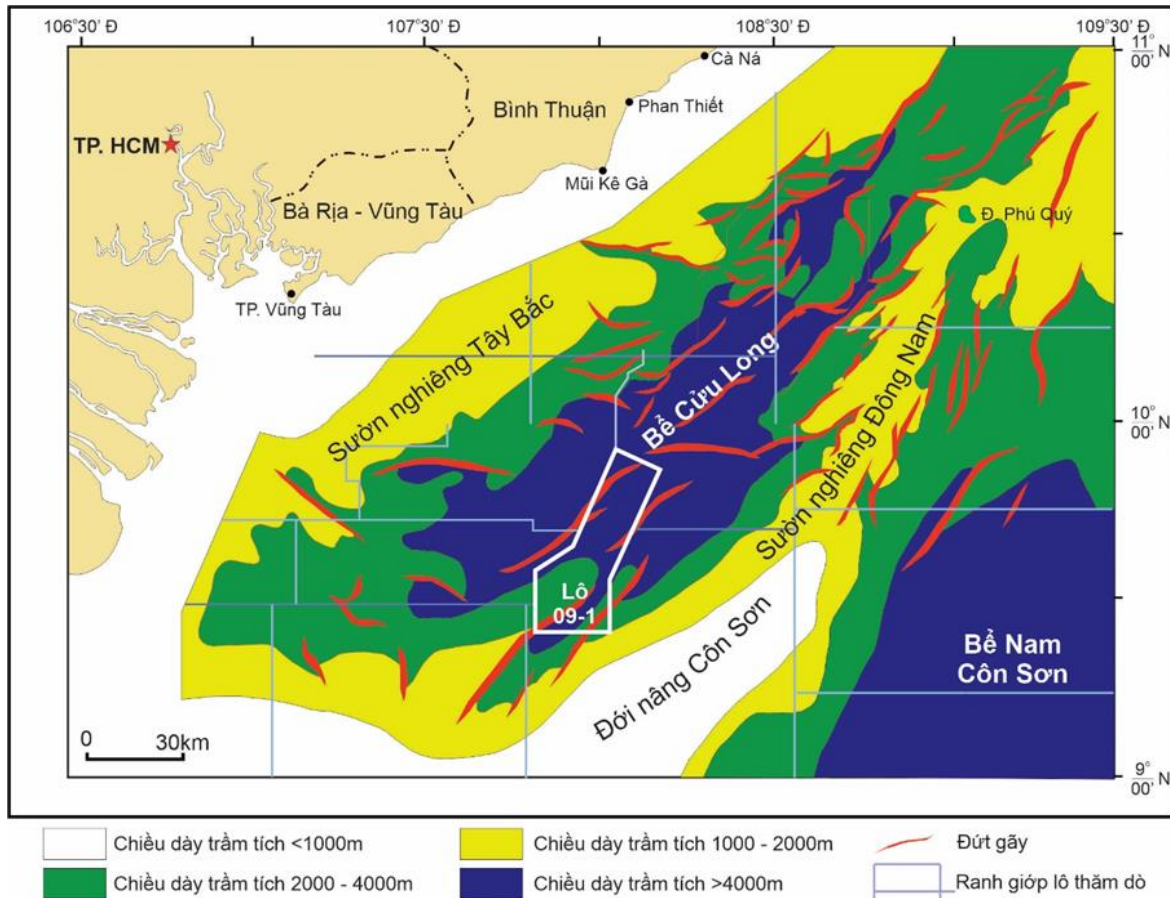
Một trong những thách thức lớn trong việc tìm kiếm các bể phi cấu tạo, ngoài việc đánh giá các

điều kiện chắn nóc, chắn đáy và chắn biên ra thì chất lượng thẩm, chứa của vỉa chứa rất đáng được quan tâm. Từ trước đến nay, việc nghiên cứu chất lượng vỉa chứa mới chủ yếu dựa trên các thông số vật lý (độ mài tròn, độ chọn lọc, kích thước mảnh vụn,...) và các quá trình địa chất sau trầm tích (quá trình nén chặt, thành đá và biến chất,...) mà ít nghiên cứu đến sự biến đổi về nguồn và hướng vận chuyển trầm tích.

Trong nghiên cứu này, tập thể tác giả sử dụng các số liệu phân tích thành phần mảnh vụn và các tham số vật lý độ hạt trầm tích để đánh giá sự biến đổi nguồn cung cấp vật liệu trầm tích theo không gian và thời gian để dự báo sự biến đổi chất lượng của đá chứa.

2. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu thuộc lô 09 - 1, nằm về phía đông nam bồn trũng Cửu Long (Hình 1). Đây là một trong những bồn trũng Đệ Tam có triển vọng dầu khí lớn nhất trên thềm lục địa Việt Nam (Trần Lê Đông và nnk., 2019).



Hình 1. Vị trí địa lý và hình thái cấu trúc khu vực nghiên cứu (Hoàng Ngọc Đông, 2012).

Phía đông bắc tiếp nối với bể Phú Khánh, sườn tây bắc là vùng biển Đông Nam Bộ, giới hạn phía đông nam được ngăn cách với bể Nam Côn Sơn qua đới nâng Côn Sơn. Bể kéo dài theo hướng đông bắc - tây nam với kích thước $\sim 110 \times 360$ km, diện tích khoảng 40.000 km². Kết quả minh giải tài liệu địa chấn 3D (Hình 2) đã khẳng định bồn trũng Cửu Long là bể kiểu rift sau cung thực thụ được hình thành theo cơ chế tách giãn và phá hủy vỏ lục địa là các thành tạo đá móng trước Kainozoi (Tạ Thị Thu Hoài và Phạm Huy Long, 2009; Lê Văn Cự và nnk., 2019; Schmidt và nnk., 2019; Trần Lê Đông và nnk., 2019).

Những kết quả nghiên cứu về cổ sinh, thành phần thạch học - khoáng vật, địa vật lý giếng khoan và địa chấn địa tầng cho phép phân chia địa tầng của khu vực nghiên cứu thành hai phần chính là: (i) các thành tạo đá móng trước Kainozoi và (ii) các thành tạo trầm tích Kainozoi (Đỗ Bạt và nnk., 2019; Trần Lê Đông và nnk., 2019). Chi tiết các phân vị địa tầng được tổng hợp trong Hình 3.

2. Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

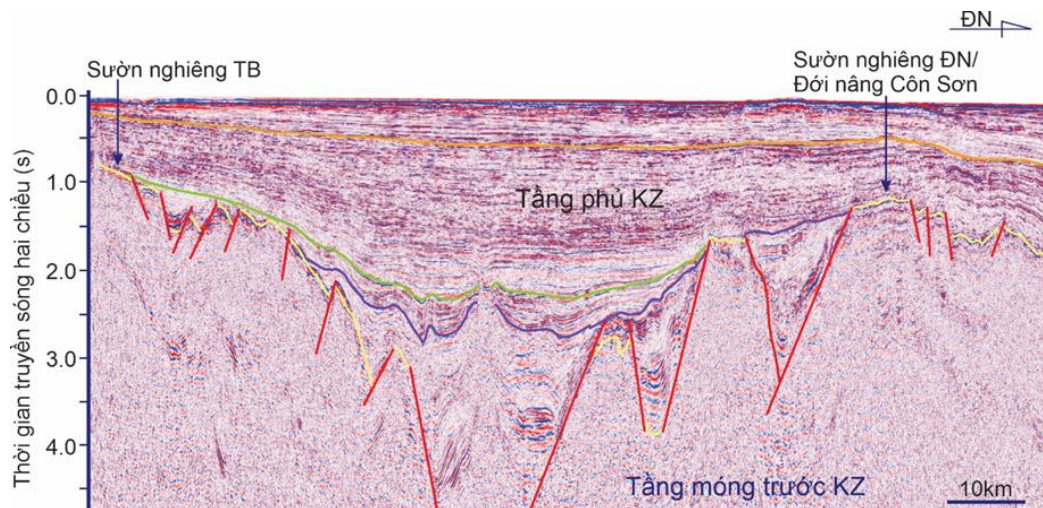
2.1. Cơ sở tài liệu

Để thực hiện nghiên cứu này, tập thể tác giả sử dụng kết quả phân tích độ hạt và thành phần mảnh vụn của 29 mẫu trong giếng khoan "X", và 17 mẫu trong giếng khoan "Y" nằm trong khu vực nghiên cứu (số hiệu giếng khoan đã được mã hóa) (Nguyễn Hoài Chung nnk. 2019a; Nguyễn Hoài Chung và nnk. 2019b). Các mẫu này được phân chia thành 02 tập mẫu đại diện cho cát kết môi trường sông/hồ




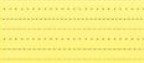
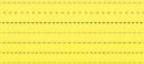



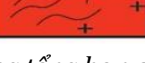
tuổi Oligocen muộn và cát kết môi trường biển nông tuổi Miocen sớm (Bảng 1).

Bảng 1. Thống kê mẫu vụn trong các giếng khoan sử dụng trong nghiên cứu này.

Độ sâu trung bình (m)	Loại mẫu	Tuổi địa tầng	Độ sâu trung bình (m)	Loại mẫu	Tuổi địa tầng
Giếng khoan “X”			4065	Mẫu vụn	Oligocen muộn
2525	Mẫu vụn	Miocen sớm	4075	Mẫu vụn	
2535	Mẫu vụn		4085	Mẫu vụn	
2545	Mẫu vụn		4095	Mẫu vụn	
2555	Mẫu vụn		4105	Mẫu vụn	
2565	Mẫu vụn		4115	Mẫu vụn	
2575	Mẫu vụn		Giếng khoan “Y”		
2585	Mẫu vụn		2775	Mẫu vụn	Miocen sớm
2595	Mẫu vụn		2785	Mẫu vụn	
2605	Mẫu vụn		2795	Mẫu vụn	
2615	Mẫu vụn		2815	Mẫu vụn	
2625	Mẫu vụn		2825	Mẫu vụn	
3905	Mẫu vụn	Oligocen muộn	2845	Mẫu vụn	Oligocen muộn
3915	Mẫu vụn		2855	Mẫu vụn	
3925	Mẫu vụn		2865	Mẫu vụn	
3955	Mẫu vụn		2875	Mẫu vụn	
3965	Mẫu vụn		2885	Mẫu vụn	
3975	Mẫu vụn		2895	Mẫu vụn	
3985	Mẫu vụn		4235	Mẫu vụn	Oligocen muộn
3995	Mẫu vụn		4245	Mẫu vụn	
4005	Mẫu vụn		4255	Mẫu vụn	
4015	Mẫu vụn		4265	Mẫu vụn	
4025	Mẫu vụn		4275	Mẫu vụn	
4055	Mẫu vụn		4285	Mẫu vụn	



Hình 2. Mặt cắt địa chấn phương tây bắc - đông nam cắt qua trục bồn trũng Cửu Long thể hiện đá móng trước Kainozoi (KZ) bị phá hủy bởi hệ thống các đứt gãy tách giãn kiểu rift.

ĐỊA TẦNG	TÊN	THẠCH HỌC	BIỂU HIỆN DẦU KHÍ	MÔ TẢ THẠCH HỌC	CỔ SINH	MÔI TRƯỜNG	KIẾN TẠO
Pliocen - Đệ Tứ	Biển Đông			Cát hạt thô đến mịn, xen lẫn các lớp sét, bột giàu hóa thạch vi cổ sinh.	<i>Dacrydium</i>	Biển	Sụt lún nhiệt
Miocen	Trên	Đồng Nai		Cát kết hạt thô - mịn xen lẫn sét kết, các lớp than mỏng và carbonate ẩm tiêu.	<i>Stenolaena</i>	Đồng bằng ven biển, biển nông	
	Giữa	Côn Sơn		Cát kết xen kẹp sét kết chứa các lớp mỏng than nâu và carbonat, có biểu hiện dầu khí.	<i>F. Meridionalis</i>	Đồng bằng ven biển, biển nông	
	Dưới	Bạch Hồ		Phần trên sét kết; phần giữa và dưới: Cát kết, bột kết, sét kết, có biểu hiện dầu khí.	<i>F. Levipolis, Magnastriatites</i>	Đồng bằng ven biển, biển nông	
Oligocen	Trên	Trà Tân		Phần trên: Sét kết, cát kết, bột kết; Phần dưới: Sét bột kết, phiến sét xen lớp mỏng cát kết. Có biểu hiện dầu khí.	<i>F. Trilobata, Verutricolporites, Cicatricolporites</i>	Đầm hồ, sông ngòi (Alluvi)	Đồng tạo rift
	Dưới	Trà Cú		Cát kết hạt thô - trung bình, sét kết và cát bột kết xen kẹp. Có biểu hiện dầu và khí.	<i>Oculopolis, Manastriatites</i>	Đầm hồ, sông ngòi (Alluvi)	
Eocen	Cà Cối			Cuội sạn kết xen kẹp các lớp cát mỏng.	<i>Trudopolis, Plicapollis</i>	Sườn tích, sông ngòi	
Trước Kainozoi	Móng trước KZ			Đá xâm nhập acid - trung tính, gneiss bị nứt nẻ. Thành phần chủ yếu là thạch anh, Plagioclase, biotite và ít orthoclase; Đá biến chất cổ Cambri - Ordovic - Silua và tiền Cambri			Trước tạo rift

Hình 3. Cột địa tầng tổng hợp của khu vực nghiên cứu (Đỗ Bạt và nnk. 2019, Trần Lê Đông và nnk. 2019).

Ngoài ra, tập thể tác giả còn tái xử lý các kết quả phân tích cổ sinh, kết quả nghiên cứu tướng và môi trường trầm tích, cũng như kết quả minh giải địa chấn địa tầng của khu vực (Nguyễn Hoài Chung và nnk., 2019a, b).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phân tích độ hạt và các tham số vật lý của trầm tích

Mẫu vụn trầm tích sau khi được lấy từ bể lắng dung dịch bơm từ giếng khoan được tiến hành gia công sơ bộ, sấy khô và cân trọng lượng trước khi tiến hành sàng rây ở các cấp hạt khác nhau. Phần trầm trọng lượng của các cấp hạt sau đó được đưa vào xử lý thống kê bằng phần mềm Gradistat phiên bản 9.1 được viết bởi Simon Blott (Blott và Pye, 2001). Các giá trị kích thước hạt trung bình (mean), độ chọn lọc (So), độ lệch (Sk), độ nhọn (K_G) cũng như tên và kiến trúc trầm tích được tính toán theo

phương pháp hình học của Folk và Ward năm 1957 (Folk, 1954; Folk và Ward, 1957) và được trình bày trong Bảng 2.

