

SINH ĐỊA TẦNG VÀ ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP TRẦM TÍCH MIOCENE GIỮA - PLIOCENE DƯỚI, LÔ 05-1, BỂ NAM CÔN SƠN

Mai Hoàng Đám, Phạm Thị Duyên, Đào Thu Hà, Nguyễn Thị Thắm

Viện Dầu khí Việt Nam

Email: dammh@vpi.pvn.vn

Tóm tắt

Địa tầng phân tập là yếu tố quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến công tác xây dựng các mô hình địa chất của cấu tạo, khu vực. Trong bài báo này, đối tượng nghiên cứu là trầm tích Miocene giữa - Pliocene dưới được lắng đọng hoàn toàn trong môi trường biển thuộc khu vực phía Đông, Lô 05-1, bể Nam Côn Sơn. Địa tầng phân tập trong mặt cắt được minh giải trên cơ sở kết quả phân tích sinh địa tầng của các nhóm hóa thạch trùng lỗ (foraminifera), tảo vôi (calcareous nannofossil) và tảo biển (marine dinoflagellate). Kết quả phân chia được 4 tập trầm tích tương ứng với các bề mặt ranh giới, mặt ngập lụt cực đại, hệ thống trầm tích và môi trường lắng đọng trầm tích; dự báo các tập có khả năng chứa và các tầng chắn địa phương.

Từ khóa: Sinh địa tầng, địa tầng phân tập, hóa thạch trùng lỗ, hóa thạch tảo vôi, hệ thống trầm tích, môi trường lắng đọng.

1. Giới thiệu

Kết quả phân tích sinh địa tầng và phân tập địa tầng cung cấp thông tin về hệ thống dầu khí và các mô hình lắng đọng trầm tích liên quan đến các yếu tố: nhận dạng các mặt bất chỉnh hợp, đới cô đặc hóa thạch (condensed section), các hệ thống trầm tích, cổ môi trường, tập chứa tiềm năng, tầng chắn địa phương, đánh giá tốc độ lắng đọng và thời gian gián đoạn của trầm tích. Từ đó, dự báo các thành phần trong hệ thống trầm tích và sự phân bố của các tập. Ứng dụng của sinh địa tầng phân tập trong nghiên cứu này giúp chính xác hóa môi trường lắng đọng, mô hình lắng đọng và mối tương quan giữa các đơn vị trầm tích. Vì vậy, sinh địa tầng phân tập trở thành công cụ hữu ích quan trọng trong việc tìm kiếm các cấu tạo triển vọng, dự báo các tầng chứa và chất lượng tầng chắn.

Khu vực nghiên cứu thuộc mặt cắt phía Đông Lô 05-1 của bể Nam Côn Sơn gồm 2 giếng khoan G1 và G2 có địa tầng từ Miocene giữa đến Pliocene dưới (Hình 1). Trầm tích được lắng đọng hoàn toàn trong môi trường biển. Mục tiêu của nghiên cứu này là phân tập trầm tích, xác định các chu kỳ trầm tích, hệ thống trầm tích do sự dao động của mực nước biển bằng phương pháp sinh địa tầng.

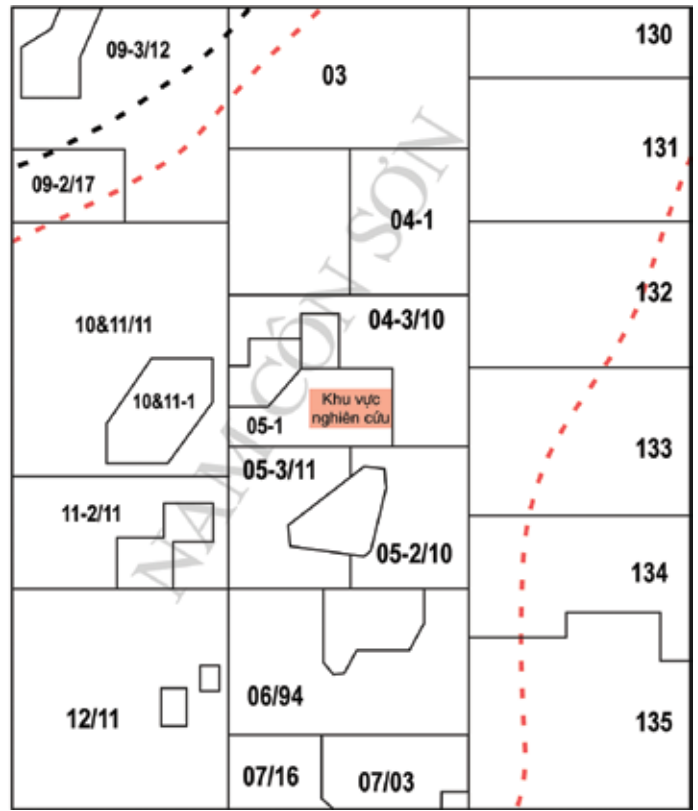
2. Phương pháp nghiên cứu

Sinh địa tầng là phương pháp nghiên cứu về các giống loài hóa thạch theo thời gian để liên kết các mặt cắt địa tầng và xác định cổ môi trường nhằm cung cấp các dữ liệu về mô hình môi trường lắng đọng trầm tích. Ngày nay, địa chấn địa tầng đã trở thành công cụ liên kết địa tầng khu vực trước khi có những dữ liệu về sinh địa tầng. Tuy nhiên, sinh địa tầng vẫn giữ vai trò quan trọng cung cấp marker địa tầng cho việc minh giải và liên kết địa tầng của địa chấn.

Trầm tích Miocene giữa - Pliocene dưới trong mặt cắt nghiên cứu chịu sự chi phối hoàn toàn của môi trường biển [1]. Vì vậy, sự hiện diện của các nhóm trùng lỗ trôi nổi (planktonic foraminifera - PF), tảo vôi (calcareous nannoplankton - CN) và tảo biển (marine dinoflagellate - MD) là công cụ chủ đạo cho nghiên cứu sinh địa tầng phân giải cao. Sự phân chia địa tầng và phân tập trầm tích bằng phương pháp sinh địa tầng trên cơ sở xác định các đới hóa thạch của nhóm trùng lỗ trôi nổi (PF) theo Blow (1969) và đới tảo vôi (CN) theo Martini (1971) [2] cùng với sự phân bố theo độ sâu mực nước biển của tổ hợp hóa thạch trùng lỗ bám đáy (benthic foraminifera - BF) gồm 8 nhóm từ môi trường nước nông ven bờ (shallow marine) đến biển thẳm (abyssal ocean) (Hình 2). Vì sự dao động của mực nước biển mang tính khu vực rộng lớn (toàn cầu) nên sử dụng các nhóm hóa thạch trôi nổi rất có giá trị trong việc liên



Nguồn: Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam - Bộ Tài nguyên và Môi trường



Hình 1. Sơ đồ vị trí mặt cắt nghiên cứu

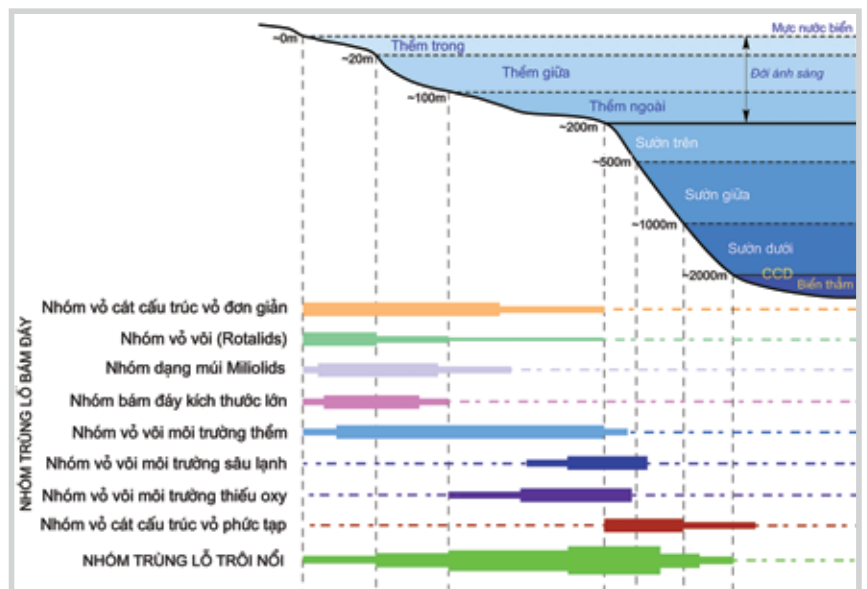
kết địa tầng và các bề mặt đánh dấu sự dâng cao nhất của mực nước biển được ghi nhận là mặt ngập lụt cực đại.

3. Sinh địa tầng và địa tầng phân tập

Một chu kỳ trầm tích tương ứng với một chu kỳ thăng giáng của mực nước biển và kết quả là thành tạo một tập trầm tích. Một tập trầm tích đầy đủ bao gồm các thành phần: ranh giới tập, các bề mặt bên trong tập và các hệ thống trầm tích theo mô hình lắng đọng của Vail (1987) (Hình 3). Ranh giới tập được giới hạn bởi mặt bất chỉnh hợp ở phần rìa của bề và mặt chỉnh hợp liên kết được ở phần bên dưới của mực nước biển khi hạ xuống thấp nhất và có thể liên quan đến bề mặt bào mòn của tập nằm bên dưới [3, 4].

