

# Một số kết quả đánh giá tiềm năng năng lượng của các nguồn địa nhiệt triển vọng ở vùng trung du và miền núi phía Bắc Việt Nam

Trần Trọng Thắng<sup>1,\*</sup>, Vũ Văn Tích<sup>2</sup>, Đặng Mai<sup>2</sup>,  
Hoàng Văn Hiệp<sup>2</sup>, Phạm Hùng Thanh<sup>1</sup>, Phạm Xuân Ánh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản - Bộ Tài nguyên & Môi trường

<sup>2</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,

334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

<sup>3</sup>Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

Nhận ngày 05 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 24 tháng 9 năm 2016; chấp nhận đăng ngày 28 tháng 10 năm 2016

**Tóm tắt:** Trên cơ sở các nghiên cứu địa hóa dung dịch nhiệt và điều kiện địa chất ở khu vực các nguồn địa nhiệt, áp dụng các phương pháp tính toán năng lượng tự nhiên và tiềm năng phát điện địa nhiệt ban đầu đã cho phép đi đến một số kết luận sau đây: Trong tổng số 164 nguồn địa nhiệt ở vùng trung du và miền núi phía bắc Việt Nam có tới 18 nguồn có thể cho phép ứng dụng năng lượng tự nhiên trực tiếp và khai thác năng lượng ở bồn chứa dưới sâu cho mục đích phát điện. Từ các số liệu về nhiệt độ trên bề mặt và lưu lượng nước nóng xuất lộ tự nhiên của các nguồn địa nhiệt này cho phép tính được lượng năng lượng lãng phí khi không ứng dụng là 8.960 tấn/năm. Với nhiệt độ sâu dưới bồn chứa xác định theo phương pháp nhiệt kế địa hóa học đạt từ 136°C đến 170°C, các nguồn địa nhiệt này có thể cho phép xây dựng các nhà máy điện địa nhiệt có công suất từ 4,2 MWe đến 17,4 MWe và tổng công suất của 18 nguồn địa nhiệt triển vọng này ước tính vào khoảng 170 MWe.

*Từ khóa:* Năng lượng tự nhiên, địa nhiệt, địa nhiệt kể, vùng trung du và miền núi, công suất phát điện.

## 1. Giới thiệu chung

Năng lượng địa nhiệt đã được khai thác sử dụng trong hai lĩnh vực: 1) sử dụng trực tiếp được phổ biến rộng rãi từ lâu đời; 2) Phát điện. Ở gần nước ta các nước có công suất phát điện địa nhiệt lớn như - Nhật Bản, Indonesia, Phillipine, trong đó Philipine là nước có công suất phát điện từ địa nhiệt cao nhất: 1.930 MW [1] chiếm 20% năng lượng điện quốc gia. Trung Quốc có công suất lắp đặt phát điện 28 MWe,

nhưng ứng dụng trực tiếp năng lượng địa nhiệt lại cao nhất thế giới: 17.870 MWt [2]. Ở Việt Nam, năng lượng địa nhiệt mới chỉ sử dụng trực tiếp với công suất lắp đặt là 31,2 MWt, cho các mục đích ngâm tắm, spa, vật lý trị liệu, làm muối tinh I-ốt [3].

