

# Phân bố dòng nhiệt hiện tại ở bể Phú Khánh, thềm lục địa Việt Nam

Nguyễn Xuân Huy<sup>1,2,\*</sup>, Nguyễn Thị Thu Trang<sup>1,2</sup>



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

## TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là xác định sự phân bố dòng nhiệt hiện tại ở bể Phú Khánh từ khu vực nước nông đến khu vực nước sâu trong toàn bể. Kết quả nghiên cứu từ 42 điểm dữ liệu dòng nhiệt hiện tại trích xuất từ bộ dữ liệu dòng nhiệt toàn cầu của Goutorbe *et al.* (2011), cho thấy rằng sự phân bố dòng nhiệt không đều trong khu vực. Sự tích tụ dòng nhiệt trong các cấu trúc nâng lên ở phía Tây Bắc (78-86 mW/m<sup>2</sup>) thường cao hơn trong các địa hào hoặc trũng sâu ở phía Đông Nam bể (58-72 mW/m<sup>2</sup>). Điều này là do lớp trầm tích dày lên đến hơn 10,000 m ở vùng nước sâu bể Phú Khánh dẫn đến giá trị dòng nhiệt thấp hơn đáng kể so với vùng nước nông. Lớp trầm tích hoạt động như chất cách nhiệt ngăn nhiệt thoát ra ngoài bề mặt. Giá trị dòng nhiệt trung bình hiện tại tính toán từ giếng TH-1X và CMT-1X lần lượt là 85.60 mW/m<sup>2</sup> và 83.20 mW/m<sup>2</sup>. Các giá trị này đều cho giá trị tương đối phù hợp với kết quả dự đoán từ việc Kriging 42 điểm dữ liệu trích xuất từ bộ dữ liệu dòng nhiệt toàn cầu trong nghiên cứu Goutorbe *et al.* (2011). Các giá trị dòng nhiệt hiện tại cao có thể được lý giải rằng bể Phú Khánh vẫn còn trải qua sụt lún nhiệt vì tuổi đời của bể khá trẻ (35 triệu năm), vẫn chưa lấy lại giá trị cân bằng nhiệt từ sau giai đoạn tách giãn Oligocene-Miocene Sớm nên dẫn giá trị dòng nhiệt hiện tại vẫn còn cao.

**Từ khóa:** Dòng nhiệt hiện tại, dòng nhiệt bề mặt, bồn trũng Phú Khánh

## GIỚI THIỆU

Nghiên cứu này nhằm mục đích cung cấp bức tranh tổng quan về sự phân bố dòng nhiệt hiện tại ở bể Phú Khánh. Bể Phú Khánh được coi là bồn trũng tiềm năng dầu khí hàng đầu còn lại ở Đông Nam Á chưa được nghiên cứu đầy đủ<sup>1</sup>. Lịch sử thăm dò ở bể Phú Khánh vẫn còn thưa thớt và chưa đồng bộ. Với 3 giếng khoan thăm dò ở vùng nông từ 2011, đến nay vẫn chưa có bất kì giếng khoan nào được thực hiện sâu hơn 1,000 m dưới mực nước biển. Bằng chứng về các lớp sapropel giàu rong tảo trong các vết thấm dầu ở Đầm Thị Nại trong nghiên cứu Saurin (1944-1964)<sup>2</sup> đã tạo ra sự quan tâm về nguồn gốc của dầu trong khu vực. Vì vậy, dù cơ sở dữ liệu thăm dò vẫn còn khá khiêm tốn, bể Phú Khánh vẫn thu hút rất nhiều sự đầu tư nghiên cứu của các nhà khoa học trong và ngoài nước về lịch sử kiến tạo, cơ chế hình thành bồn, hay các minh giải về địa chấn địa tầng và mô hình hệ thống dầu khí.

Bể Phú Khánh là bể trầm tích nước sâu nằm trên thềm lục địa miền Trung Việt Nam. Ranh giới của bể kéo dài khoảng 250km, từ 10°30'-15°30' Bắc, và 50-75 km, từ 109°20'- 112°30' Đông<sup>2,3</sup>. Vùng biển nông ở phía Tây của bể có độ sâu dưới 300 m. Độ sâu tăng dần từ 300 m đến 4,000 m dưới mực nước biển về phía Đông. Bể được bao quanh bởi các hệ thống đứt gãy Bắc - Nam (đứt gãy kinh tuyến 110°) và các hệ thống

đứt gãy Tây Bắc – Đông Nam (dọc theo trục tách giãn của Biển Đông), được phân tách bởi các phân đoạn cấu trúc khác nhau<sup>1</sup>. Các cấu trúc kiến tạo quan trọng nhất đã được phân loại thành năm đơn vị: thềm Đà Nẵng, thềm Phan Rang, trũng Phú Yên, đới cắt trượt Tuy Hòa, và đới nâng Khánh Hòa (Hình 1)<sup>4,5</sup>.

Dòng nhiệt (*heat flow - HF*) là một trong những yếu tố đóng vai trò rất quan trọng trong quá trình sinh dầu khí. Dòng nhiệt ảnh hưởng trực tiếp đến mức độ trưởng thành của một thể địa chất được xem là tầng đá mẹ sinh dầu tiềm năng.

Các kết quả nghiên cứu về dòng nhiệt hiện tại trước đây ở khu vực Biển Đông và Đông Nam Á hay các bể trầm tích kế cận được tóm tắt như sau:

(1) Theo Watanabe *et al.*<sup>6</sup>, giá trị dòng nhiệt tại khu vực cung núi lửa và bể trước cung khu vực Tây Á liên quan đến hoạt động hút chìm tại các máng nước sâu với giá trị tăng đột biến. Khu vực bể trước cung tuổi Đệ Tam sớm có bể dày trầm tích lớn và giá trị dòng nhiệt đạt 92,03 mW/m<sup>2</sup> trong miền vỏ và khoảng dao động không đáng kể.