- Ranh giới tập (Sequence boundary - SB)

Ranh giới dưới (SB1) của tập trầm tích thường trùng với bất chỉnh hợp



Hình 2. Mô hình phân chia các đới môi trường theo D.Emery và K.Myers (1996) tương ứng với các tổ hợp trùng lỗ bám đáy theo VPI (2014)

bào mòn ở thềm lục địa kéo dài đến nóc của sườn và xuống tận đáy của các quạt trầm tích dưới chân sườn [3]. Bất chỉnh hợp này được đánh dấu bởi dấu hiệu của sự bào mòn, sự đào khoét của các cửa sông hướng về phía đất liền do sự hạ thấp của mực nước biển [5]. Ranh giới trên (SB2) của tập trầm tích cũng trùng với bất chỉnh hợp trên thềm lục địa và bề mặt theo thời gian (clinoform) tương ứng với sự bất đầu gia tăng của mực cơ sở xa hơn về phía trung tâm bể [3]. Những gián đoạn trầm tích liên quan đến ranh giới tập thường

để lại dấu tích trong bể trầm tích. Những dấu hiệu sinh địa tầng liên quan đến ranh giới tập thường bao gồm: (1) sự giảm đột ngột hoặc giảm đáng kể của nhóm hóa thạch biển (trùng lỗ, tảo vôi, tảo biển); (2) phủ lên bề mặt này là sự gia tăng số lượng của nhóm hóa thạch nguồn gốc lục địa và sự kém đa dạng của chúng; (3) hóa thạch trong trầm tích bên trên đặc trưng cho kiểu khí hậu lạnh hơn; (4) tỷ lệ P/B (plankton/benthic foraminifera) giảm; (5) số lượng hóa thạch tái trầm tích xuất hiện nhiều hơn có nguồn gốc từ lục địa hoặc tại các sườn dốc; (6) sự gia tăng của thành phần vật liệu trầm tích hạt thô [5].

- Hệ trầm tích biển thấp (LST)

Hệ trầm tích biển thấp là sự tích tụ của vật liệu trầm tích trong phạm vi lắng đọng từ phía trên của sườn đến chân sườn bởi sự hạ thấp của mực nước biển. Các đặc trưng về sinh địa tầng trong trầm tích LST gần như tương đồng với loạt trầm tích phủ phía trên ranh giới tập, song điều đáng chú ý là sự hạ thấp tối đa của mực nước biển cũng như xu hướng gia tăng thành phần vật liệu thô hơn. Trong trường hợp ranh giới tập theo sau bởi sự thiếu nguồn vật liệu trầm tích thì không có sự hiện diện của hệ thống trầm tích LST. Đối với vùng nước sâu, thì khoảng trầm tích này có thể được đặc trưng bằng sự gián đoạn hệ động vật (văng mặt hóa thạch) nơi mà hệ thống trầm tích TST phủ trực tiếp lên hệ thống HST của chu kỳ trầm tích trước đó [5]. Một đối tượng rất quan trọng trong hệ trầm tích LST là các quạt trầm tích, được hình thành bởi các dòng trầm tích trọng lực được tích tụ khá nhanh ở các hẻm vực, chân sườn và đáy bồn. Nguồn vật liệu đi kèm thường là sản phẩm của quá trình bào mòn ở thềm hoặc sườn và có thể chứa các hóa thạch cổ hơn [6].

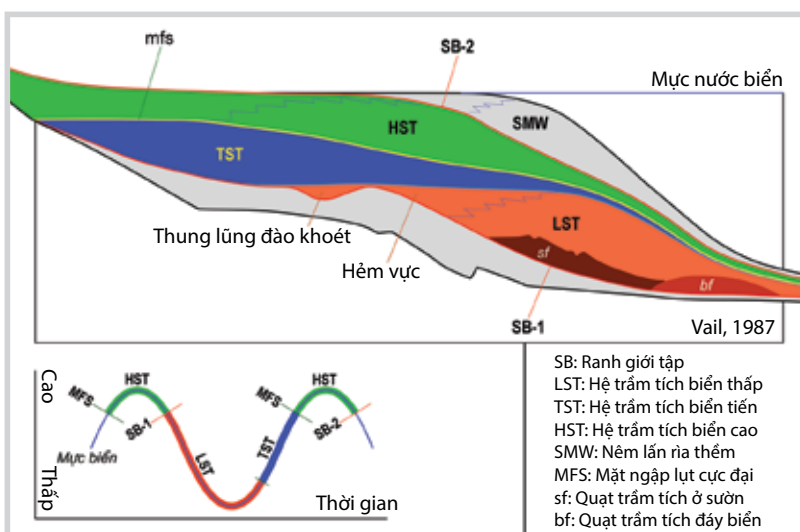
- Hệ trầm tích biển tiến (TST)

Khi mực nước biển bắt đầu dâng nhanh sau quá trình hạ thấp cực đại, lượng vật liệu trầm tích giảm dọc theo sườn và trung tâm bồn, mực nước biển vượt qua

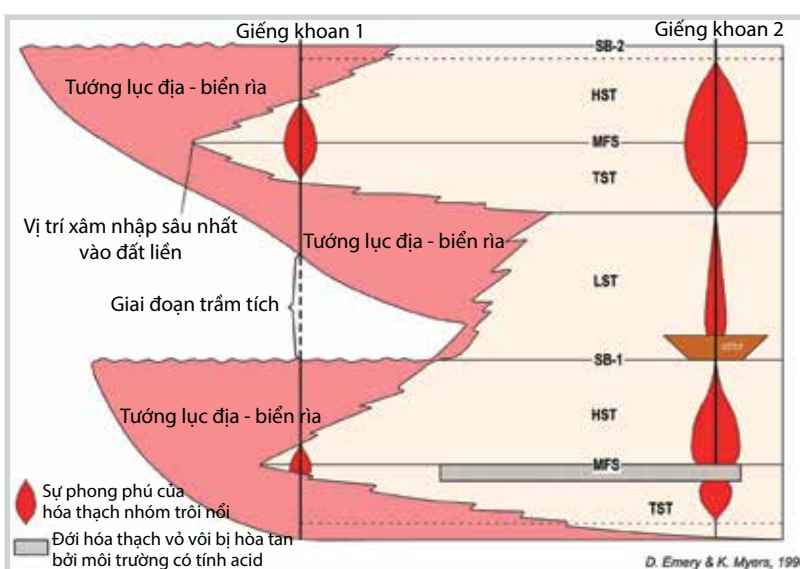
thêm và có sự phân bố đầu tiên của trầm tích trên thềm (Hình 3, 4). Trầm tích của TST được lắng đọng trong giai đoạn này và được đặt trưng bởi tướng sinh địa tầng [5]: (1) sự gia tăng của mực nước biển và số lượng của hóa thạch biển; (2) bắt đầu có sự xuất hiện của các loài mới, (3) sự giảm dần lên trên của nhóm hóa thạch nguồn gốc lục địa và sự kém đa dạng của chúng; (4) xuất hiện những nhóm hóa thạch đặc trưng bởi khí hậu ấm hơn; (5) tỷ lệ P/B tăng dần; (6) số lượng hóa thạch tái trầm tích giảm; (7) vật liệu trầm tích mịn dần lên trên.

- Mặt ngập lụt cực đại (MFS)

Là mặt ngăn cách giữa hệ trầm tích TST bên dưới và HST bên trên, thời điểm hình thành mặt ngập lụt cực đại cũng là thời điểm mực nước biển xâm nhập sâu nhất về phía lục địa (Hình 4). Trong giai đoạn này các khoảng cô đặc hóa thạch (condensed section - CS) trên thềm biển và dưới vùng biển sâu cũng phát triển rất rộng rãi do thiếu nguồn vật liệu trầm tích từ phía rìa đổ vào trung tâm bể [6]. Những khoảng cô đặc hóa thạch



Hình 3. Mô hình lắng đọng trầm tích (Vail, 1987)