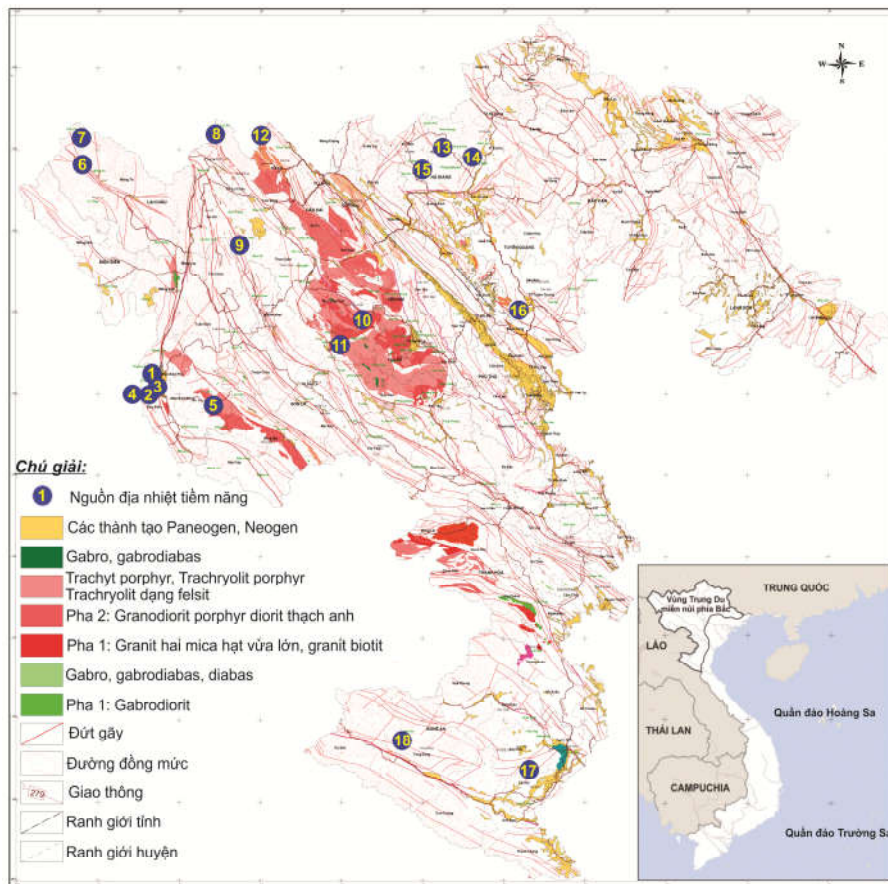
Khu vực Trung du miền núi phía Bắc Việt Nam với đặc trưng địa chất kiến tạo hiện đại đã được nhiều công trình nghiên cứu đề cập đến tuy nhiên đại đa số không đề cập tới tiềm năng khoáng sản nhiên liệu cũng như là tiềm năng địa nhiệt của khu vực [4]. Gần đây một số công trình nghiên cứu của các tác giả đã được công bố trong các báo cáo từ các dự án điều tra về

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-912208902  
Email: ttthang@yahoo.com

nước khoáng nóng, các kết quả nghiên cứu về địa nhiệt còn chưa được đề cập sâu [5, 6, 7]. Các nghiên cứu trên văn liệu quốc tế mới đây bước đầu cho thấy các nguồn địa nhiệt ở khu vực trung du miền núi phía Bắc có tiềm năng cho ứng dụng khai thác năng lượng. Theo Muraokal, (2008) [8] với nhiệt độ của một nguồn địa nhiệt > 53°C thì có thể sử dụng công nghệ Kalina để phát điện. Trên cơ sở đó, chúng tôi đã lựa chọn ra các nguồn nước xuất lộ có nhiệt độ >53°C để tính toán năng lượng tự nhiên mà nếu không khai thác thì nhiệt lượng của nguồn địa nhiệt này tỏa ra không khí xung quanh rất lãng phí. Trên thực tế, thông thường các nguồn địa nhiệt này cũng là những nguồn

có nhiệt độ bồn chứa khá cao (> 100°C), đủ để cho phát điện nhờ công nghệ Chu kỳ Nhị nguyên (Binary Cycle), vì thế chúng tôi đã sử dụng phương pháp ước tính công suất phát điện của Muffler, P. và Cataldi, R. (1978) [9] để tính cho các nguồn địa nhiệt này.