(2) Matsubayashi và Nagao<sup>7</sup> cũng đã tổng hợp nghiên cứu giá trị dòng nhiệt ở Đông Nam Á, với giá trị dòng nhiệt trung bình đo đạc ước tính ở Bắc Malaysia là 78,5 mW/m<sup>2</sup>, Thái Lan là 98,7 mW/m<sup>2</sup>, ở đáy biển sâu là 97,1 mW/m<sup>2</sup>.

(3) Bể Malaysia trong nghiên cứu của Madon<sup>8</sup> cho giá trị dòng nhiệt bề mặt cao, với giá trị dòng nhiệt bề

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật Địa chất & Dầu khí, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM, Việt Nam

<sup>2</sup>Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

### Liên hệ

**Nguyễn Xuân Huy**, Khoa Kỹ thuật Địa chất & Dầu khí, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM, Việt Nam

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

Email: nxhuy@hcmut.edu.vn

### Lịch sử

- Ngày nhận: 31-5-2021
- Ngày chấp nhận: 20-9-2021
- Ngày đăng: 05-11-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4iSI3.851

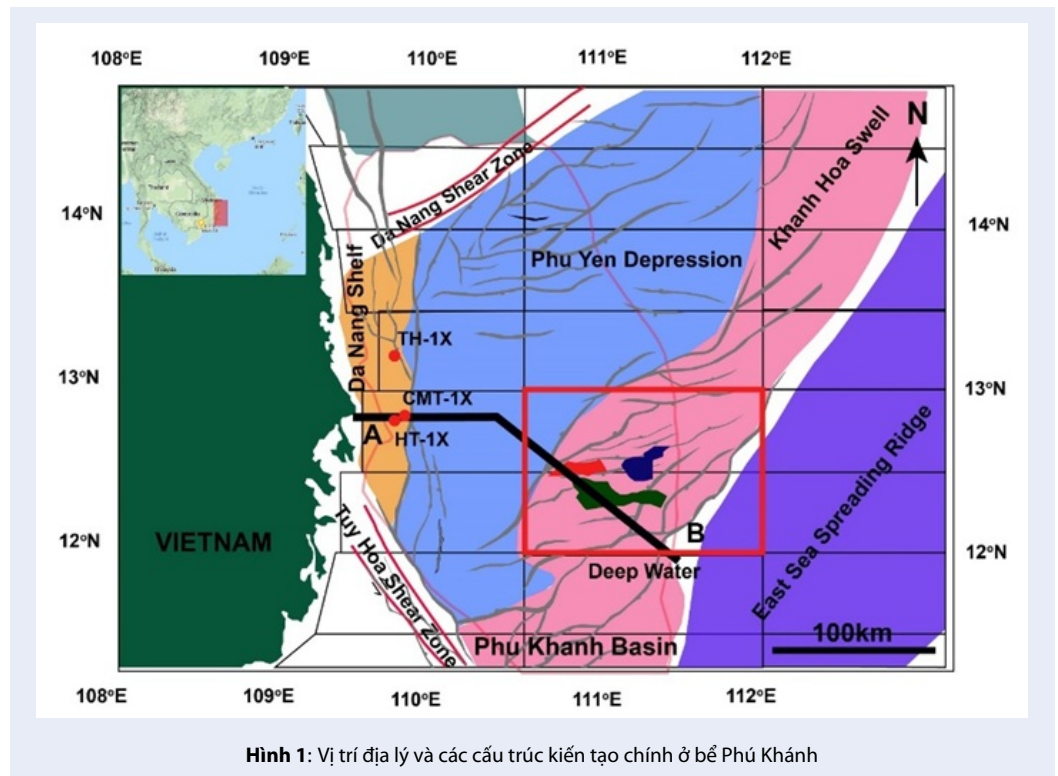


### Bản quyền

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



**Trích dẫn bài báo này:** Huy N X, Trang N T T. **Phân bố dòng nhiệt hiện tại ở bể Phú Khánh, thềm lục địa Việt Nam.** *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 4(S13):SI184-SI192.



Hình 1: Vị trí địa lý và các cấu trúc kiến tạo chính ở bể Phú Khánh

mật dao động từ 35-80 mW/m<sup>2</sup>, trong đó, dị thường dòng nhiệt đóng góp vào được ước tính khoảng 33-42 mW/m<sup>2</sup>. Dị thường dòng nhiệt được hiểu như là sự làm mỏng của thạch quyển trong quá trình tách giãn. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng bồn Malay vẫn còn trải qua sụt lún nhiệt vì tuổi đời của bể khá trẻ (35 triệu năm) nên giá trị dòng nhiệt hiện tại vẫn còn cao.

(4) Tổng hợp 589 giá trị dòng nhiệt ở Biển Đông từ nghiên cứu của He *et al.*<sup>9</sup> cho giá trị dòng nhiệt trung bình là 77 mW/m<sup>2</sup>. Ở rìa phía Bắc, các giá trị ít phân tán hơn và trung bình là khoảng 75 mW/m<sup>2</sup>. Dòng nhiệt tăng dần từ rìa phía Bắc đến bồn trung tâm, trong đó xuất hiện hai trung tâm dòng nhiệt cao, một ở các tiểu bồn phía đông và một ở các tiểu bồn ở khu vực phía Tây Nam. Rìa phía Nam có dòng nhiệt trung bình là 80 mW/m<sup>2</sup>, tương tự như rìa phía Bắc. Rìa phía Tây Manila có dòng nhiệt trung bình thấp tới 49 mW/m<sup>2</sup>.