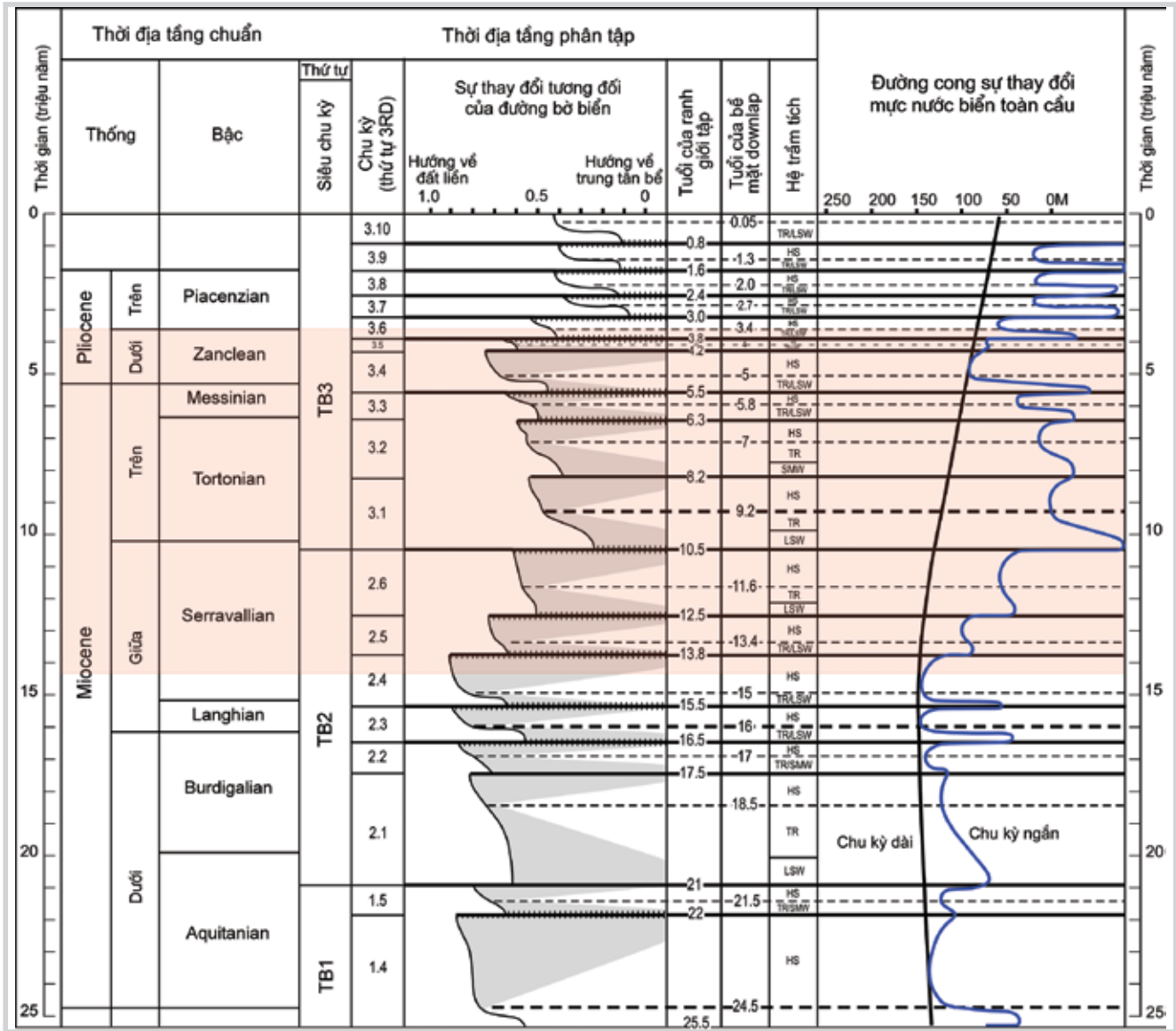


Hình 4. Sự ảnh hưởng của tướng sinh địa tầng đến sự phong phú và phân bố của hóa thạch dạng trôi nổi

thường được tìm thấy đồng thời với mặt ngập lụt cực đại và có đặc trưng bởi các lớp vật liệu hạt mịn với các giá trị gamma ray (GR) cao và chứa phong phú tổ hợp hóa thạch rất đặc trưng chủ yếu là các loài hóa thạch trôi nổi. Vì vậy, các mặt ngập lụt cực đại có ý nghĩa rất lớn đối với việc liên kết địa tầng trong phạm vi rộng [5]. Tuy nhiên, không phải tất cả các khoảng cô đặc hóa thạch đều là dấu hiệu của mặt ngập lụt cực đại. Mặt ngập lụt cực đại có những đặc trưng sinh địa tầng bởi: (1) sự tăng cao của hóa thạch dạng bám đáy biển sâu; (2) sự xâm nhập sâu nhất về phía lục địa của các nhóm hóa thạch trùng lỗ trôi nổi, tảo vôi và các dạng tảo biển; (3) là nóc của các nhóm hóa thạch hiếm gặp khác nhau (bởi đây là giai đoạn biển mở); (4) sự giảm số lượng của các nhóm hóa thạch nguồn gốc lục địa và các hóa thạch tái trầm tích; (5) tỷ lệ P/B đạt giá trị cao nhất trong khoảng cô đặc hóa thạch [5].

- Hệ trầm tích biển cao (HST)

Khi mực nước biển xâm nhập sâu nhất vào lục địa, sau đó có dấu hiệu dâng rất chậm và bắt đầu lùi dần về phía trung tâm bể thì hệ thống trầm tích biển cao được thành tạo (Hình 3, 4). Trong hệ trầm tích HST các trầm tích đá vôi thường được thành tạo phổ biến nhất bởi sự mở rộng của thềm và các thông số, điều kiện thành tạo đá vôi là thuận lợi nhất [4]. Đặc điểm sinh địa tầng của hệ trầm tích này được đặc trưng bởi: (1) sự phổ biến các nhóm hóa thạch biển đồng thời phản ánh môi trường lắng đọng nước nông hơn; (2) sự kết thúc bất thường của một số nhóm hóa thạch bởi vì môi trường dần dần bị thu hẹp; (3) tỷ lệ P/B có xu thế giảm, thành phần hóa thạch nguồn gốc lục địa tăng dần; (4) thành phần vật liệu trầm tích có xu hướng thô hơn [5].



Hình 5. Biểu đồ chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu tương ứng với các ranh giới tập và hệ thống trầm tích thời kỳ Miocene - Pliocene (B.U.Haq và P.R.Vail, 1988)

3.1. Trầm tích Miocene giữa

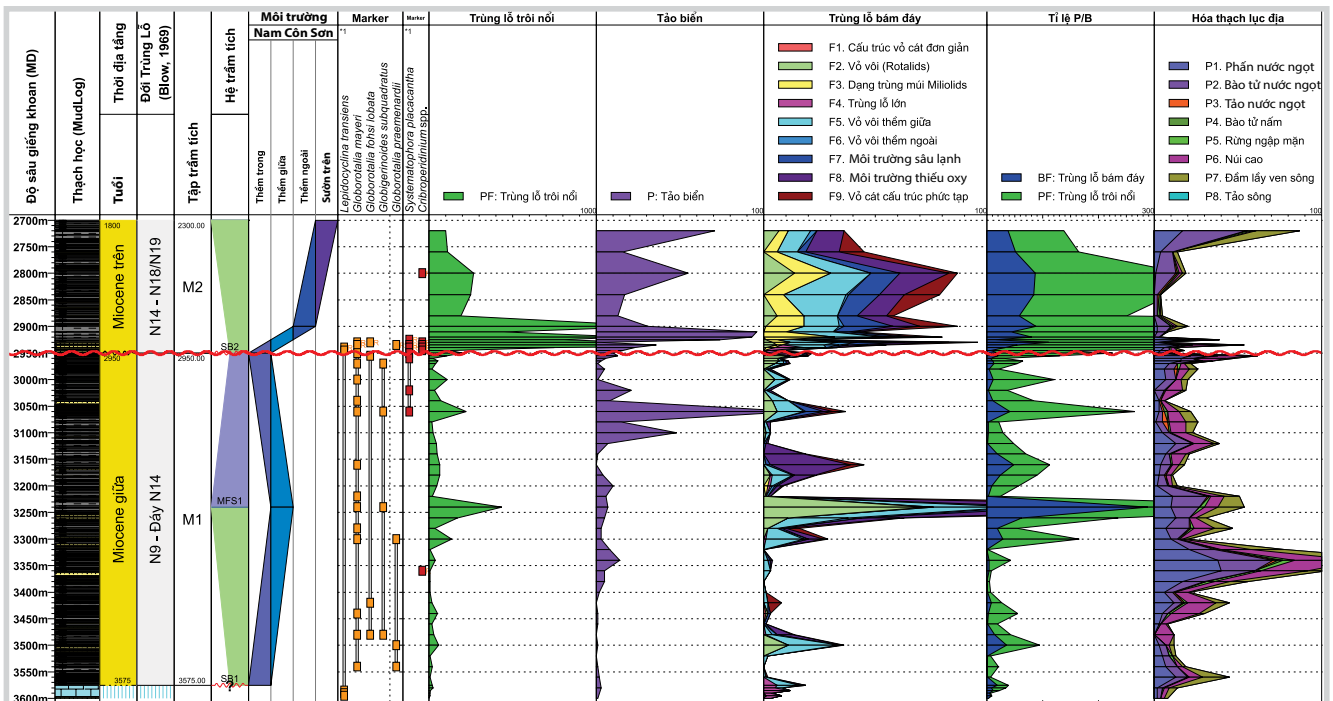
Xác định bởi đới Trùng lỗ N9 - đáy N14 với sự hiện diện của tổ hợp *Globorotalia praemenardii* (N10-N12), *Globorotalia fohsi lobata* (N11-N12), *Orbulina suturalis* (N9 trở lên), *Globorotalia mayeri* (N9-N14), *Globigerinoides subquadratus* (N5-N14) và *Lepidocyclina transiens* (nóc Miocene giữa) (large benthic foraminifera - LBF). Nóc của Miocene giữa được xác định trùng với mặt bất chỉnh hợp bào mòn tại giếng khoan G1 và tương ứng với nóc của tập đá vôi ở giếng khoan G2 trên mặt cắt địa chấn (Hình 11). Tập đá vôi này chứa phong phú nhóm hóa thạch trùng lỗ kích thước lớn: *Amphistegina* spp., *Lepidocyclina* spp., *Miogypsina* spp., *Operculina* spp., *Cyclolypeus* spp., *Lepidocyclina angulosa*, *Miogypsina antillea*, *Miogypsina bifida*, *Lepidocyclina martini*. Ngoài ra, trong giếng khoan G2 xác định đới tảo vôi NN4-NN7 bởi tổ hợp hóa thạch *Helicosphaera ampliaperta* (NN2-NN4), *Sphenolithus heteromorphus* (NN4-NN5), *Cyclargolithus floridanus* (đáy NN7).