Độ mài tròn (Ro) của các mảnh vụn sẽ được đo trực tiếp và tính toán giá trị tỉ số trực dài/trục ngắn của mỗi mảnh vụn theo các tiêu chuẩn được trình bày trong Bảng 3.

2.2.2. Phương pháp phân tích thành phần vật chất

Phương pháp phân tích thạch học được tiến hành để xác định thành phần thạch học và thành phần khoáng vật của đá. Phương pháp này có thể được thực hiện bằng quan sát trực tiếp mảnh vụn trầm tích lấy lên từ mùn khoan (mẫu cutting) dưới kính loup hoặc kính hiển vi để đánh giá sơ bộ về thành phần và kiến trúc trầm tích. Tuy nhiên, hạn chế của phương pháp này là mang tính định tính nhiều hơn, mẫu lấy từ mùn khoan nên sự hỗn nhiễm cao. Để phân tích có tính định lượng, các mẫu trầm tích được phân tích dưới dạng lát mỏng thạch học tự nhiên hoặc nhân tạo. Đối với mẫu lát mỏng nhân tạo, các mảnh vụn trầm tích lấy từ mùn giếng khoan sẽ được rửa sạch

Bảng 2. Các tiêu chuẩn phân bố thống kê của trầm tích (Folk, 1954; Folk và Ward, 1957).

Thông số	Giá trị	Nhận xét
Độ chọn lọc So	<1,27	Rất tốt
	1,27÷1,41	Tốt
	1,41÷1,62	Tương đối tốt
	1,62÷2,00	Trung bình
	2,00÷4,00	Kém
	4,00÷16,00	Rất kém
	>16,00	Cực kỳ kém
Độ lệch Sk	±0,3÷±1,0	Lệch rất ít
	±0,1÷±0,3	Lệch ít
	±0,1÷±0,1	Đối xứng
	±0,1÷±0,3	Lệch nhiều
	±0,3÷±0,1	Lệch rất nhiều
Độ nhọn Kg	<0,67	Rất phẳng
	0,67÷0,90	Phẳng
	0,90÷1,11	T, đối phẳng
	1,11÷1,50	Nhọn
	1,50÷3,00	Rất nhọn
	>3,00	Cực kỳ nhọn

Bảng 3. Kết quả phân tích độ hạt trầm tích trong giếng khoan của khu vực nghiên cứu.

Độ sâu trung bình (m)	Kích thước hạt trung bình - TB (micron)	So	Sk	Kg	Ro	Tuổi địa tầng
Giếng khoan "X"						
2525	424,12	2,16	- 0,46	0,99	0,69	Miocen sớm
2535	458,97	2,24	- 0,28	1,46	0,70	
2545	427,38	2,20	- 0,14	0,92	0,68	
2555	428,38	2,26	- 0,28	1,06	0,70	
2565	418,25	2,18	- 0,05	1,06	0,69	
2575	419,54	2,29	- 0,33	1,17	0,70	
2585	433,47	2,13	- 0,35	1,00	0,70	
2595	451,72	2,25	- 0,38	0,79	0,69	
2605	438,99	2,24	- 0,14	1,02	0,70	
2615	425,16	2,25	- 0,43	1,19	0,68	
2625	450,21	2,20	- 0,39	0,97	0,68	
Min	418,25	2,13	- 0,46	0,79	0,68	
Max	458,97	2,29	- 0,05	1,46	0,70	
TB	434,20	2,22	- 0,29	1,06	0,69	
3905	78,30	1,42	0,08	1,12	0,71	Oligocen muộn
3915	130,21	1,39	- 0,16	1,19	0,70	
3925	80,13	1,51	0,03	1,22	0,71	
3955	81,56	1,53	- 0,22	0,96	0,67	
3965	103,10	1,49	- 0,02	1,16	0,70	
3975	99,86	1,45	- 0,09	1,16	0,62	
3985	101,47	1,42	0,02	0,79	0,70	
3995	94,70	1,51	- 0,16	0,96	0,61	
4005	84,94	1,41	- 0,12	1,01	0,62	

Độ sâu trung bình (m)	Kích thước hạt trung bình - TB (micron)	So	Sk	K _G	Ro	Tuổi địa tầng
4015	92,83	1,42	- 0,07	1,00	0,62	
4025	102,51	1,41	0,00	0,92	0,59	
4055	91,50	1,70	- 0,14	1,04	0,58	
4065	148,32	1,44	- 0,05	0,78	0,58	
4075	127,39	1,33	- 0,07	0,99	0,70	
4085	124,18	1,34	0,07	0,99	0,69	
4095	113,13	1,59	- 0,01	1,00	0,59	
4105	108,28	1,52	0,03	0,97	0,58	
4115	114,65	1,43	0,04	1,03	0,58	
Min	78,30	1,33	- 0,22	0,78	0,58	
Max	148,32	1,70	0,08	1,22	0,71	
TB	104,28	1,46	- 0,05	1,02	0,64	
Giếng khoan "Y"						
2775	424,23	2,08	- 0,26	0,95	0,37	Miocen sớm
2785	417,25	2,12	- 0,39	0,74	0,36	
2795	457,31	2,09	- 0,27	1,02	0,47	
2815	501,88	2,12	0,05	1,21	0,46	
2825	471,34	2,23	- 0,15	0,80	0,44	
2845	306,87	2,08	- 0,24	0,74	0,42	
2855	425,91	2,07	- 0,34	0,90	0,39	
2865	259,75	2,03	- 0,22	0,97	0,42	
2875	273,47	2,08	- 0,32	0,92	0,44	
2885	419,25	2,27	- 0,49	1,03	0,43	
2895	208,16	2,05	- 0,09	0,81	0,46	
Min	208,16	2,03	- 0,49	0,74	0,36	
Max	501,88	2,27	0,05	1,21	0,47	
TB	378,67	2,11	- 0,25	0,92	0,42	
4235	425,60	2,15	- 0,50	0,98	0,49	
4245	416,64	2,14	- 0,35	0,94	0,52	
4255	240,98	2,07	- 0,25	1,07	0,56	
4265	153,10	1,67	- 0,02	1,14	0,53	
4275	234,61	2,05	- 0,24	0,87	0,48	
4285	433,19	2,05	- 0,49	1,20	0,56	
Min	153,10	1,67	- 0,50	0,87	0,48	
Max	433,19	2,15	- 0,02	1,20	0,56	
TB	317,35	2,02	- 0,31	1,03	0,52	

và gắn kết lại bằng keo chuyên dụng trước khi tiến hành mài mỏng và phân tích dưới kính hiển vi phân cực với độ phân giải cao. Dưới kính hiển vi, ngoài việc xác định chi tiết thành phần khoáng vật chính và khoáng vật phụ, còn xác định tỷ phần tương đối của 3 hợp phần chính là thạch anh, feldspar và mảnh đá có mặt trong trầm tích để làm cơ sở cho luận giải nguồn gốc vật liệu sau này.