(5) Li *et al.*<sup>10</sup> với nghiên cứu dòng nhiệt bể PRMB (Pearl River Mouth Basin), bể lớn nhất ở rìa lục địa phía Bắc của Biển Đông (tọa độ từ 18-24° Bắc, 110-118° Đông), với dòng nhiệt trung bình là 71,8 ± 13,6 mW/m<sup>2</sup>.

(6) Trong nghiên cứu mới nhất về dữ liệu dòng nhiệt toàn cầu của Lucazeau<sup>11</sup> với hơn 70,000 điểm dữ liệu đã cho kết quả mới nhất của dòng nhiệt đại dương, với giá trị trung bình 92 mW/m<sup>2</sup>, cao hơn đáng kể so

với các kết quả nghiên cứu về đáy đại dương cổ trước đây (79 mW/m<sup>2</sup>). Điều này là do chất lượng dữ liệu ngày càng trở nên tốt hơn và có xét đến ảnh hưởng của tuần hoàn thủy nhiệt.

Nghiên cứu này sẽ góp phần làm sáng tỏ về sự phân bố dòng nhiệt hiện tại ở bể Phú Khánh từ vùng nước nông đến vùng nước sâu, thông qua:

(1) Xác định phân bố dòng nhiệt trong khu vực bể Phú Khánh từ 42 điểm dữ liệu trong bộ dữ liệu dòng nhiệt toàn cầu của Goutorbe *et al.*<sup>12</sup>.

(2) Tính toán dòng nhiệt hiện tại trung bình cho giếng TH-1X và CMT-1X ở vùng nước nông của bể.

Từ đó, làm tiền đề để phục hồi lịch sử dòng nhiệt theo thời gian địa chất, làm cơ sở cho mô hình bồn trầm tích, cung cấp một bức tranh ban đầu về sự hình thành hydrocarbon, độ trưởng thành của đá mẹ ở vùng nước sâu bể Phú Khánh trong các nghiên cứu về sau.

## PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Dòng nhiệt hiện tại

Dòng nhiệt (thường tính bằng đơn vị mW/m<sup>2</sup>), là quá trình truyền nhiệt từ bên trong Trái Đất lên bề mặt của nó, là đặc điểm chính để tính toán nhiệt độ. Dòng nhiệt là thông số tối quan trọng để ước tính tốc độ phản ứng địa hóa và với sự trưởng thành của kerogens. Phân tích dòng nhiệt đòi hỏi phải xem xét sự đối

lưu, sự dẫn nhiệt và sự phân rã phóng xạ<sup>13</sup>. Các điều kiện biên nhiệt điều chỉnh thông lượng nhiệt (*heat flux*) từ đáy của cột trầm tích, cụ thể là dòng nhiệt cơ sở (*basal heat flow*). Đây là điều kiện biên mà nghiên cứu này cố gắng mô hình hóa và tái tạo lại và các tính chất cơ bản của nó được giải thích sau đây.

Dòng nhiệt dẫn truyền qua cột trầm tích được tạo ra bởi gradient nhiệt độ giữa nhiệt độ bề mặt (hoặc nhiệt độ bề mặt trầm tích-nước, *Sediment Water Interface Temperature SWIT*) đối với môi trường ngoài biển) và nhiệt độ tại ranh giới thạch quyển-quyển mềm (*Lithosphere-Asthenosphere Boundary LAB*)<sup>13</sup>. Độ lớn, hướng và sự phân bố của dòng nhiệt cơ bản đặc trưng cho nhiệt độ biên dưới được xác định thông qua các thông số nhiệt và cơ học của lớp vỏ và đá lớp manti<sup>14</sup>.

Đối với dòng nhiệt hiện tại (*present heat flow*), sử dụng các thông số là sinh nhiệt (*heat generation*), gradient nhiệt (*thermal gradient*) và độ dẫn nhiệt<sup>15</sup>. Nếu chúng ta muốn dự đoán dòng nhiệt ở thời điểm quá khứ, cần phải bổ sung thêm thông tin về nhiệt độ cổ (*paleo-temperature*). Nhiệm vụ bây giờ là kết hợp các bộ dữ liệu khác nhau này thành một mô hình dòng nhiệt gắn kết (*coherent*). Trong phạm vi nghiên cứu, nhóm tác giả không xem xét đến yếu tố sinh nhiệt và tại vị trí tính toán dòng nhiệt hiện tại (1D), giả định không có sự thay đổi nào về thạch học theo phương ngang.

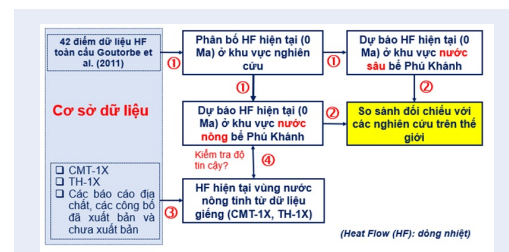
**Bước 1:** Xác định sự phân bố dòng nhiệt hiện tại ở khu vực nghiên cứu từ 42 giá trị dòng nhiệt hiện tại được chọn trong khoảng từ 108-115° Đông đến 10-15° Bắc trong bộ dữ liệu dòng nhiệt toàn cầu trong nghiên cứu của Goutorbe *et al.*<sup>12</sup>, được vẽ bằng kỹ thuật Kriging trong phần mềm Surfer 13. Dự báo dòng nhiệt hiện tại theo mặt cắt Tây Bắc – Đông Nam theo bản đồ phân bố dòng nhiệt, tương ứng với khu vực nước nông và khu vực nước sâu bể Phú Khánh.

**Bước 2:** So sánh đối chiếu với các nghiên cứu trên thế giới về dòng nhiệt hiện tại trong khu vực Biển Đông nói chung và thêm lục địa Việt Nam nói riêng.