Trong khoảng địa tầng này xác định được 1 tập trầm tích M1, giới hạn bởi các ranh giới tập SB1-SB2. Các ranh giới này được xác định trên cơ sở sự dao động của mực nước biển tác động đến sự thay đổi các tổ hợp hóa thạch. Tại ranh giới SB1, thành phần thạch học có xu hướng mịn dần lên phía trên và bắt đầu có sự gia tăng về số lượng của các giống, loài hóa thạch của nhóm trùng lỗ trôi nổi, trùng lỗ bám đáy và tảo biển ở giếng khoan G1. Trong khi đó, ở giếng khoan G2 có sự hiện diện phong phú của

nhóm hóa thạch trùng lỗ bám đáy kích thước lớn thay thế cho nhóm trùng lỗ trôi nổi. Ranh giới SB2 trùng với nóc của Miocene giữa cũng là nóc của tập vôi ở giếng khoan G2 và là mặt bất chỉnh hợp ở giếng khoan G1. Ranh giới này đặc trưng bởi sự chuyển đột ngột tổ hợp hóa thạch trùng lỗ bám đáy từ biển nông ven bờ sang biển thềm giữa và sâu hơn; tổ hợp hóa thạch trùng lỗ trôi nổi cũng tăng cao, đồng thời cũng tìm thấy nhiều hóa thạch định tầng tuổi cổ hơn tái trầm tích trên bề mặt ranh giới này: *Globorotalia fohsi lobata*, *Globorotalia praemenardii*, *Lepidocyclina transiens*, *Cribroperidinium* spp., *Systematophora placacantha* (Hình 6).

Hệ trầm tích biển thấp (LST)

Trầm tích được lắng đọng trong giai đoạn mực nước biển lùi xa lục địa tìm thấy trong giếng khoan G2, thành phần thạch học chủ yếu là cát kết và cát kết bị xen kẹp bởi các lớp sét kết, bột kết. Trầm tích được lắng đọng trong môi trường biển nông, thành phần các nhóm hóa thạch trôi nổi (PF, CN, MD) rất nghèo và chủ yếu là nhóm hóa thạch trùng lỗ kích thước lớn (LBF): *Operculina* spp., *Amphistegina* spp., *Lepidocyclina* spp., *Miogypsina* spp. Ngoài ra, có sự phong phú của nhóm hóa thạch lục địa gồm: nhóm bào tử nước ngọt, đầm lầy ven sông, nhóm rừng ngập mặn và có xu thế giảm dần lên nóc tập khi có dấu hiệu của sự gia tăng trở lại của nước biển. Tỷ lệ P/B đạt rất cao 90 - 95% và tăng dần lên nóc tập (Hình 7). Trong giai đoạn này, có thể ở tại vị trí giếng khoan G1 đang thiếu



Hình 6. Mặt cắt tập trầm tích M1 trong giếng khoan G1

nguồn cung cấp vật liệu trầm tích và xảy ra hiện tượng đào khoét ở khu vực ven rìa của bể.

Hệ trầm tích biển tiến (TST)

Thành phần thạch học chủ yếu là sét kết, xen kẹp những tập cát kết mỏng và có xu hướng mịn dần từ dưới lên trên nóc của tập. Trầm tích được lắng đọng từ đới biển nông thềm trong (inner neritic) đến thềm giữa (middle neritic) đặc trưng bởi tổ hợp hóa thạch của các nhóm trùng lỗ bám đáy vỏ vôi Rotalids: *Ammonia spp.* và vỏ vôi thềm giữa: *Eponides spp.*, *Robulus spp.*, *Nonion spp.*, *Heterolepa spp.* Ngoài ra, còn có sự hiện diện phong phú của nhóm trùng lỗ kích thước lớn tại giếng khoan G2: *Amphistegina spp.*, *Lepidocyclina spp.*, *Miogyopsina spp.*, *Operculina spp.* trong các mẫu sét kết, cát kết xen kẹp. Số lượng hóa thạch của các nhóm PF, CN, BF và MD có xu hướng phong phú từ dưới lên trên, đồng thời tỷ lệ P/B chiếm 70 - 75%, điều này cho thấy mực nước biển đang gia tăng.

Mặt ngập lụt cực đại (MFS)

Là bề mặt trùng với nóc của tập sét nằm trong khoảng cô đặc hóa thạch đặc trưng bởi giá trị cao nhất của đường cong GR và là đỉnh của tổ hợp hóa thạch dạng trôi nổi tiêu biểu: *Orbulina universa*, *Globorotalia acostaensis*, *Globoquadrina altispira*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina venezuelana*, *Globigerinoides ruber* và nhóm tảo vôi trong giếng khoan G2: *Calcidiscus leptoporus*, *Calcidiscus macintyreii*, *Discoaster exilis*, *Reticulofenestra pseudumbilica*, *Sphenolithus abies*. Hơn nữa, tại mặt MFS có sự hiện diện khá phong phú của nhóm trùng lỗ kích thước lớn thuộc

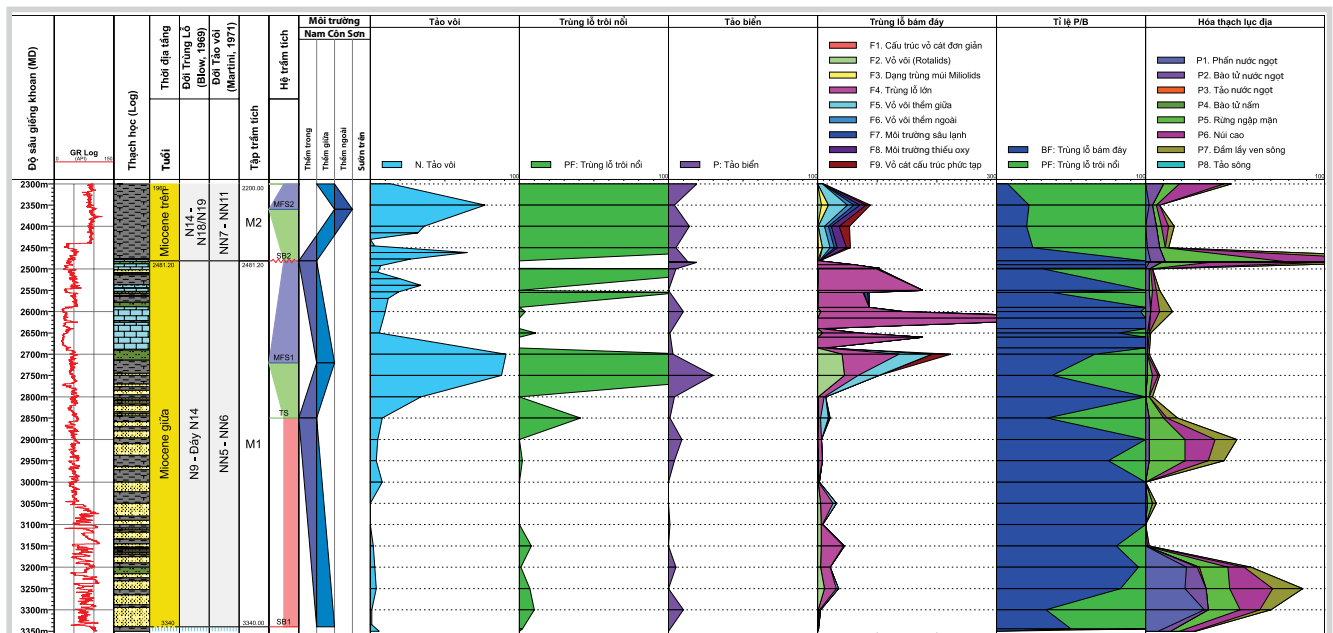
đới nước sâu: *Gyroidina spp.*, *Sphaeroidina bulloides*, đới thiếu oxy: *Bulimina spp.*, *Textularia spp.*, *Globobulimina spp.* Trầm tích được lắng đọng thuộc đới thềm giữa. Vì đây là giai đoạn biển tiến sâu nhất về phía lục địa nên nhóm hóa thạch bào tử phần lục địa cũng có xu hướng giảm hơn so với trầm tích bên dưới của tập (Hình 6 và 7).

Hệ trầm tích biển cao (HST)

Là trầm tích phủ bên trên mặt MFS, thành phần thạch học chủ yếu là sét kết xen kẹp với những tập cát kết mỏng tại giếng khoan G1, trong khi ở giếng G2 bắt đầu bằng tập vỏ dày khoảng 100m và tiếp tục là những tập sét kết và đá vôi xen kẹp cho đến ranh giới SB2. Trầm tích được lắng đọng từ đới thềm giữa lùi về đới thềm trong bởi tổng số lượng hóa thạch giảm và vắng mặt các nhóm hóa thạch yếm khí, nước sâu mà thay thế bởi các nhóm vỏ vôi thềm trong và Rotalids. Riêng giếng khoan G2 thành tạo khối đá vôi chứa phong phú hóa thạch trùng lỗ kích thước lớn nên môi trường lắng đọng ổn định hơn so với giếng khoan G1. Tổ hợp hoá thạch của các nhóm PF, CN, MD và tỷ lệ P/B cũng có xu thế giảm dần từ đáy tập dưới lên đến ranh giới SB2. Ngược lại, có sự phong phú hơn của nhóm hóa thạch nguồn gốc lục địa và rừng ngập mặn.