Trong tổng số 164 nguồn nước nóng xuất lộ ở khu vực nghiên cứu có tới hơn 18 nguồn có nhiệt độ trên mặt >53°C, nhưng do thiếu một số thông số cần thiết để tính toán năng lượng cũng như ước tính công suất phát điện nên chỉ 18 nguồn được lựa chọn để tính toán, 18 nguồn địa nhiệt này nằm trên địa phận các tỉnh Sơn La, Điện Biên, Lai Châu, Hà Giang, Tuyên Quang, Yên Bái, Lào Cai và Nghệ An (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ vị trí các nguồn địa nhiệt triển vọng trong cấu trúc địa chất gắn với cấu trúc địa nhiệt tiềm năng được đơn giản hóa từ các bản đồ Địa chất và Khoáng sản Việt Nam tỷ lệ 1/200.000 thuộc vùng trung du miền núi phía Bắc [20]. Các con số trong vòng tròn biểu thị các nguồn: 1- Pe Luông, 2-Na Hai, 3- Pom Lót/Uva, 4-Pa Thom, 5-Pa Bát, 6-Pác Ma, 7-La Si, 8-Sin Chải, 9-Nậm Cải, 10-Làng Sang, 11-Nậm Pặm, 12-Lũng Pô, 13-Bó Đướt, 14-Quảng Ngần, 15-Quảng Nguyên, 16-Mỹ Lâm, 17-Nam Ron, 18-Kim Đa.

## 2. Đặc điểm địa chất trẻ và tiềm năng địa nhiệt vùng trung du miền núi phía bắc

Theo các tờ bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam, khu vực trung du miền núi phía bắc (Hình 1) được đặc trưng bởi một nền địa chất tương đối phức tạp trong đó xuất hiện các đá có tuổi từ cổ (Arkei ~ 2,9 tỷ năm) đến trẻ (Neogen) và có thành phần rất đa dạng từ trầm tích, đến magma rồi biến chất [10].

Về mặt cấu trúc kiến tạo, khu vực này ghi nhận hai pha chuyển động kiến tạo mạnh, trong đó pha thứ nhất là hoạt động kiến tạo Indosinia, pha này làm gắn kết các đá của các thành tạo khác nhau kết nối lại với các thành tạo địa chất Nam Trung Hoa, tạo nên nền địa chất Việt Nam thông qua hai đới khâu Sông Chảy và đới khâu Sông Mã vào thời kỳ từ 250-230 triệu năm trước [11], [12]. Trong giai đoạn Kainozoi, nền địa chất Việt Nam bị phá hủy bởi các chuyển động kiến tạo Himalaya, tạo nên một cấu trúc địa chất rất trẻ [13].

Theo Tapponier và nnk, 1990, toàn bộ nền địa chất khu vực nghiên cứu đã bị tác động mạnh bởi hoạt động kiến tạo trẻ Himalaya theo hai giai đoạn khác nhau. Giai đoạn 1 đi với chuyển động trượt bằng trái và giai đoạn 2 đi với quá trình nghịch đảo kiến tạo minh chứng bằng quá trình trượt bằng phải [14]. Hoạt động trượt bằng phải, đặc trưng cơ bản liên quan đến pha kiến tạo này là quá trình biến dạng dồn đi với quá trình dập vỡ các thành tạo địa chất cổ hơn trong khu vực.

Đặc trưng địa chất địa nhiệt khu vực Trung du miền núi phía bắc, được thể hiện bởi ba yếu tố: magma xâm nhập, tái hoạt động đứt gãy và quá trình sụt lún nhanh tạo các bồn trầm tích có tiềm năng chứa dung dịch địa nhiệt (Hình 1). Hoạt động magma toàn vùng thể hiện bởi 04 trường magma lớn (Hình 1), có tuổi từ cổ đến trẻ. Các magma trẻ nhất có tuổi Neogen (đọc đới Đức gẫy Sông Hồng, hay phức hệ Yanshan) thậm chí đến Đệ Tứ như ở khu vực Điện Biên (đới A1) [15], một số thành tạo magma dọc theo đới Sông Mã. Các hệ thống đứt gãy kiến tạo và các phá hủy kiến tạo trong khu vực chủ yếu được tạo ra bởi các chuyển động Himalaya. Trong đó đặc trưng chủ yếu là chuyển động