**Bước 3:** Tính giá trị dòng nhiệt hiện tại trung bình từ dữ liệu giếng, được trình bày tại mục **Tính toán dòng nhiệt hiện tại từ dữ liệu giếng**.

**Bước 4:** Kiểm tra đối sánh kết quả dòng nhiệt hiện tại được từ dữ liệu giếng và từ bản đồ phân bố dòng nhiệt.

## Quy trình xác định sự phân bố dầu khí ở bể Phú Khánh



**Hình 2:** Quy trình xác định sự phân bố dầu khí ở bể Phú Khánh

Cơ sở dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu này gồm 42 điểm dữ liệu dòng nhiệt hiện tại trích xuất từ bộ dữ liệu dòng nhiệt toàn cầu của Goutorbe *et al.*<sup>12</sup> (Bảng 1). Bên cạnh đó, các báo cáo địa chất từ các giếng TH-1X và CMT-1X cũng được sử dụng để tính toán dòng nhiệt hiện tại tại giếng, nhằm kiểm tra độ tin cậy của các phân bố dòng nhiệt. Quy trình cụ thể được thực hiện qua các bước sau (Hình 2):

**Bảng 1: Dữ liệu dòng nhiệt từ 108°-115° đông đến 10°-15° bắc tổng hợp từ cơ sở dữ liệu Goutorbe et al. <sup>12</sup>**

STT	Kinh độ	Vĩ độ	Dòng nhiệt từ phương pháp tương tự (mW/m <sup>2</sup> )	Dòng nhiệt đo đạc (mW/m <sup>2</sup> )
1	108,5	15,5	75	
2	109,5	15,5	74	
3	110,5	15,5	73,4	
4	111,5	15,5	68,3	
5	112,5	15,5	76,5	
6	113,5	15,5	61,3	60,0901
7	114,5	15,5	67,8	
8	108,5	14,5	77,1	
9	109,5	14,5	77,9	
10	110,5	14,5	78,9	
11	111,5	14,5	64,7	64,2656
12	112,5	14,5	74,5	
13	113,5	14,5	56,2	56,1389
14	114,5	14,5	60,7	
15	108,5	13,5	74,4	
16	109,5	13,5	85	
17	110,5	13,5	85,7	
18	111,5	13,5	71,7	
19	112,5	13,5	84,9	
20	113,5	13,5	53,2	54,284
21	114,5	13,5	56,2	50,7556
22	108,5	12,5	78,6	
23	109,5	12,5	84,2	
24	110,5	12,5	85,8	
25	111,5	12,5	76,7	
26	112,5	12,5	64,4	
27	113,5	12,5	60,9	
28	114,5	12,5	64,6	
29	108,5	11,5	77,6	
30	109,5	11,5	66,8	
31	110,5	11,5	78,1	
32	111,5	11,5	77,1	
33	112,5	11,5	54,6	
34	113,5	11,5	67,8	
35	114,5	11,5	86,1	
36	108,5	10,5	76,9	
37	109,5	10,5	70,7	
38	110,5	10,5	74,5	
39	111,5	10,5	85,9	
40	112,5	10,5	89,1	
41	113,5	10,5	82,5	
42	114,5	10,5	77,6	
Giá trị trung bình (mW/m <sup>2</sup> )			73,2	57,1

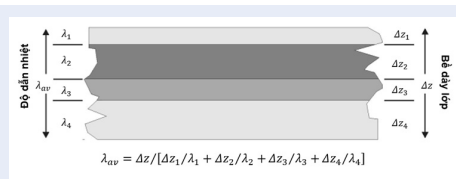
### Tính toán dòng nhiệt hiện tại từ dữ liệu giếng

Định luật dẫn nhiệt quy định rằng chênh lệch nhiệt độ giữa hai vị trí gây ra dòng nhiệt Q. Độ lớn của nó phụ thuộc vào độ dẫn nhiệt của vật liệu và khoảng cách giữa các vị trí này. Allen và Allen<sup>14</sup> sử dụng Định luật Fourier (Phương trình (1)) để mô tả các nguyên tắc cơ bản của dòng nhiệt dẫn. Dòng nhiệt (Q) có thể được tính như một hàm của gradient nhiệt và độ dẫn nhiệt như sau:

$$Q = -\lambda \cdot \frac{dT}{dy} \quad (1)$$

trong đó  $\lambda$  là một tính chất vật lý của môi trường gọi là độ dẫn nhiệt (W/m/K),  $\frac{dT}{dy}$  là gradient nhiệt (°C/km) và dấu “-” cho biết hướng của dòng nhiệt từ cao đến thấp. Lưu ý rằng  $Q < 0$  cho biết chiều tăng của nhiệt độ và  $Q > 0$  cho biết chiều giảm của nhiệt độ. Quy tắc tương tự cũng được áp dụng trong một khoảng độ sâu khảo sát nhất định. Dòng nhiệt trung bình trong một khoảng độ sâu nhất định là tích của gradient nhiệt trung bình độ dẫn nhiệt trung bình trong cùng khoảng độ sâu khảo sát.

Ước tính độ dẫn trung bình của đá hoặc thành hệ đòi hỏi phải lựa chọn mô hình pha trộn (*mixing laws*) mô tả đúng nhất hình dạng của nó. Độ dẫn nhiệt trung bình thường là giá trị trung bình harmonic của độ dẫn của tất cả các lớp trong khoảng độ sâu này. Mô hình trung bình điều hòa (*harmonic mean*) áp dụng cho các lớp nằm vuông góc với hướng của dòng nhiệt (Hình 3). Mô hình này mô tả tốt nhất một giếng thẳng đứng được khoan qua một chuỗi các địa tầng dưới ngang, trong đó mỗi lớp có độ dẫn nhiệt khác nhau.