3.2. Trầm tích Miocene trên

Địa tầng Miocene trên được xác định bởi đới N14-N18/N19 của nhóm trùng lỗ trôi nổi: *Globigerina nepenthes* (N14-N18/N19), *Globoquadrina dehiscens* (N5-N18), *Globorotalia continuosa* (N6-N15) và *LBF Lepidocyclina spp.* (nóc Miocene). Hơn nữa, trong giếng khoan G2 xác định



Hình 7. Mặt cắt tập trầm tích M1 trong giếng khoan G2

đới của tảo vôi N7-N11 bởi tổ hợp *Discoaster kugleri* (NN7) và *Discoaster quinquerramus* (NN11). Nóc của Miocene trên được đánh dấu bởi sự thay đổi đáng kể tổng số lượng hóa thạch của tất cả các nhóm và môi trường lắng đọng. Đồng thời, có sự tái trầm tích của hóa thạch tảo vôi *Coccolithus miopelagicus* (NN-7) tuổi cổ hơn trên bề mặt của ranh giới này.

Trong khoảng địa tầng Miocene trên xác định được 2 tập trầm tích M2 (SB2-SB3) và M3 (SB3-SB4), trong đó ranh giới tập SB4 trùng với nóc của Miocene trên.

Tập trầm tích M2

Hệ trầm tích biển tiến (TST)

Trầm tích phủ trực tiếp lên mặt bất chỉnh hợp SB2 với thành phần thạch học chủ yếu là sét kết và sét kết có xen kẹp những lớp cát kết, bột kết, vôi mỏng. Thành phần hạt mịn chiếm ưu thế hơn ở phía trên và được lắng đọng ở đới thềm giữa đến thềm ngoài. Giai đoạn này biển tiến rất nhanh bởi sự xuất hiện của nhóm hóa thạch BF biển sâu ngay sau khi bắt đầu chu kỳ biển tiến: *Gaudryina spp.*, *Haplophragmoides spp.*, *Cyclammina spp.*, *Vulvulina penatula*, *Bathysiphon spp.*, *Bulimina spp.*, *Textularia spp.*, *Uvigerina spp.*, *Gyroidina spp.*, *Sphaeroidina bulloides*, *Globocassidulina spp.*, *Pullenia buloides* đồng thời hóa thạch của các nhóm nước nông Miliolids giảm dần về phía nóc của tập. Tỷ lệ P/B đạt giá trị cao nhất trong khoảng này. Ngoài ra, nhóm PF, CN, MD cũng có xu hướng tăng dần từ dưới lên nóc của tập (Hình 8, 9).

Mặt ngập lụt cực đại (MFS)

Trầm tích được lắng đọng trong điều kiện nước sâu thuộc đới trên của sườn. Mặt MFS được đánh dấu bởi tập sét kết trong khoảng cô đặc hóa thạch với sự đa dạng và phong phú nhất của nhóm PF: *Sphaeroidinella subdehiscens*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia acostaensis*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides obliquus*, *Orbulina universa*, *Globigerina seminulina*; nhóm CN: *Discoaster brouweri*, *Discoaster pentaradiatus*, *Umbilicosphaera sibogae foliosa*, *Coronocyclus nitescens*, *Calcidiscus macintyreii*; nhóm MD: *Foraminifera test lining*, *Dinoflagellate cysts* và sự tập trung của các hóa thạch BF nước sâu: *Gaudryina spp.*, *Haplophragmoides spp.*, *Glomospira spp.*, *Bulimina spp.*, *Uvigerina spp.*, *Textularia spp.*, *Sphaeroidina bulloides*, *Gyroidina spp.*, *Globocassidulina spp.* và sự xuất hiện của loài mới *Globigerinoides conglobatus*. Đồng thời, có sự giảm mạnh của nhóm hóa thạch nguồn gốc lục địa: bào tử nước ngọt, phấn nước ngọt, đầm lầy ven sông. Đặc trưng của MFS trong hai giếng khoan G1 và G2 tương đồng với

nhau và có tổ hợp phong phú của *Globigerinoides trilobus*, *Orbulina universa*. Tỷ lệ P/B cao đạt đến 80% trong khoảng trầm tích này (Hình 8, 9).

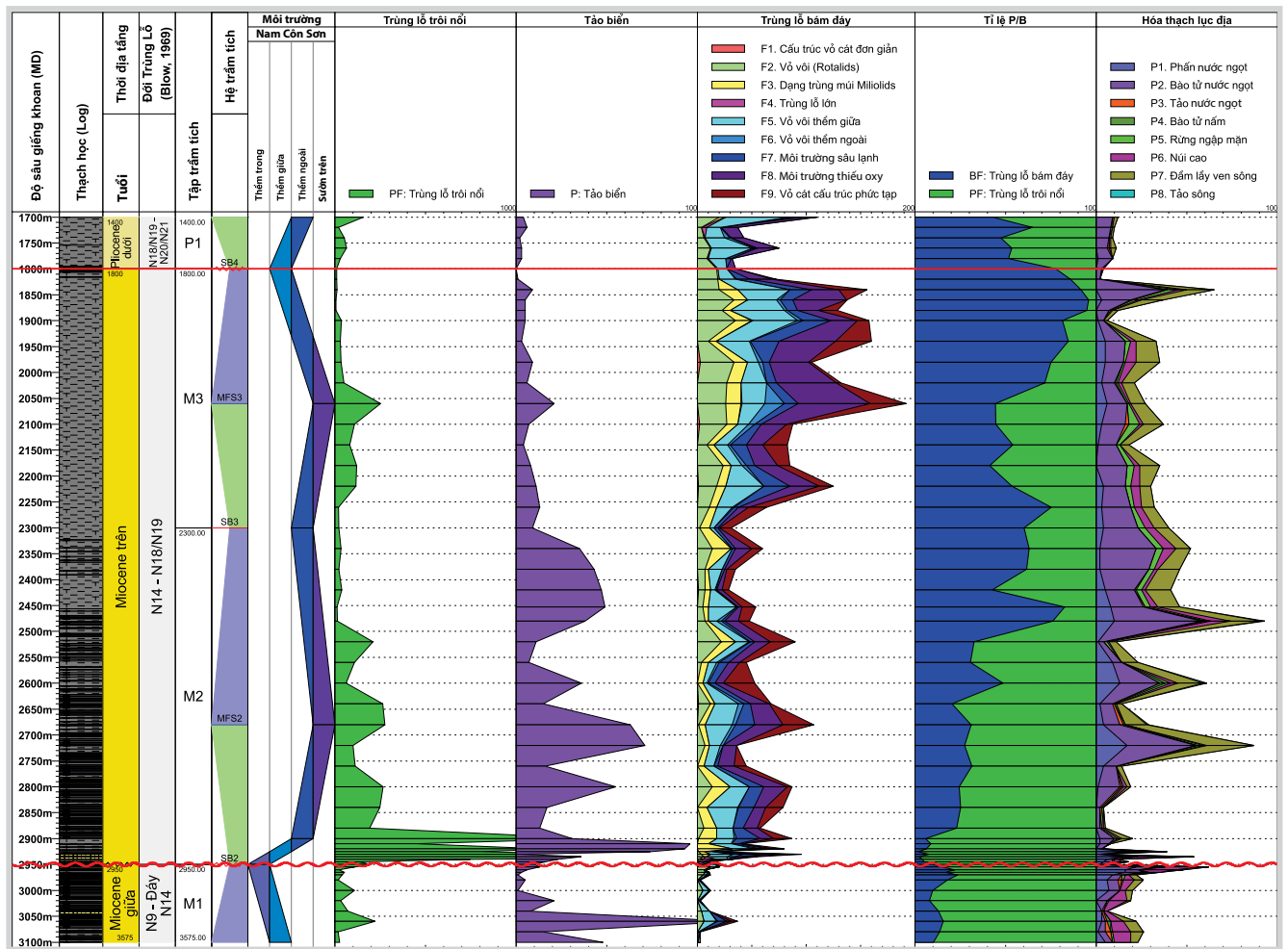
Hệ thống trầm tích biển cao (HST)

Trầm tích được lắng đọng trong điều kiện mực nước biển tăng chậm và bắt đầu giảm dần từ đới thềm ngoài lùi về đến thềm giữa bởi sự giảm dần số lượng hóa thạch BF nước sâu, đồng thời được thay thế bởi các nhóm nước nông hơn như Rotalids, Miliolids và đạt số lượng thấp nhất tại SB3. Ngoài ra, các nhóm PF, CN và MD cũng giảm mạnh và rất nghèo tại nóc của tập, trong khi nhóm hóa thạch nguồn gốc lục địa có xu hướng tăng lên. Tỷ lệ P/B có xu hướng giảm đáng kể về phía nóc của tập. Trong giai đoạn này có sự khác nhau giữa giếng G1 và G2 là về môi trường lắng đọng. Giếng khoan G1 có môi trường lắng đọng trầm tích sâu hơn giếng khoan G2 và thuộc đới gần bờ hơn giếng khoan G2. Kết quả phân tích sinh địa tầng cho thấy giai đoạn nửa sau của tập M2, nhóm PF ở giếng khoan G1 gần như xuất hiện rất ít so với giếng khoan G2 vì trầm tích được lắng đọng gần bờ hơn của giai đoạn mực nước biển có xu hướng hạ thấp (biển lùi). Trong khi đó, giếng khoan G2 thuộc đới xa bờ hơn mà thành phần BF thuộc đới nông hơn so với giếng khoan G1 và có sự hiện diện của *LBF Amphistegina spp.*, *Lepidocyclina spp.* (Hình 8, 9).