3. Kết quả

3.1. Kết quả phân tích các tham số vật lý của trầm tích

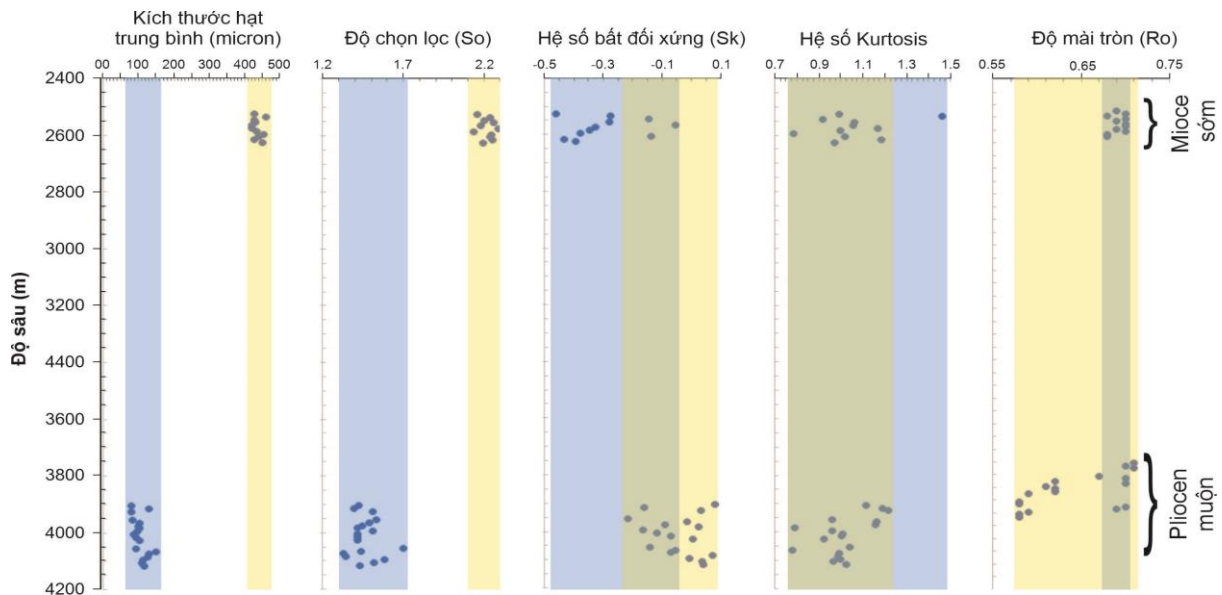
Kết quả phân tích thành phần độ hạt được trình bày trong Bảng 3 và các Hình 4, 5. Có thể dễ dàng nhận thấy, kích thước hạt vụn có sự thay đổi đáng kể theo tuổi địa tầng và vị trí lấy mẫu ở hai giếng khoan khác nhau.

Bảng 3 và Hình 4 thể hiện kết quả phân tích độ hạt và các tham số vật lý trầm tích của các mẫu lấy trong giếng khoan "X" ở hai khoảng tuổi khác nhau là Miocen sớm (ở độ sâu 2.525÷2.625 m) và Oligocen muộn (ở độ sâu 3.905÷4.115 m). Các mẫu trầm tích tuổi Miocen ở giếng khoan "X" có kích thước hạt thay đổi từ 418,25÷458,97 micron, trung

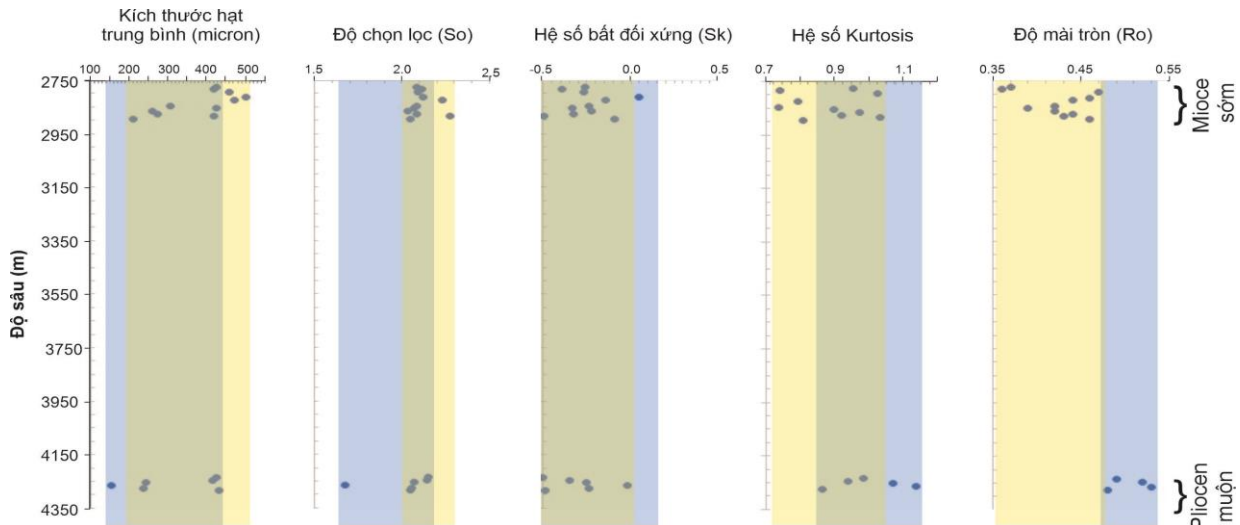
bình 434,2 micron và được phân loại vào nhóm trầm tích cát hạt trung; độ chọn lọc thay đổi từ $2,13 \div 2,29$, trung bình 2,22, thuộc nhóm trầm tích có độ chọn lọc kém; hệ số bất đối xứng có giá trị trong khoảng từ $-0,46 \div -0,05$, trung bình $-0,29$; có đặc điểm phân bố lệch trái; độ nhọn dao động từ $0,79 \div 1,46$, trung bình 1,06, cho thấy biểu đồ phân bố độ hạt tương đối phẳng. Độ mài tròn của các mảnh vụn nằm trong khoảng $0,68 \div 0,70$, trung bình 0,69; nằm trong nhóm có độ mài tròn ở mức trung bình khá. Trong khi đó, các mẫu trầm tích tuổi Oligocen muộn của cùng giếng khoan "X" được đặc trưng bởi các thông số độ hạt sau: kích thước hạt trung bình (mean): $78,30 \div 148,32$ micron, trung bình 104,28 micron, thuộc nhóm cát hạt mịn đến

rất mịn. Độ chọn lọc (So): $1,33 \div 1,70$, trung bình 1,46; tương ứng với độ chọn lọc tương đối tốt đến tốt; độ lệch (Sk) $-0,22 \div 0,08$, trung bình 0,05, thể hiện phân bố lệch ít đến đối xứng; độ nhọn (K_G): $0,78 \div 1,22$, trung bình 1,02, phân bố đỉnh phẳng đến tương đối phẳng. Độ mài tròn (Ro): $0,58 \div 0,71$, trung bình 0,64, cho thấy trầm tích có độ mài tròn tốt đến rất tốt.