trượt bằng trái và sau đó trượt bằng phải đi với biến dạng dồn. Hệ thống đứt gãy đi với chuyển động này có hướng Tây Bắc - Đông Nam. Mặt khác, hệ thống đới đứt gãy hướng Đông Bắc - Tây Nam có hướng dịch chuyển theo chiều ngược lại, tuy nhiên hệ thống này không phải là phổ biến ngoại trừ khu vực đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu. Sự giao thoa này tạo nên một số các bồn trũng lớn trong khu vực Tây Bắc đó là bồn trũng Điện Biên. Tại nơi đây hoạt động xuất lộ nước nóng địa nhiệt phân bố dày nhất. Yếu tố thứ ba là hệ thống bồn chứa trầm tích. Bồn trũng trầm tích lớn nhất trong khu vực là bồn Mường Thanh (bồn Điện Biên), tiếp đến là các trầm tích phân bố dọc theo đới đứt gãy Sông Hồng, tuy nhiên diện phân bố trầm tích không lớn, ngoại trừ khu vực đồng bằng Hà Nội.

Một trong những nguyên nhân tạo nên nguồn địa nhiệt tiềm năng trong khu vực chính là các thành tạo magma trẻ, hoạt động đứt gãy kiến tạo và các thành tạo trầm tích trẻ trong Kainozoi trở lại đây (hình 1). Nhìn chung hoạt động kiến tạo trẻ trong Kainozoi đóng vai trò quan trọng, trong đó tạo nên quá trình làm dập vỡ các đá vừa tạo nên các bồn trầm tích trong khu vực và đồng thời đóng vai trò là kênh dẫn dung dịch địa nhiệt đi từ lòng đất lên trên bề mặt, hoặc tạo nên quá trình đối lưu nhiệt để tạo nên các bồn địa nhiệt tiềm năng trong vùng trung du miền núi phía bắc. Minh chứng cho quá trình này là hoạt động địa chấn và sự xuất hiện các điểm xuất lộ nước khoáng nóng trong khu vực [7].

Sự có mặt của các điểm nước khoáng nóng dọc theo các thành tạo địa chất trong khu vực là rất khác nhau trên các nền đá khác nhau từ trầm tích cổ đến các thành tạo magma. Tuy nhiên có một điểm chung là hầu hết các điểm nước khoáng nóng này đều liên quan đến hoạt động địa chất kiến tạo trẻ, cụ thể là các điểm xuất lộ nước khoáng nóng đều nằm trên các đới dập vỡ kiến tạo trẻ. Tùy theo đặc điểm cấu trúc địa chất mà có những điểm xuất lộ địa nhiệt có dạng cấu trúc bồn và tiềm năng địa nhiệt khác nhau.

### 3. Đặc điểm hóa học dung dịch của các nguồn địa nhiệt

Thành phần hóa học dung dịch nhiệt có vai trò rất quan trọng trong nghiên cứu các nguồn địa nhiệt. Do đặc điểm quan trọng và đặc thù, công tác nghiên cứu hóa học dung dịch nhiệt cũng có những đặc điểm riêng, từ lúc lấy mẫu, xử lý mẫu ngoài thực địa, bảo quản và xử lý mẫu trong phòng thí nghiệm cho đến các phép phân tích. Việc nghiên cứu hóa học dung dịch nhiệt cho phép hiểu được đặc điểm của nguồn nước địa nhiệt như tính ăn mòn hay kết tủa. Nghiên cứu thành phần hóa học dung dịch nhiệt cho phép xác định được nguồn gốc, mức độ trưởng thành của nước địa nhiệt, phân loại nước địa nhiệt và nhiều đặc tính khác của nguồn địa nhiệt, dự báo nhiệt độ bồn chứa dưới sâu của nguồn địa nhiệt bằng các tính toán địa nhiệt kế hóa học.