**Hình 3:** Mô hình trung bình điều hòa trong trường hợp các lớp xếp theo chiều ngang (được chỉnh sửa từ nghiên cứu của Beardsmore, Cull<sup>15</sup>)

Quy trình tính toán dòng nhiệt tại giếng được minh họa trong Hình 4.

### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

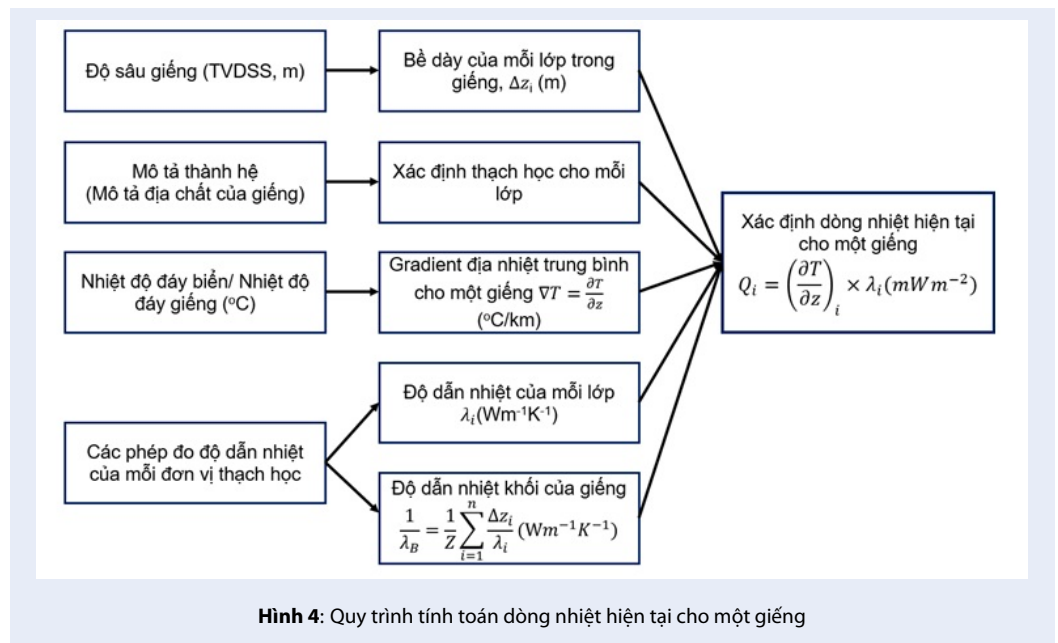
Hình 5a cho thấy sự phân bố dòng nhiệt hiện tại ở bể Phú Khánh với một số điểm nổi bật sau đây:

- Giá trị dòng nhiệt trong khu vực dao động trong khoảng từ 52-90 mW/m<sup>2</sup>. Giá trị trung bình là 73 mW/m<sup>2</sup>, có giá trị tương đối phù hợp với giá trị dòng nhiệt trung bình trong nghiên cứu của He *et al.*<sup>9</sup> với giá trị trung bình là 77 mW/m<sup>2</sup>;
- Giá trị dòng nhiệt được dự đoán cho giếng TH-1X và CMT-1X nằm trong khoảng 82-86 mW/m<sup>2</sup>. Dòng nhiệt vùng nước sâu bể Phú Khánh được dự đoán từ 58-72 mW/m<sup>2</sup>.

Rõ ràng, có thể thấy sự phân bố dòng nhiệt không đều trong khu vực. Dòng nhiệt cao ở phần địa hình nâng cao ở phía Tây Bắc bể Phú Khánh và thấp dần về phía vùng nước sâu ở phía Đông Nam của bể (Hình 5b). Phần nước sâu bể Phú Khánh có giá trị dòng nhiệt (58-72 mW/m<sup>2</sup>) thấp hơn vùng nước nông (78-86 mW/m<sup>2</sup>), điều này là do lớp trầm tích ở vùng nước sâu ở bể Phú Khánh có bề dày lên đến 10,000m, dày hơn rất nhiều so với các trầm tích có cấu trúc nhỏ cao ở phía giếng khoan TH-1X, CMT-1X (bề dày từ 2,000-3,000m), lớp trầm tích dày ở vùng nước sâu này có tác dụng như là chất cách nhiệt. Sự hiện diện của trầm tích dày có thể đã làm giảm đáng kể dòng nhiệt bề mặt, đặc biệt là ở trung tâm bồn; lớp trầm tích hoạt động như chất cách nhiệt ngăn nhiệt thoát ra ngoài bề mặt. Nghiên cứu Lucazeau và Le Douaran<sup>16</sup> đã chỉ ra rằng, hiệu ứng che phủ (*blanketing effect*) của lớp trầm tích có thể làm giảm đến 20-30% giá trị dòng nhiệt bề mặt.

Như vậy, khu vực bể Phú Khánh có dòng nhiệt bề mặt hiện tại tương đối cao. Bồn có tuổi đời tương đối trẻ (tuổi Kainozoi khoảng 35 triệu năm)<sup>17</sup>, điều này cho thấy hiện tượng dị thường nhiệt do thạch quyển mỏng đi chưa hoàn toàn kết thúc. Bể vẫn đang trải qua quá trình sụt lún nhiệt. Điều đáng nói là nó cần 80 triệu năm cho thạch quyển lấy lại trạng thái cân bằng nhiệt<sup>18</sup>. Đây có lẽ là một lý do khác để lý giải cho giá trị dòng nhiệt cao trong bể Phú Khánh.