Tại giếng khoan "Y", các tham số độ hạt có đặc điểm phân bố trên phổ rộng hơn (Bảng 3, Hình 5). Các mẫu trầm tích tuổi Miocen sớm trong giếng khoan này có độ hạt trung bình (mean): $208,16 \div 501,88$ micron, trung bình 378,67 micron, thuộc nhóm cát hạt trung bình. Độ chọn lọc (So) thay đổi từ $2,03 \div 2,27$, trung bình 2,11, cho thấy



Hình 4. Biểu đồ phân tích độ hạt trầm tích tại giếng khoan "X".



Hình 5. Biểu đồ phân tích độ hạt trầm tích tại giếng khoan "Y".

chúng có mức độ chọn lọc kém; độ lệch (Sk) dao động từ - 0,49÷0,05, trung bình -0,25, cho thấy độ hạt phân bố trên dải rộng từ lệch ít đến lệch trái nhiều; độ nhọn (K_G): 0,74÷1,21, trung bình 0,92, thể hiện cực trị phân bố độ hạt có đỉnh bằng đến tương đối bằng. Độ mài tròn (Ro) thay đổi từ 0,36÷0,47, trung bình 0,42, phản ánh các mảnh vụn trầm tích có độ mài tròn trung bình. Cũng trong giếng khoan Y, các mẫu trầm tích tuổi Oligocen muộn có kích thước hạt trung bình từ 153,10÷433,19 micron; trung bình 317,35 micron và thuộc nhóm cát hạt mịn đến trung bình. Độ chọn lọc So: 1,67÷2,15; trung bình 2,02, tương ứng với trầm tích có độ chọn lọc trung bình đến kém. Độ lệch (Sk) từ - 0,50÷ - 0,02, trung bình -0,31, tương ứng với phân bố lệch rất ít đến ít. Độ nhọn (K_G): 0,87÷1,20, trung bình 1,03, cho thấy biểu đồ phân bố độ hạt có cực trị thay đổi từ phân bố phẳng đến nhọn. Độ mài tròn (Ro): 0,48÷0,56, trung bình 0,52, tương ứng với trầm tích có độ mài tròn trung bình đến tương đối tốt.

3.2. Kết quả phân tích thành phần khoáng vật

Giếng khoan "X": Kết quả phân tích lát mỏng thạch học của 29 mẫu vụn cho thấy: trong khoảng độ sâu 2.525÷26.20 m (tuổi Miocen sớm), thành phần chủ yếu cát kết hạt thô và hạt vụn bờ rời với ít mảnh sét kết và vài mảnh calcit. Trong khi đó,

ở khoảng độ sâu 3.905÷4.110 m (tuổi Oligocen muộn) phổ biến là cát kết hạt rất mịn - mịn và hạt vụn bờ rời, kể đó là sét kết nâu vàng, bột kết và một lượng nhỏ là mảnh calcit (các Hình 6, 7). Mẫu cát kết chứa nhiều vật liệu sét đồng trầm tích (>15%).

Kết quả phân tích thành phần mảnh vụn trong các Hình 6 và 7 cho thấy, đại đa số các mẫu cát kết đều rơi vào trường cát kết arkose.

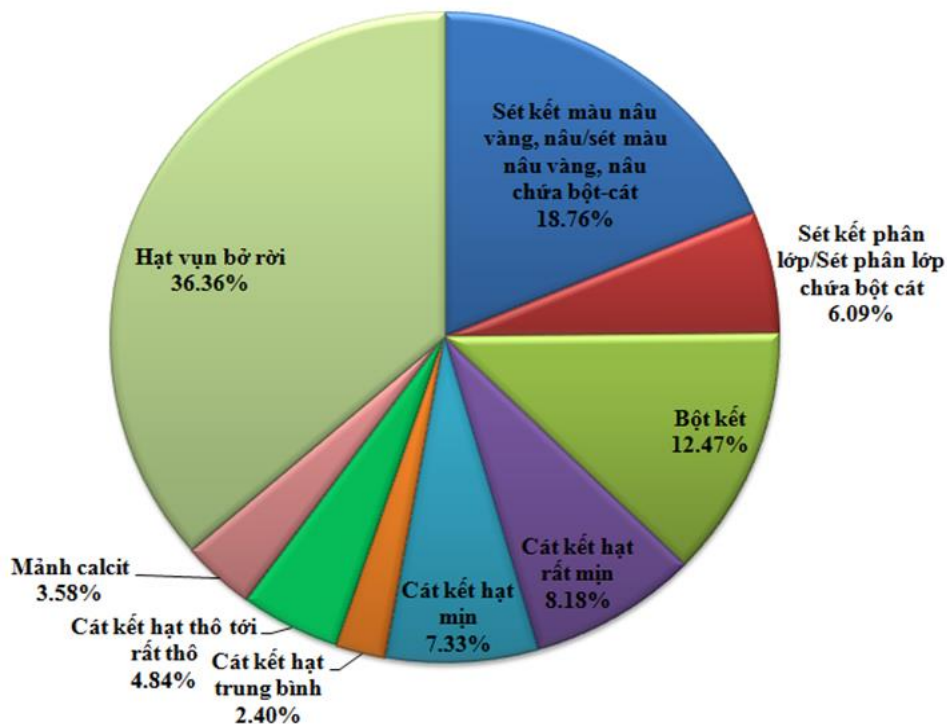
Giếng khoan "Y": Kết quả phân tích lát mỏng thạch học của mẫu vụn cho thấy, trong khoảng độ sâu 2.775÷2.895 m, thành phần chủ yếu cát kết hạt thô và hạt vụn bờ rời với ít mảnh sét kết và vài mảnh calcit.

Trong khi đó, ở khoảng độ sâu 4.235÷4.285 m phần lớn là sét kết (quan sát bằng mắt thường) với ít cát kết hạt trung bình - thô, cát kết hạt rất mịn - mịn, kể đó là hạt vụn bờ rời và bột kết (các Hình 8, 9). Sét kết ở đây có màu nâu vàng - nâu đỏ.

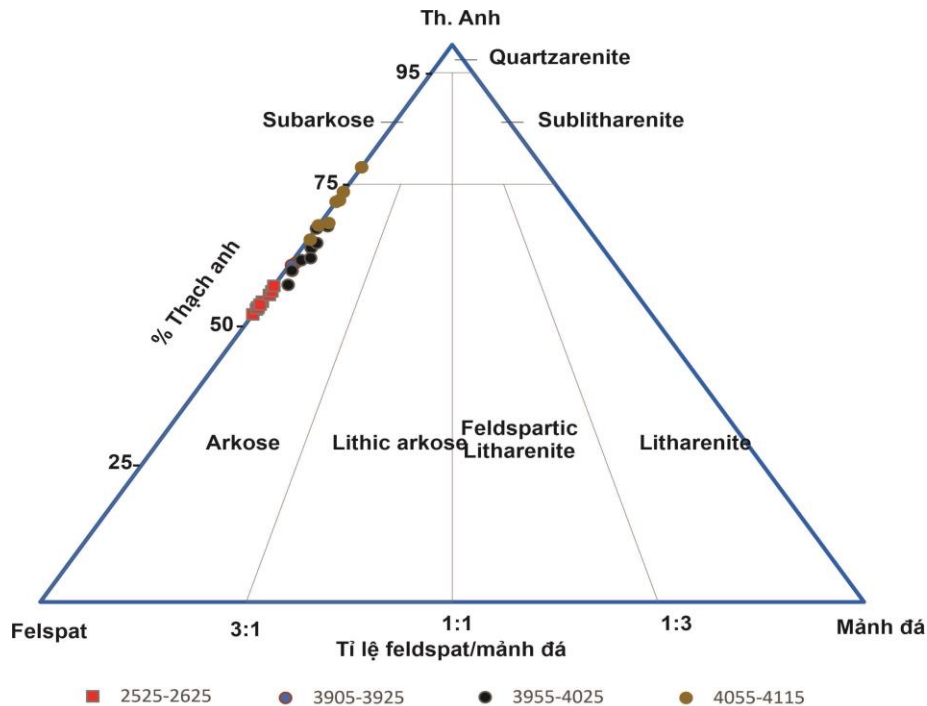
Từ Hình 9, có thể dễ dàng nhận thấy các mẫu cát kết trong giếng khoan Y đều hoàn toàn nằm trong trường cát kết arkose.