Tập trầm tích M3

Hệ trầm tích biển tiến (TST)

Bắt đầu chu kỳ trầm tích mới với sự gia tăng của mực nước biển trở lại, thành phần thạch học là sét kết. Môi trường lắng đọng phát triển từ thềm giữa đến thềm ngoài. Số lượng hóa thạch BF phong phú hơn và đa dạng hơn tập bên dưới với thành phần thuộc nhóm nước sâu chiếm ưu thế như nhóm vỏ cát nước sâu, nhóm yếm khí: *Cyclammina spp.*, *Gaudryina spp.*, *Vulvulina penatula*, *Haplophragmoides spp.*, *Bathysiphon spp.*, *Bulimina spp.*, *Uvigerina spp.*, *Textularia spp.*, *Bolivina spp.*, *Globocassidulina spp.*, *Sphaeroidina bulloides*, *Gyroidina spp.* Số lượng hóa thạch các nhóm trôi nổi cũng có xu hướng sự tăng dần lên nóc của tập như: *Globigerinoides obliquus*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides trilobus*, *Sphaeroidinella subdehiscens*, *Orbulina universa*, *Globigerina seminulina*; nhóm tảo vôi: *Discoaster brouweri*, *Coronocyclus nitescens*, *Helicosphaera carteri*, *Umbilicosphaera sibogae foliosa*, *Helicosphaera burkei*; nhóm tảo biển: *Foraminifera test lining*, *Dinoflagellate cysts*, *Selenopemphix spp.*, *Tasmanites spp.* Tỷ lệ P/B tăng dần đồng thời nhóm hóa thạch nguồn gốc lục địa giảm dần từ dưới lên nóc tập. Đặc trưng tập này của



Hình 8. Mặt cắt tập các trầm tích M2 và M3 trong giếng khoan G1

cả 2 giếng khoan G1 và G2 khá tương đồng về đặc điểm sinh địa tầng và có thể liên kết bởi tổ hợp *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides trilobus*, tuy nhiên trong giếng G2 số lượng PF phong phú hơn G1 chứng tỏ vị trí lắng đọng xa đường bờ hơn (Hình 8, 9).

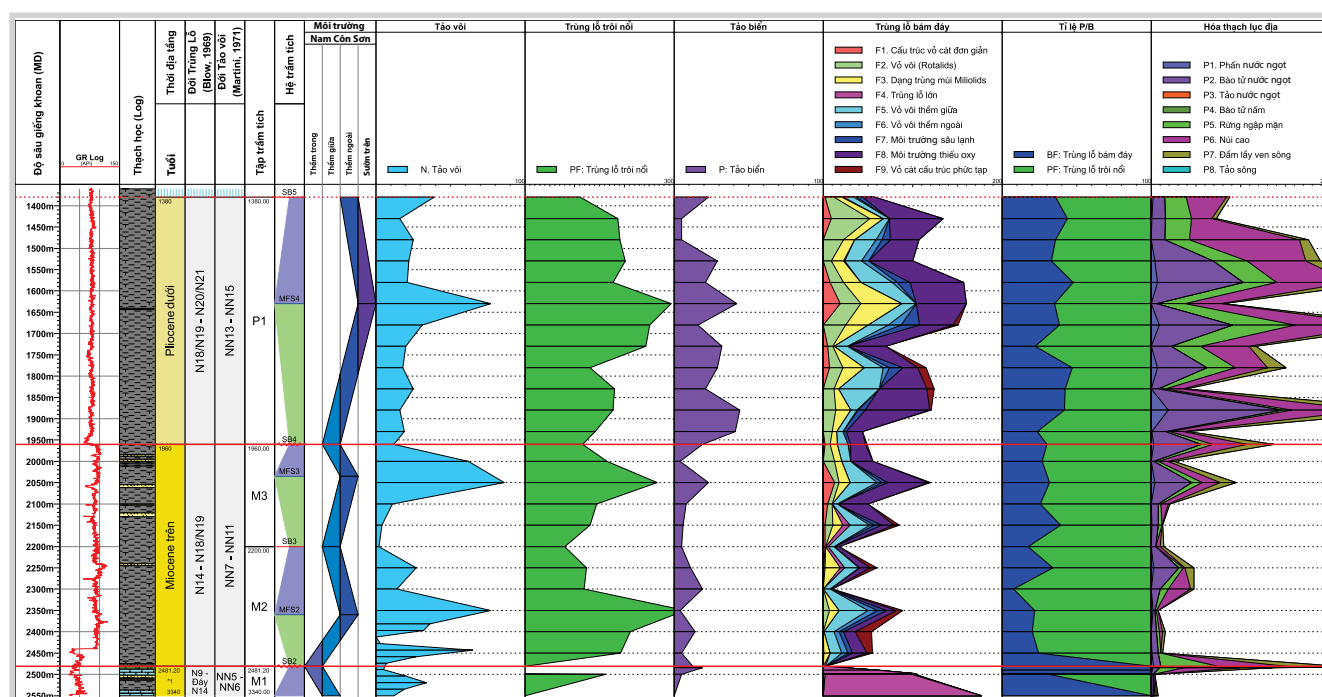
Mặt ngập lụt cực đại (MFS)

Đây là bề mặt đặc trưng của tập trầm tích mịn hạt với giá trị GR cao nhất, trầm tích được lắng đọng trong môi trường thềm ngoài đặc trưng bởi sự phong phú nhất và đa dạng nhất của tổ hợp hóa thạch PF, CN, MD và nhóm BF. Đặc biệt là sự hiện diện của nhóm hóa thạch bám đáy vỏ cát nước sâu: *Haplophragmoides spp.*, *Gaudryina spp.*, *Cyclammina spp.*; nhóm yếm khí: *Bolivina spp.*, *Bulimina spp.*, *Uvigerina spp.*, *Textularia spp.*, *Hoeglundina spp.* Tỷ lệ P/B cũng đạt giá trị cao nhất (70 - 90%) trong khoảng độ sâu này (Hình 8, 9).

Hệ thống trầm tích biển cao (HST)

Mặc dù là giai đoạn mực nước biển tăng chậm và dần hạ thấp xuống nhưng thành phần thạch học chủ

yếu của giai đoạn trầm tích này là sét kết bởi vị trí lắng đọng thuộc đới thềm ngoài lùi về thềm giữa năng lượng thấp. Trong giai đoạn này có sự phân dị đặc điểm sinh địa tầng giữa 2 giếng khoan bởi vị trí lắng đọng trầm tích. Trong giếng khoan G1, mực nước biển hạ thấp khá chậm nhưng vào thời kỳ cuối của tập M3 thì mực nước biển hạ rất nhanh. Điều này được nhận biết bởi không có sự xuất hiện của các nhóm hóa thạch BF ở vùng nước sâu mà chỉ có các nhóm hóa thạch biển nông thềm trong: Rotalids, Miliolids và nhóm vỏ vôi thềm giữa, đồng thời các nhóm PF cũng giảm rất đáng kể. Trong khi đó, giếng khoan G2 thì có sự chuyển tiếp giữa nhóm hóa thạch đới nước sâu thềm ngoài lùi đến đới thềm giữa và các nhóm hóa thạch PF, CN có sự giảm dần đến nóc tập nhưng vẫn phong phú hơn so với giếng khoan G1. Tỷ lệ P/B thấp nhất ở giếng G1 (15%) và cao hơn (60%) trong giếng G2. Điều này chứng tỏ vị trí lắng đọng của giếng khoan G2 xa bờ hơn giếng khoan G1. Nóc ranh giới SB3 của tập trầm tích này trùng với nóc của Miocene trên trong khu vực nghiên cứu (Hình 8, 9).



Hình 9. Mặt cắt tập các trầm tích M2, M3 và P1 trong giếng khoan G2

3.3. Trầm tích Pliocene dưới

Trầm tích Pliocene dưới phủ trực tiếp lên mặt bất chỉnh hợp Miocene liên quan đến đợt biển tiến trong toàn bộ khu vực Biển Đông [1] được xác định bởi đới PF thuộc N18/19 với tổ hợp: *Globorotalia margaritae*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Sphaeroidinella subdehiscens*, *Globorotalia pleisiotumida*, *Globigerinoides extremus* và đới CN NN15 chứa *Reticulofenestra pseudoumbilica* trong giếng khoan G2. Giai đoạn này trầm tích được lắng đọng trong điều kiện bề lún chìm nhiệt bình ổn, giếng khoan G1 có vị trí lắng đọng nông hơn và gần bờ hơn so với giếng khoan G2 thể hiện bởi tổ hợp hóa thạch BF điểm chỉ môi trường.