Bên cạnh đó, có thể thấy rằng, xu hướng dòng nhiệt trong từng khoảng độ sâu ở cả 2 giếng TH-1X và CMT-1X là giống nhau cho các lớp địa tầng (Hình 6). Kết quả tính toán dòng nhiệt hiện tại trung bình từ dữ liệu giếng CMT-1X và TH-1X (Hình 6) lần lượt là 85.60 mW/m<sup>2</sup> và 83.20 mW/m<sup>2</sup>. Các giá trị này đều cho giá trị tương đối phù hợp với kết quả dự đoán từ việc Kriging 42 điểm dữ liệu trích xuất từ bộ dữ liệu dòng nhiệt toàn cầu trong nghiên cứu Goutorbe *et al.*<sup>12</sup>, với phần trăm sai số từ 2.4-3.0% (Bảng II). Trong khi đó, các kết quả dòng nhiệt hiện tại từ báo cáo của Santos<sup>19</sup> cho thấy sự chênh lệch đáng kể về dòng nhiệt so với dự đoán từ 42 điểm dữ liệu trích xuất từ bộ dữ liệu dòng nhiệt toàn cầu trong nghiên cứu Goutorbe *et al.*<sup>12</sup>, dẫn đến sai số 26-29% (Bảng 2).



**Bảng 2:** Phần trăm sai số giữa các tính toán dòng nhiệt (heat flow) hiện tại ( $mW/m^2$ )

Giếng	HF hiện tại tính toán trong từng khoảng độ sâu theo thành phần thạch học	HF hiện tại theo báo cáo của Santos <sup>19</sup>	HF hiện tại được dự đoán từ dữ liệu Goutorbe et al. <sup>12</sup> bằng kỹ thuật Kriging	Phần trăm chênh lệch giữa (1) và (3)	Phần trăm chênh lệch giữa (2) và (3)
	(1)	(2)	(3)		
CMT-1X	85,60	59,34	83,56	2,4%	29%
TH-1X	83,20	63,37	85,73	3,0%	26,1%

## KẾT LUẬN

Theo 42 điểm dữ liệu tổng hợp từ Goutorbe *et al.*<sup>12</sup>, phân bố dòng nhiệt hiện tại ở bể Phú Khánh tương đối cao từ 78-86  $mW/m^2$  ở vùng nước nông (phía Tây Bắc của bể) đến 58-72  $mW/m^2$  ở vùng nước sâu (phía Đông Nam bể). Điều này là do lớp trầm tích dày lên đến hơn 10,000 m ở vùng nước sâu bể Phú Khánh dẫn đến giá trị dòng nhiệt thấp hơn đáng kể so với vùng nước nông. Lớp trầm tích hoạt động như chất cách nhiệt ngăn nhiệt thoát ra ngoài bề mặt.

Giá trị dòng nhiệt trung bình hiện tại tính toán từ giếng TH-1X và CMT-1X lần lượt là 85.60  $mW/m^2$  và 83.20  $mW/m^2$ . Các giá trị này đều cho giá trị tương đối phù hợp với kết quả dự đoán từ việc Kriging 42 điểm dữ liệu trích xuất từ bộ dữ liệu dòng nhiệt toàn cầu trong nghiên cứu Goutorbe *et al.*<sup>12</sup>.

Bể Phú Khánh là bể trầm tích Kainozoi nên tuổi đời tương đối trẻ (khoảng 35 triệu năm), thạch quyển vẫn chưa đạt trạng thái cân bằng nhiệt từ sau giai đoạn

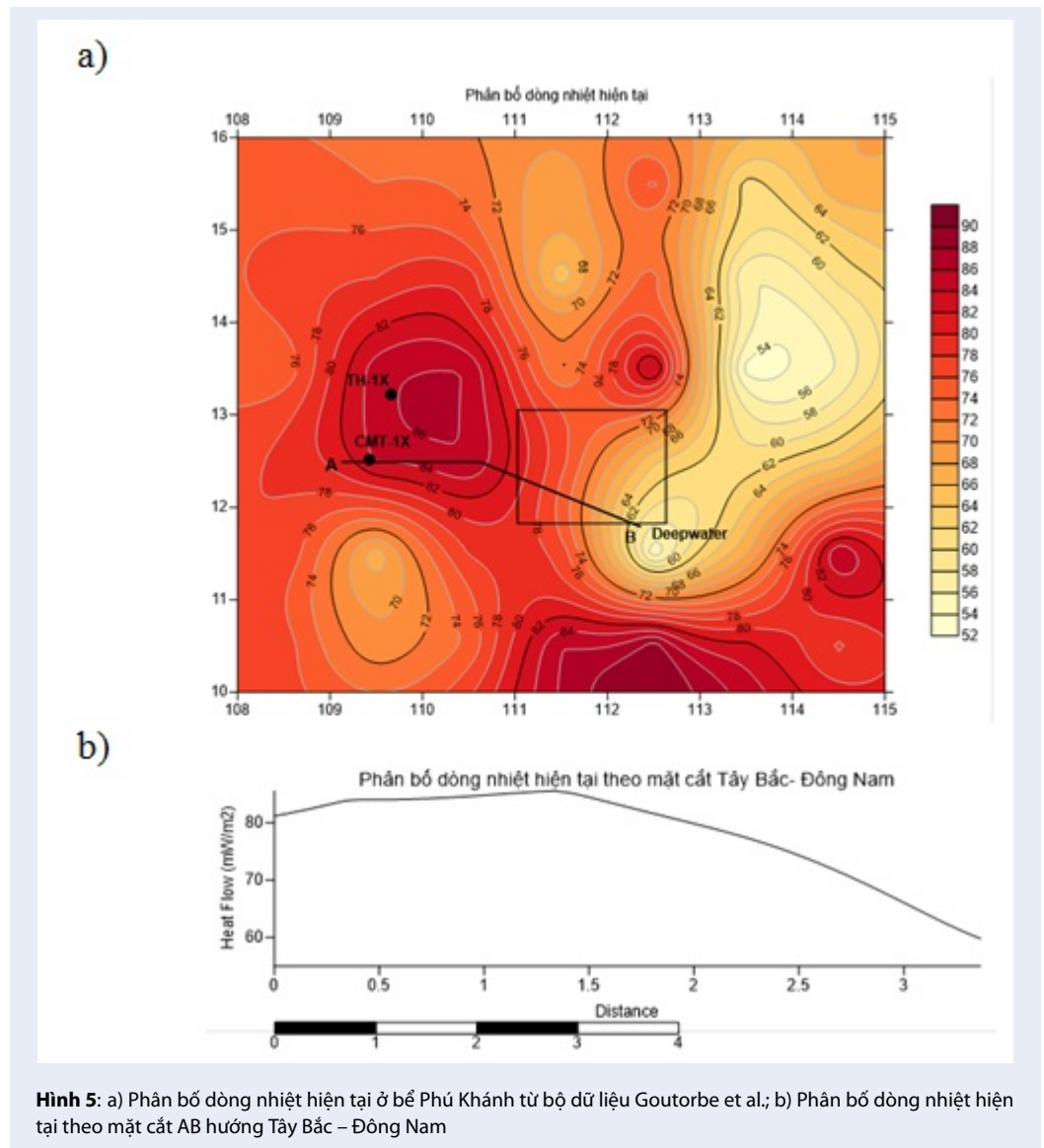
tách giãn Oligocene-Miocene sớm nên sụt lún nhiệt vẫn chưa hoàn toàn kết thúc. Điều này lý giải cho các giá trị dòng nhiệt hiện tại của bể vẫn còn khá cao.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam tài trợ, với mã số đề tài là NĐT.48.KR/18. Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian và phương tiện vật chất cho nghiên cứu này. Ngoài ra, chúng tôi rất cảm ơn sự hỗ trợ dữ liệu từ Tổng Công ty thăm dò và Khai thác Dầu Khí (PVEP).

## XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả tuyên bố rằng họ không có lợi ích tài chính cạnh tranh hoặc mối quan hệ cá nhân nào có thể ảnh hưởng đến công việc được báo cáo trong bài báo này.



**Hình 5:** a) Phân bố dòng nhiệt hiện tại ở bể Phú Khánh từ bộ dữ liệu Goutorbe et al.; b) Phân bố dòng nhiệt hiện tại theo mặt cắt AB hướng Tây Bắc – Đông Nam

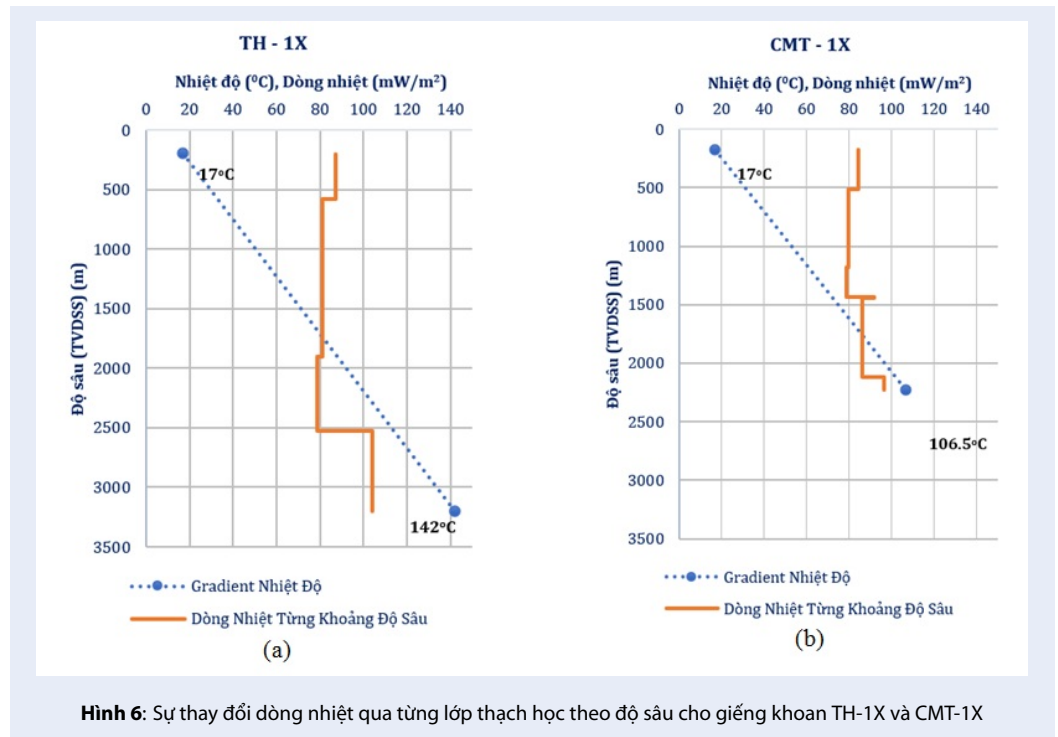
## ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nguyễn Xuân Huy: Định hướng nghiên cứu, thu thập dữ liệu, viết và chỉnh sửa bản thảo