4. Thảo luận về biến đổi nguồn trầm tích và chất lượng đá chứa

Tại giếng khoan "X", đặc tính trầm tích có sự khác biệt rõ rệt giữa hai khoảng tuổi Oligocen muộn và Miocen sớm. Có thể dễ dàng nhận thấy các



Hình 6. Thành phần mảnh vụn trong mẫu cát kết giếng khoan "X".



Hình 7. Biểu đồ phân loại cát kết 3 hợp phần (Thạch anh - Felspat - mảnh đá) trong giếng khoan "X" (Dickinson và Suczek, 1979).

mẫu cát tuổi Oligocen muộn có kích thước hạt nhỏ hơn rất nhiều so với các mẫu cát tuổi Miocen sớm.

Tương tự như vậy, cát kết tuổi Oligocen muộn có độ chọn lọc kém hơn hệ số bất đối xứng thể hiện độ lệch phải (dương) nhiều hơn và độ mài tròn thay đổi trong khoảng rộng hơn so với cát kết tuổi Miocen muộn (Hình 4). Duy nhất chỉ có độ nhọn có giá trị tương đối giống nhau. Điều này được lý giải do sự thay đổi về nguồn trầm tích khi có sự chuyển dịch môi trường lắng đọng từ môi trường sông/hồ (Oligocen muộn) sang môi trường biển (Miocen sớm). Trầm tích Miocen hình thành trong môi trường biển có sự tham gia của nhiều nguồn cung cấp hơn và bị chi phối bởi các yếu tố dòng hải lưu ven bờ, sóng, thủy triều nên chúng có độ chọn lọc tốt hơn.

Hình 5 cho thấy một bức tranh hoàn toàn khác đối với các mẫu cát kết trong giếng khoan "Y". Về cơ bản, các tham số vật lý của các mẫu cát kết tuổi Oligocen muộn và Miocen sớm trong giếng khoan "Y" không thay đổi nhiều theo thời gian, mặc dù kích thước hạt của trầm tích Miocen có sự gia tăng tỷ phần hạt thô hơn đôi chút. Tuy nhiên, độ mài tròn của cát kết Miocen sớm trong giếng khoan này lại thấp hơn đáng kể so với cát kết tuổi Oligocen muộn. Điều này cho thấy sự gia tăng lượng hạt thô cùng với độ mài tròn kém hơn có thể là những chỉ

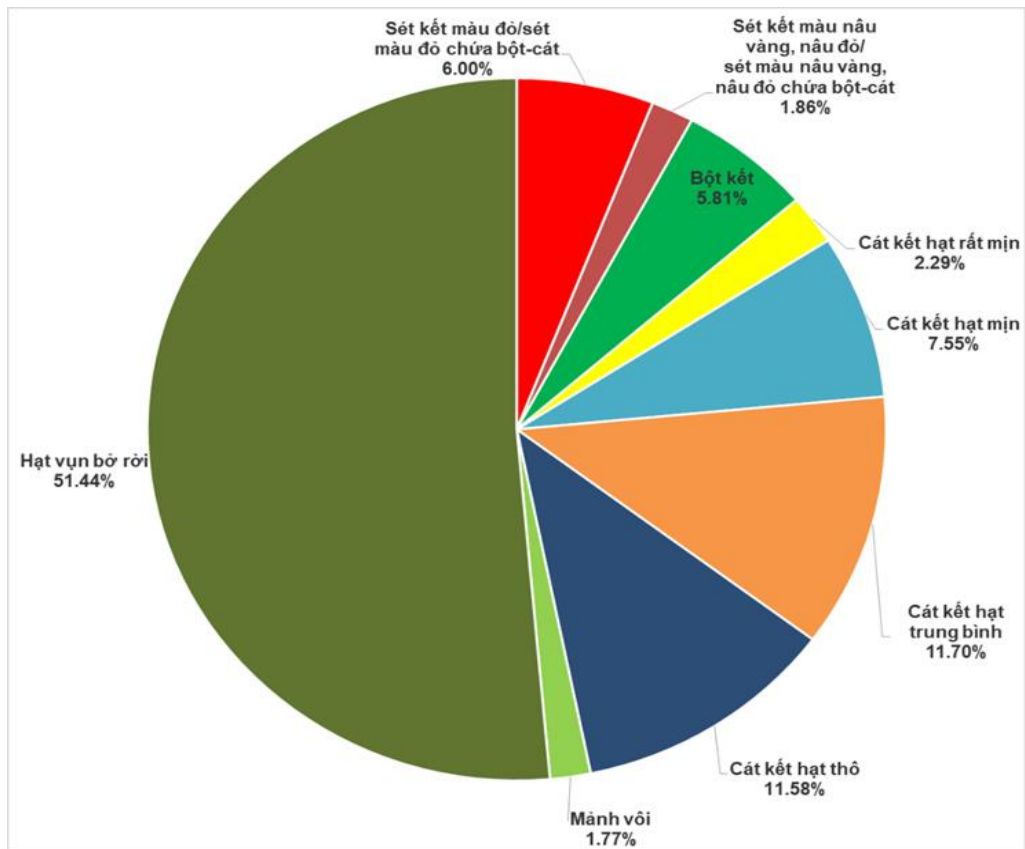
dấu cho biết trầm tích Miocen sớm trong giếng khoan Y được cung cấp một lượng đáng kể từ các nguồn địa phương hơn.

Biểu đồ thạch địa hóa (Hình 10) dựa trên ba hợp phần chính là thạch anh, felspat và mảnh đá cho thấy, nguồn trầm tích chủ yếu được cung cấp do quá trình bóc mòn từ các thành tạo đá gốc thuộc miền vỏ lục địa chuyển tiếp (Dickinson và nnk. 1983). Sự thay đổi về thông số độ hạt, nguồn trầm tích theo thời gian và không gian giữa hai giếng khoan có tác động đến độ rỗng, độ thấm của tầng chứa cát kết trong khu vực nghiên cứu.