Tập trầm tích P1

Hệ trầm tích biển tiến (TST)

Đây là đợt trầm tích biển tiến không chỉ ở bể Nam Côn Sơn mà toàn bộ khu vực Biển Đông [1], thành phần thạch học chủ yếu là sét kết. Môi trường lắng đọng từ thềm giữa đến thềm ngoài (G1) và thềm ngoài đến phía trên của sườn (upper bathyal) (G2). Số lượng hóa thạch rất phong phú và có sự phân dị khá rõ giữa 2 giếng khoan nghiên cứu. Trong giếng khoan G1, tổ hợp BF chiếm ưu thế hơn thuộc các nhóm vỏ vôi thềm giữa, nhóm LBF, nhóm Rotalids. Tỷ lệ P/B thấp (40%) và có xu hướng tăng dần lên nóc của tập và thành phần hóa thạch lục địa chủ yếu là nhóm bào tử nước ngọt. Trong khi giếng khoan G2 tổ hợp BF kém phong phú hơn nhóm PF gồm các nhóm vỏ cát

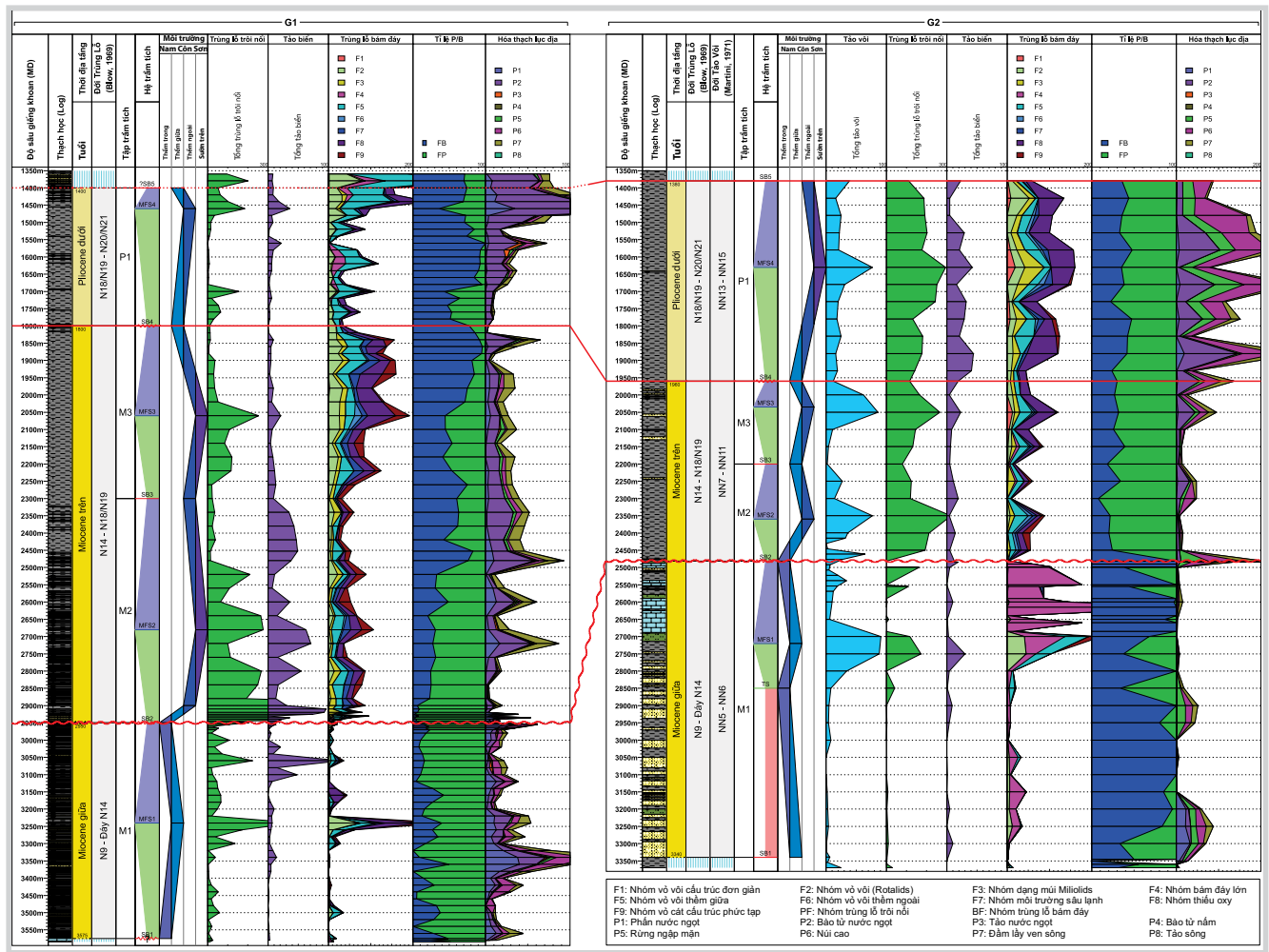
nước sâu: *Haplograptoides spp.*, *Cyclamina spp.*; nhóm yếm khí: *Uvigerina spp.*, *Bolivina spp.*, *Bulimina spp.*, *Hoe-glundina spp.*, *Textularia spp.*; nhóm nước sâu (deep cold): *Gyroidina spp.*, *Globocassidulina spp.*; nhóm vỏ vôi thềm ngoài: *Nodosaria spp.* Tỷ lệ P/B cao hơn giếng khoan G1 (80%), nhóm hóa thạch lục địa có sự tăng mạnh của nhóm núi cao (mountain) tiêu biểu là *Pinuspollenites spp.* (Hình 8, 9).

Mặt ngập lụt cực đại (MFS)

Đặc trưng bởi sự rất phong phú của các nhóm hóa thạch biển, đáng chú ý là sự hiện diện cả các hóa thạch biển sâu, sườn: *Haplograptoides spp.*, *Cyclamina spp.* Tuy nhiên, sự hiện diện của nhóm hóa thạch lục địa có xu hướng giảm mạnh ở bề mặt này gồm chủ yếu: nhóm núi cao, nhóm bào tử nước ngọt và nhóm rừng ngập mặn (mangrove). Tỷ lệ P/B tương đối cao (80%).

Hệ trầm tích biển cao (HST)

Thành phần thạch học chủ yếu là sét kết, giá trị dao động của đường cong GR thấp. Trong tập này, tổng số lượng hóa thạch của các nhóm nguồn gốc biển có xu hướng giảm dần về phía nóc của tập, trong đó sự vắng mặt của các nhóm hóa thạch biển ở phần trên của sườn và sự giảm mạnh của các nhóm vỏ cát biển sâu, yếm khí, nước sâu. Đồng thời có sự ưu thế hơn của nhóm gần bờ hơn điển hình là nhóm Rotalids. Nóc của tập trùng với nóc Pliocene dưới (SB5) (Hình 9).



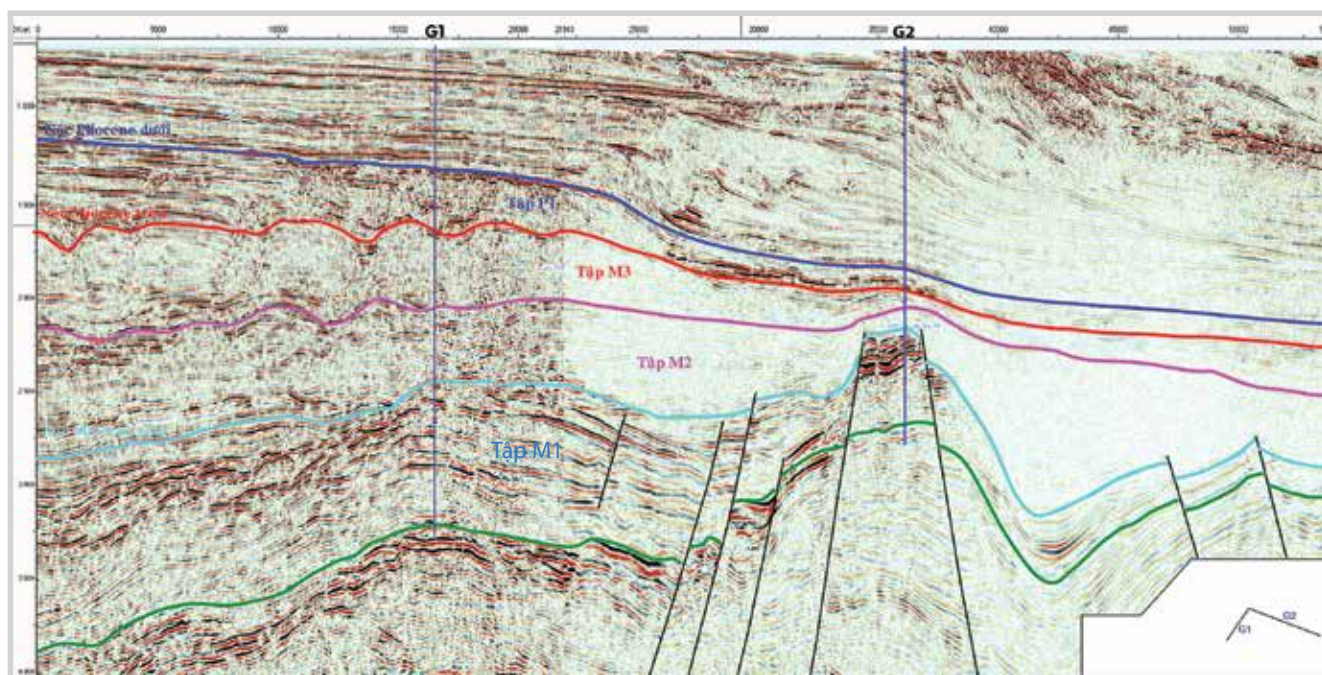
Hình 10. Mặt liên kết địa tầng các trầm tích M1, M2, M3 và P1 trong các giếng khoan G1 và G2