Nguyễn Thị Thu Trang: trình bày phân tích dữ liệu, viết bản thảo.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Savva D, et al. Seismic evidence of hyper-stretched crust and mantle exhumation offshore Vietnam Tectonophysics, 608, 72-83. 2013; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2013.07.010>.
- Bojesen-Koefoed JA. Geochemical Characteristics of Oil Seepages from Dam Thi Nai, Central Vietnam: Implications for Hydrocarbon Exploration in The Offshore Phu Khanh Basin, Journal of Petroleum Geology, 28(1), 3-18. 2005; Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1747-5457.2005.tb00067.x>.
- Nguyen HT, et al. Modeling of petroleum generation in Phu Khanh Basin by Sigma-2D software. Petroviet. J., 10, 3-13. 2012;.
- Nguyen H. Geology and petroleum resources of Vietnam, Science and Technology Publishing House. 2007;.
- Tran TD, et al. Evolution of Geology Structural and Sedimentary Environment Change in Miocene of Phu Khanh Basin, VNU Journal of Sciences: Earth and Environmental Sciences. (1), -. 2019;35(1):71-93. Available from: <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4368>.
- Watanabe T. Heat flow in back-arc basins of the western Pacific. In Island arcs, deep sea trenches and back-arc basins. Am. Geophys. 1977;1:137-161. Available from: <https://doi.org/10.1029/ME001p0137>.
- Matsubayashi O, Nagao T. Compilation of heat flow data in Southeast Asia and its marginal seas. In Terrestrial heat flow and the lithosphere structure (pp. 444-456). Springer, Berlin, Heidelberg. 1991; Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-75582-8\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-642-75582-8_22).
- Madon MBH. Analysis of tectonic subsidence and heat flow in the Malay Basin (offshore Peninsular Malaysia). Geol. Soc. Malaysia, Bulletin. 1997;41:95-108. Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-75582-8\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-642-75582-8_22).



Hình 6: Sự thay đổi dòng nhiệt qua từng lớp thạch học theo độ sâu cho giếng khoan TH-1X và CMT-1X

doi.org/10.7186/bgsm41199709.

- He L, et al. Heat flow and thermal history of the South China Sea. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. 2001;126(3-4):211–220. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0031-9201\(01\)00256-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9201(01)00256-4).
- Li Y, et al. Heat flow and thermal evolution of a passive continental margin from shelf to slope-A case study on the Pearl River Mouth Basin, northern South China Sea. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2019;171:88–102. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2017.12.011>.
- Lucazeau F. Analysis and Mapping of an Updated Terrestrial Heat Flow Data Set. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2019;20(8):4001–4024. Available from: <https://doi.org/10.1029/2019GC008389>.
- Goutorbe B, et al. Global heat flow trends resolved from multiple geological and geophysical proxies. *Geophysical Journal International*. 2011;187(3):1405–1419. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2011.05228.x>.
- Hantschel T, et al. *Fundamentals of basin and petroleum systems modeling*. Springer Science & Business Media. 2009;
- Allen PA, Allen JR. *Basin analysis: Principles and application to petroleum play assessment*. John Wiley & Sons. 2013;
- Beardsmore GR, Cull JP. *Crustal heat flow - A guide to measurement and modelling*. Cambridge University Press . 2001; Available from: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511606021>.
- Lucazeau F. The blanketing effect of sediments in basins formed by extension: a numerical model. Application to the Gulf of Lion and Viking graben. *Earth and Planetary Science Letters*. 1985;74(1):92–102. Available from: [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(85\)90169-4](https://doi.org/10.1016/0012-821X(85)90169-4).
- Hoang VB, et al. Eastern Sea Spreading and The Development of Phu Khanh Basin: Updated from the results of new 2D seismic interpretation, *Vietnam Journal of Earth Sciences*. 2013;35(3):249–257.
- McKenzie D. Some remarks on the development of sedimentary basins. *Earth and Planetary science letters*. 1978;40(1):25–32. Available from: [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(78\)90071-7](https://doi.org/10.1016/0012-821X(78)90071-7).
- Santos's report. *Basin modelling and Hydrocarbon Charge in block 123, PhuKhanh basin*. 2010;



# Distribution of Present Heat Flow in the Phu Khanh Basin, Offshore Vietnam

Huy Nguyen Xuan<sup>1,2,\*</sup>, Trang Nguyen Thi Thu<sup>1,2</sup>



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

<sup>1</sup>Faculty of Geology and Petroleum Engineering, Ho Chi Minh University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>2</sup>Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

## Correspondence

**Huy Nguyen Xuan**, Faculty of Geology and Petroleum Engineering, Ho Chi Minh University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

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

Email: nxhuy@hcmut.edu.vn

## History

- Received: 31-5-2021
- Accepted: 20-9-2021
- Published: 05-11-2021

DOI: 10.32508/stdjet.v4iS13.851



## Copyright

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



## ABSTRACT

This study aims to determine the distribution of present heat flow in the Phu Khanh basin from shallow water to deep water throughout the basin. The results from 42 present heat flow data points extracted from the global heat flow database by Goutorbe *et al.* (2011) indicated that there is an uneven distribution of the present heat flow in the research area. Heat flow accumulation in uplift structures in the north-west direction (78 - 86 mW/m<sup>2</sup>) of the Phu Khanh basin is usually higher than in trenches or deep depressions in the south-east direction of the basin (58 - 72 mW/m<sup>2</sup>). This is due to the sediment layer up to more than 10,000m thick in the deep water of the Phu Khanh basin. As a result, heat flow values in deep water are significantly lower than in shallow water of the Phu Khanh basin. The thick sediment layer acts as an insulator that prevents heat flow from escaping to the surface. The mean values of present heat flow calculated from wells TH - 1X and CMT - 1X are 85.60 mW/m<sup>2</sup> and 83.20 mW/m<sup>2</sup> respectively. These values are relatively consistent with the predicted results from Kriging 42 data points extracted from the global heat flow data set in the study of Goutorbe *et al.* (2011). The high present heat flow values can be explained by the fact that the Phu Khanh basin is still experiencing thermal subsidence because of its relatively young age (approximately 35 million years). This basin has not yet regained its thermal equilibrium value after the Early Oligocene - Miocene extension stage, so the present heat flow value is still high in this basin.

**Key words:** present heat flow, surface heat flow, Phu Khanh Basin

Cite this article : Xuan H N, Thu T N T. Distribution of Present Heat Flow in the Phu Khanh Basin, Offshore Vietnam. *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 4(S13):SI184-SI192.