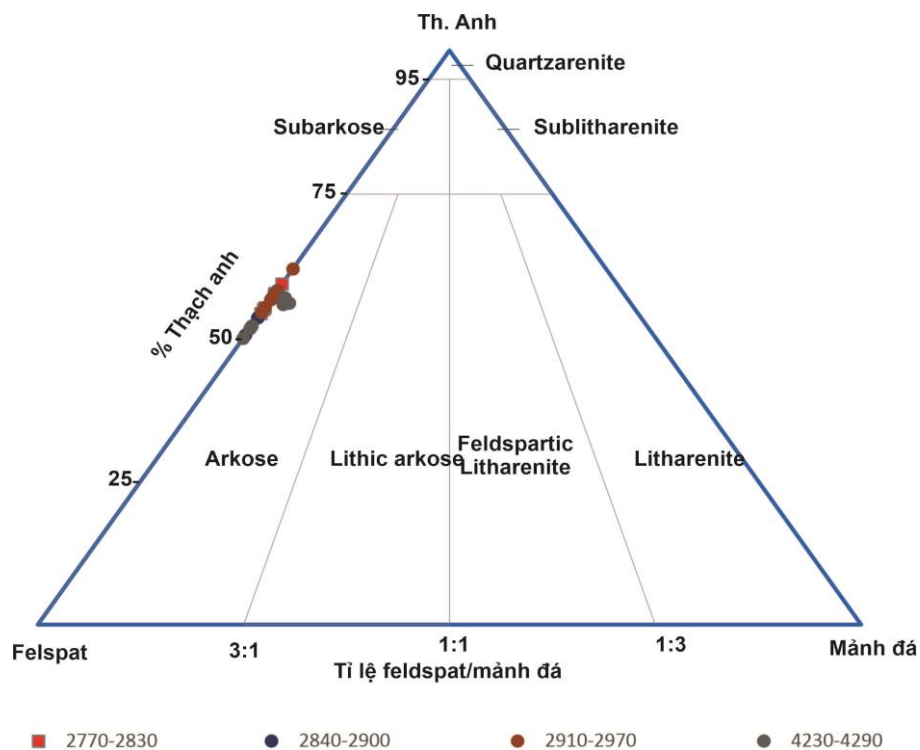
Tại giếng khoan "X"

Độ rỗng của cát kết tuổi Miocen sớm không tốt, do phần lớn các lỗ rỗng đã bị trám bởi vật chất đồng trầm tích. Rất hiếm lỗ rỗng giữa các hạt còn sót lại trong cát kết greywack, ít rỗng trong hạt felspat bị hòa tan và ít vi lỗ rỗng trong những đám sét. Trong khi đó, độ rỗng của cát kết tuổi Oligocen muộn ở mức trung bình - trung bình tốt (trung bình ~ 4÷5%, đôi khi 11,4%).

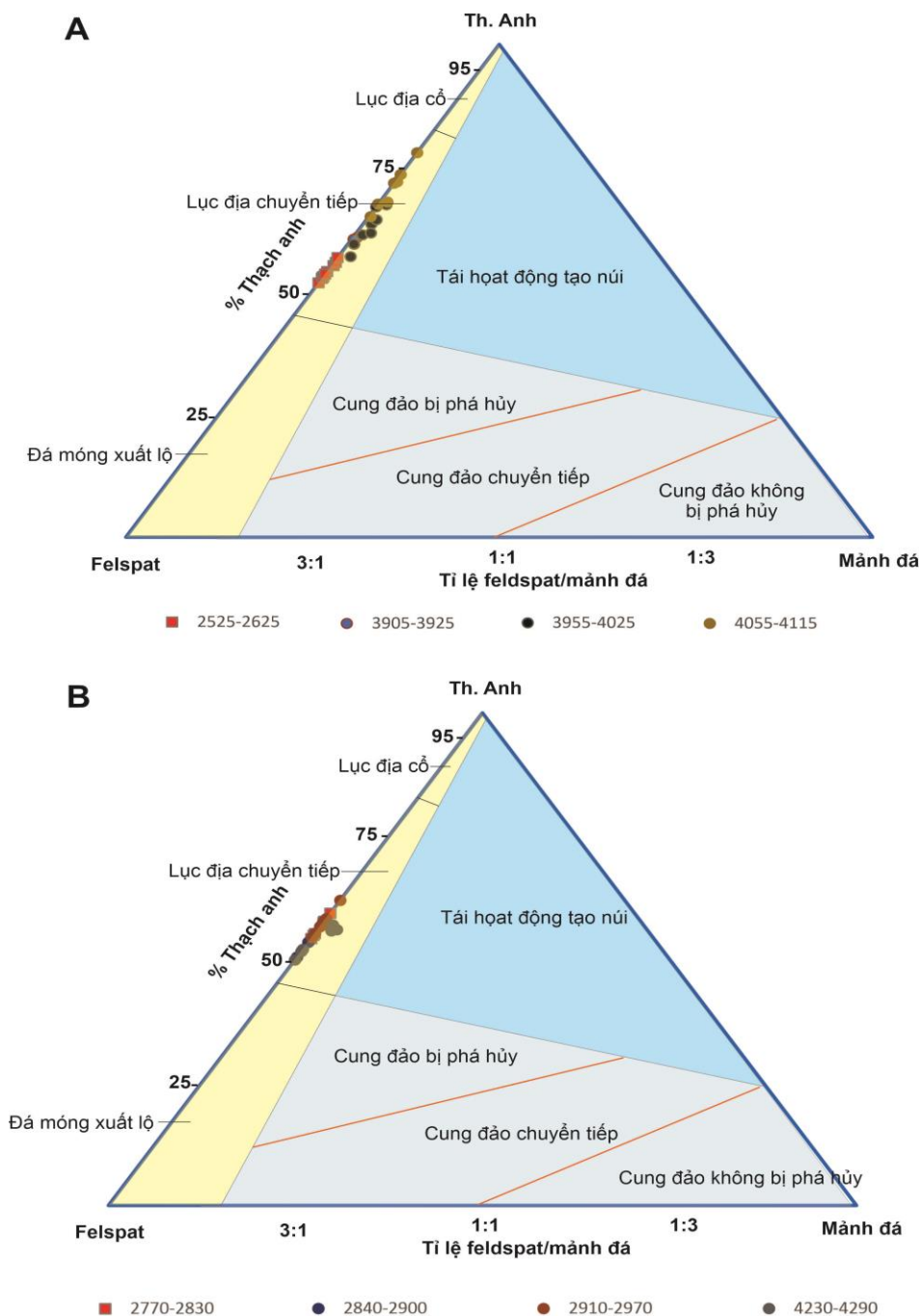
Độ rỗng chủ yếu là rỗng giữa các hạt và một phần gia tăng bởi độ rỗng trong hạt do sự hòa tan các khoáng vật không bền vững (Nguyễn Hoài Chung và nnk., 2019a, b).



Hình 8. Thành phần mảnh vụn trong mẫu cát kết giếng khoan "Y".



Hình 9. Biểu đồ phân loại cát kết 3 hợp phần (Thạch anh - Felspat - mảnh đá) trong giếng khoan "Y" (Dickinson và Suczek, 1979).



Hình 10. Biểu đồ thạch địa hóa xác định nguồn trầm tích theo Dickinson và nnk. (1983).