Nhìn chung, trầm tích Miocene giữa được lắng đọng chủ yếu thuộc đới biển nông trong thềm đến thềm giữa. Ở phía dưới của mặt cắt nghiên cứu trong giếng khoan G2 tương ứng với 1 chu kỳ trầm tích đầy đủ các hệ trầm tích. Trong giai đoạn biển thấp đã thành tạo tập LST ở giếng khoan G2, khi mực nước biển tăng trở lại và tiến về hướng lục địa để thành tạo tập TST ở giếng khoan G1, đồng thời cũng lắng đọng tại vị trí giếng khoan G2 nhưng bề dày tập TST mỏng hơn nhiều so với giếng khoan G1. Bởi vì khi biển tiến trở lại với sự xâm nhập nhanh hơn về phía đất liền thì tại vị trí giếng khoan G2 xa nguồn cung cấp vật liệu trầm tích và tập TST này có xu hướng mỏng dần về phía trung tâm bể. Thông thường các tích tụ dầu khí thường được tìm gặp trong hệ thống LST, đây là tập trầm tích hạt thô và được phủ bởi trầm tích hạt mịn bên trên, tiêu biểu là đới cô đặc hóa thạch có chứa mặt ngập lụt cực đại (MFS1). Vào giai đoạn cuối Miocene giữa mực nước biển hạ thấp từ từ để thành tạo tập đá vôi chứa rất nhiều hóa thạch trùng lỗ bảm đáy kích thước lớn đặc trưng và có khả năng liên kết đáng tin cậy với các giếng khoan lân cận thuộc phần phía

Đông của bể. Giai đoạn từ Miocene trên - Pliocene dưới mực nước biển có xung hướng tăng dần (Hình 5) và ngày càng tiến sâu hơn về phía lục địa nên các chu kỳ trầm tích trong giai đoạn này tại các giếng khoan nghiên cứu phần lớn không chứa hệ trầm tích biển thấp (LST).

Trầm tích Miocene trên - Pliocene dưới chỉ tồn tại các hệ thống trầm tích TST và HST, trong điều kiện lắng đọng từ biển thềm giữa đến phần trên của sườn. Trong đó, ở trầm tích Miocene trên tại giếng khoan G1 gần bờ hơn nhưng lắng đọng trong điều kiện nước sâu hơn giếng khoan G2, đến khoảng cuối Miocene trên đầu Pliocene dưới có sự thay đổi đột ngột của môi trường lắng đọng từ biển sâu sang biển nông hơn ở giếng khoan G1, trong khi ở giếng khoan G2 vẫn tiếp tục lắng đọng trong điều kiện sâu hơn.

Kết quả phân tập trầm tích bằng phương pháp sinh địa tầng trong giếng khoan G1 và G2, tương đồng với các mặt phản xạ địa chấn là các ranh giới tập qua khu vực nghiên cứu (Hình 11).



Hình 11. Một cắt liên kết địa chấn qua khu vực nghiên cứu

4. Kết luận

Đặc điểm sinh địa tầng của các tập trầm tích là kết quả của sự tương tác giữa điều kiện môi trường lắng đọng trong bể trầm tích với sự tiến hóa của các loài sinh vật và sự thay đổi có tính chu kỳ của các tập trầm tích do sự tăng - giảm của mực nước biển. Từ kết quả này, tồn tại những quy luật cụ thể trong mối quan hệ giữa sinh địa tầng và địa tầng phân tập trầm tích.

Địa tầng khu vực nghiên cứu được giới hạn từ phần trên của Miocene giữa đến Pliocene dưới, xác định được 4 chu kỳ trầm tích tương ứng với các hệ trầm tích LST, TST, HST và xác định các đới môi trường lắng đọng tương ứng với các chu kỳ trầm tích từ biển nông thềm trong đến phần trên của sườn:

- Tập trầm tích M1 thuộc phía trên của Miocene giữa được lắng đọng trong điều kiện môi trường thềm trong đến thềm giữa;
- Tập trầm tích M2 thuộc phía dưới của Miocene trên, được lắng đọng trong điều kiện môi trường thềm trong đến phần trên của sườn;
- Tập trầm tích M3 thuộc phía trên của Miocene trên, được lắng đọng trong điều kiện môi trường từ đới thềm ngoài đến phần trên của sườn và sau đó lùi về đới thềm giữa;
- Tập trầm tích P1 tương ứng với Pliocene dưới, môi trường lắng đọng từ thềm giữa đến thềm ngoài (đối với

giếng khoan G1) và đới thềm giữa đến khu vực phía trên của sườn (đối với giếng khoan G2).

Xác định ranh giới tập SB2 là ranh giới bất chỉnh hợp trùng với nóc Miocene giữa và 4 mặt ngập lụt cực đại trong đó MFS1, MFS2, MFS3 dự đoán là các tầng chắn địa phương rất tốt. Đơn vị trầm tích LST thuộc tập trầm tích M1 trong giếng khoan G2 được dự báo là tập hạt thô, có khả năng là tầng chứa.

Tài liệu tham khảo

1. Tập đoàn Dầu khí Việt Nam. *Tài nguyên và địa chất dầu khí Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2005.
2. James Ogg, Gabi Ogg, Felix Gradstein. *A concise geologic TimeScale 2016*. Elsevier. 2016.
3. Ashton Embry. *Practical sequence stratigraphy*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Alberta, Canada. 2009.
4. C.Robertson Handford, R.G.Loucks. *Carbonate depositional sequences and systems tracts - Responses of carbonate platforms to relative sea-level changes*. Carbonate Sequence Stratigraphy Recent Developments and Applications. The American Association of Petroleum Geologists. 1993; 57: p. 3 - 41.
5. Hilary C.Olson, Peter R.Thompson. *Sequence biostratigraphy with examples from the Plio-Pleistocene and Quaternary*. Applied Stratigraphy. Springer. 2005; 23: p. 227 - 247.

6. Dominic Emery, Keith Myers. *Sequence stratigraphy*. Backwell Science, London. 1996.
7. Abdel Galil Abdel Hamid Hewaidy, Mohamed Wageeh, A.Hewaidy, Haitham Ayyad, Osama Gameel. *Biostratigraphy, microfacies analysis and sequence stratigraphy of the Miocene successions in Cairo-Suez district, Egypt*. Al Azhar Bulletin of Science. 2018; 1: p. 39 - 59.
8. Bilal U.Haq, Peter R.Vail, Jan Hardenbol. *Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change*. In "Sea-level changes - An integrated approach". SEPM Special Publication 42. 1998; 42: p. 71 - 108.
9. Tập đoàn Dầu khí Việt Nam. *Bản đồ hoạt động dầu khí Việt Nam, tỷ lệ 1:2.300.000*. 2019.
10. Viện Dầu khí Việt Nam. *Báo cáo kết quả phân tích sinh địa tầng các giếng khoan: 05-1c-DN-1X (2011), 05-1c-DN-2X (2013), 05-1c-DH-1X (2007), 05-1b-TL-1X (1995, 2018), 05-1a-ThN-1X (2015) bể Nam Côn Sơn*.
11. John M.Armentrout, L.B.Fearn, K.Rodgers, S.Root. *High-resolution sequence biostratigraphy of a lowstand prograding deltaic wedge: Oso field (Late Miocene), Nigeria*. Biostratigraphy in Production and Development Geology. Geological Society, London. 1999; 152(1): p. 259 - 290.
12. John M.Armentrout. *High resolution sequence biostratigraphy: examples from the Gulf of Mexico Plio-Pleistocene*. High resolution sequence stratigraphy: Innovations and applications. Geological Society, London. 1996; 40: p. 65 - 86.
13. The Geological Survey of Vietnam. *Geology of Cambodia, Laos and Vietnam: Explanatory note to the geological map of Cambodia, Laos and Vietnam at 1:1,000,000 scale*. 1991.
14. Victor C.Nwaezeapu, Anthony U.Okoro, Elesius O.Akpunonu, Norbert E.Ajaegwu, Kingsley C.Ezenwaka, Chibuzo V.Ahaneku. *Sequence stratigraphic approach to hydrocarbon exploration: A case study of Chiadu field at eastern onshore Niger Delta basin, Nigeria*. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 2018; 8(2): p. 399 - 415.
15. W.W.Wornardt. *Application of sequence stratigraphy to hydrocarbon exploration*. Offshore Technology Conference, Houston, Texas. 3 - 6 May, 1993.

BIOSTRATIGRAPHY AND SEQUENCE STRATIGRAPHY OF MIDDLE MIOCENE - LOWER PLIOCENE SEDIMENTS, BLOCK 05-1, NAM CON SON BASIN

Mai Hoang Dam, Pham Thi Duyen, Dao Thu Ha, Nguyen Thi Tham
Vietnam Petroleum Institute
Email: dammh@vpi.pvn.vn

Summary

Sequence stratigraphy is an important factor which greatly affects the construction of geological models of structure and area. In this paper, the studied object is the Middle Miocene - Lower Pliocene sediments, which were completely deposited in the marine environment of the eastern part of Block 05-1, Nam Con Son basin. Sequence stratigraphy of the studied section divided by the biostratigraphic analysis results of the fossil groups includes foraminifera, calcareous nannofossil and marine dinoflagellate. The integrated results identified four complete sequences with accompanying system tracts, the boundary surfaces, the maximum flooding surfaces, the depositional environment and reservoir ability prediction of rock and seal units.

Key words: Biostratigraphy, sequence stratigraphy, foraminifera, calcareous nannofossil, system tract, depositional environment.