Tại giếng khoan "Y"

Độ rỗng của cát kết tuổi Miocen sớm không tốt, do phần lớn các lỗ rỗng đã bị lấp đầy bởi vật chất đồng trầm tích. Rất hiếm lỗ rỗng giữa các hạt còn sót lại trong cát kết greywack, ít rỗng trong hạt feldspat bị hòa tan (0,4÷1,0 %) và ít vì lỗ rỗng trong những đám sét. Tương tự như vậy, độ rỗng của cát kết tuổi Oligocen muộn cũng không được tốt. Độ

rỗng chủ yếu là rỗng giữa các hạt và một phần gia tăng bởi độ rỗng do sự hòa tan các khoáng vật không bền vững. Hình 5 cho thấy, độ rỗng nguyên sinh của cát kết trong khoảng 4.230÷4.290 m bị giảm do quá trình nén ép là ~30÷50 % và do quá trình xi măng là ~50÷60 %. Độ rỗng của tầng chứa oligocen trong giếng khoan này không tốt bằng giếng khoan "X",

co the la do vi tri gieng khoan dat gan nguồn vật liệu, các mảnh vụn có độ mài tròn kém hơn nên các mảnh vụn nhỏ lấp nhét vào khoảng trống giữa các mảnh vụn lớn làm giảm độ rỗng và độ thấm của vỉa chứa.

5. Kết luận

Từ những kết quả nghiên cứu thạch học trầm tích nêu trên, có thể rút ra được một số kết luận chính sau:

- Khu vực nghiên cứu có môi trường trầm tích tương đối phức tạp, thay đổi từ môi trường sông - hồ trong Oligocen sang môi trường biển nông trong Miocen sớm.

- Kết quả phân tích thành phần mảnh vụn và tham số vật lý trầm tích cho thấy có sự thay đổi nguồn vật liệu giữa hai giai đoạn Oligocen sớm và Miocen muộn ở gieng khoan "X", với sự tham gia nhiều hơn của cát hạt thô và ảnh hưởng của yếu tố sông, thủy triều, các dòng hải lưu, làm cho thành phần mảnh vụn có độ chọn lọc và mài tròn tốt hơn. Ngược lại, gieng khoan "Y" không cho thấy sự thay đổi đáng kể nào về thành phần độ hạt và các tham số vật lý độ hạt. Tuy nhiên, có sự gia tăng nhẹ về thành phần cát hạt thô trong cát kết Miocen sớm với độ mài tròn kém hơn so với tầng cát kết Oligocen muộn do có sự tham gia của yếu tố nguồn cung cấp vật liệu trầm tích địa phương từ các khối lân cận.

- So sánh giữa hai gieng khoan có thể thấy gieng khoan "X" có thành phần mảnh vụn ít hơn và thành phần khoảng vật set cao hơn so với gieng khoan Y (các Hình 6, 8), sự khác biệt này có thể được giải thích do vị trí gieng khoan "X" nằm xa các nguồn địa phương hơn so với gieng khoan "Y".

- Nhưng thay đổi về nguồn và tham số độ hạt trầm tích có vai trò quan trọng đối với chất lượng đá chứa trong khu vực. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy tập cát kết tuổi Miocen sớm có chất lượng (độ rỗng) kém hơn so với tập cát kết tuổi Oligocen ở cả hai gieng khoan. Và theo phương nam ngang thì tập cát kết ở gieng khoan "Y" có chất lượng kém hơn so với gieng khoan "X".

Đóng góp của các tác giả

Nguyễn Lâm Anh - Chịu trách nhiệm chính về ý tưởng khoa học và bố cục và phác thảo nội dung bài báo; Hoàng Văn Long - Luận giải nguồn trầm tích và biên tập bài báo; Nguyễn Thanh Tung,

Nguyễn Trung Hiếu - Minh giải tài liệu địa chất; Bùi Việt Dũng, Nguyễn Tuấn Anh, Trình Thanh Trung - Thu thập và luận giải địa tầng khu vực nghiên cứu; Bùi Thị Ngọc Phương, Nguyễn Tân Triều - Phân tích màu độ hạt và màu thạch học.

Tài liệu tham khảo

Blott, S. J., K. Pye. (2001). Gradstat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surf. Process. Landforms*, 26, 1237 - 1248.

Dickinson, W. R., C. A. Suczek. (1979). Plate tectonics and sandstone compositions. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 63, 2164 - 2184.

Dickinson, W. R., L. S. Beard, G. R. Brakenridge, J. L. Erjavec, R. C. Ferguson, K. F. Inman, K. R.A., F. A. Lindberg, P. T. Ryberg. (1983). Provenance of North American Phanerozoic sandstone in relation to tectonic setting. *Geol. Soc. America Bull*, 94, 222 - 235.

Đỗ Bạt, Nguyễn Đình Dĩ, Phan Huy Quỳnh, Phạm Hồng Quê, Nguyễn Quý Hưng, Đỗ Việt Hiếu và Chu Đức Quang. (2019). *Địa tầng các bể trầm tích Kainozoi Việt Nam. Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 161 - 208.

Folk, R. L. (1954). The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary - rock nomenclature. *Journal of Geology*, 62. 334 - 359.

Folk, R. L., W. C. Ward. (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27. 3 - 26.

Hoàng Ngọc Đông, (2012). Đặc điểm địa chất - kiến tạo phần Đông Bắc bồn trũng Cửu Long trong thời kỳ Eocen - Oligocen. Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Lê Văn Cự, Hoàng Ngọc Đăng, Trần Văn Trị và Nguyễn Quang Tuấn. (2019). *Cơ chế hình thành và các kiểu bể trầm tích Kainozoi Việt Nam. Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 128 - 160.

Nguyễn Hoài Chung, Nguyễn Thị Tham, Nguyễn Thanh Tuyền, Mai Hoàng Đàm, Nguyễn Văn Sự,

- Bui Thi Ngoc Phuong, Nguyen Tan Trieu, Pham Thi Toan và Lê Thị Việt Phương, (2019a). *Báo cáo phân tích c sinh địa tầng giếng khoan R - 55*. Thành phố Hồ Chí Minh. VPI - Lab. Viện Dầu khí Việt Nam. 63.
- Nguyen Hoai Chung, Nguyen Thi Tham, Nguyen Thanh Tuyen, Mai Hoang Dam, Nguyen Văn Sự, Bui Thi Ngoc Phuong, Nguyen Tan Trieu, Pham Thi Toan và Lê Thị Việt Phương, (2019b). *Báo cáo phân tích c sinh địa tầng giếng khoan R - 60*. Thành phố Hồ Chí Minh. VPI - Lab. Viện Dầu khí Việt Nam. 71.
- Schmidt, W. S., H. H. Bui, J. W. Handschya, T. H. Vu, X. C. Trinh, T. T. Nguyen. (2019). Tectonic evolution and regional setting of the Cuu Long Basin, Vietnam. *Tectonophysics*, 757, 36 - 57.
- Tạ Thị Thu Hoai and Phạm Huy Long. (2009). Các giai đoạn biến dạng ở bồn trung Cửu Long. *Tạp chí Phát triển Khoa học & Công nghệ*, 12, 110 - 116.
- Trần Lê Đông, Phùng Khắc Hải và Đỗ Quang Đối (2019). *Bể trầm tích Cửu Long và tiềm năng dầu khí*. Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 318 - 389.
- Vietnam Petroleum Institute. (2011). *Cuu Long Basin in Overview of Petroleum Basins in Vietnam (Internal report)*. Vietnam Petroleum Institute. 1-66.