Địa nhiệt kế hóa học sử dụng các công thức dựa vào hàm lượng của một số nhóm các nguyên tố trong dung dịch nhiệt. Cơ sở của phương pháp này là dựa vào tính chất hòa tan của các khoáng vật trong nước cũng như là phản ứng giữa các đá vây quanh với nước địa nhiệt (water-rock reaction) được kiểm chứng với số liệu thực tế ở nhiều mỏ địa nhiệt trên thế giới. Ở một nhiệt độ áp suất nào đó, khả năng hòa tan của khoáng vật hoặc phản ứng giữa khoáng vật hay đá vây quanh với nước là khác nhau. Địa nhiệt kế địa nhiệt được chia làm 2 nhóm:

-Thứ nhất địa nhiệt kế dựa vào sự phụ thuộc vào nhiệt độ và hàm lượng hòa tan các khoáng vật riêng biệt như là  $\text{SiO}_2$  (địa nhiệt kế Silica), theo đó có các địa nhiệt kế:

*Địa nhiệt kế Chalcedon:* Dựa vào mức độ hòa tan của  $\text{SiO}_2$  trong nước ở các nhiệt độ khác nhau. Khi đã biết hàm lượng của  $\text{SiO}_2$  trong nước địa nhiệt thì có thể tính được nhiệt độ của nguồn nước khi mà  $\text{SiO}_2$  hòa tan theo một số công thức thực nghiệm của:

Arnorsson và nnk, 1983 [16]:  $T(^{\circ}\text{C}) = 1112/\{4,91 + \log(\text{SiO}_2)\} - 273,15$

Fournier, 1977 [17]:  $T(^{\circ}\text{C}) = 731/\{4,52 + \log(\text{SiO}_2)\} - 273,15$

*Địa nhiệt kế Thạch anh:* Địa nhiệt kế thạch anh được xây dựng theo các yếu tố: (1) Dung

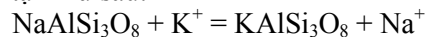
dịch có cân bằng thạch anh với môi trường xung quanh trong bồn nhiệt; (2) Áp suất ảnh hưởng lên độ hoà tan của thạch anh gần với áp suất của nước ở nhiệt độ  $374^{\circ}\text{C}$ ; (3) Không có sự hoà trộn giữa nước nóng và nước lạnh trong quá trình đi lên. Công thức tính nhiệt độ theo địa nhiệt kế thạch anh trong điều kiện không mất hơi.

$$T^{\circ}\text{C} = 1309/(5,19 + \log S) - 273,15$$

Trong đó S là hàm lượng silic tính theo mg/kg.

Thứ hai địa nhiệt kế dựa vào các phản ứng trao đổi phụ thuộc vào nhiệt độ. Các phản ứng này bao gồm ít nhất 2 khoáng vật và dung dịch nước nóng, vì thế cố định các tỷ số của các thành phần hòa tan thích hợp ví dụ các ion hòa tan, ta có:

*Địa nhiệt kế cation:* Địa nhiệt kế cation dựa trên các phản ứng trao đổi ion trong đó các hằng số cân bằng phụ thuộc vào nhiệt độ. Ví dụ, sự trao đổi  $\text{Na}^+$  và  $\text{K}^+$  giữa các felspat kiềm tồn tại như sau:



Hệ số cân bằng  $K_{\text{eq}}$  cho phương trình này là:

$$K_{\text{eq}} = \text{Na}/\text{K}$$

Phương trình trên có thể viết thành:  $K_{\text{eq}} = [\text{KAlSi}_3\text{O}_8][\text{Na}^+]/[\text{NaAlSi}_3\text{O}_8][\text{K}^+] - 273,15$

Trong đó Na và K là các phân tử lượng của các ion tương ứng. Nồng độ của các hợp phần hòa tan cũng được thể hiện bởi các đơn vị khác như: đương lượng gam, ppm hoặc mg/kg với  $K_{\text{eq}}$  thay đổi tương ứng. Đối với sự trao đổi ion giữa ion hoá trị 1 và hoá trị 2 như  $\text{K}^+$  và  $\text{Mg}^{++}$  thì  $K_{\text{eq}}$  được tính:

$$K_{\text{ep}} = \text{K}/\sqrt{\text{Mg}}$$

Sự thay đổi hằng số cân bằng theo nhiệt độ được xác định bằng phương trình Van't Hoff:

$$\log K_{\text{eq}} = (\Delta H^{\circ} / 2,303RT) + C$$

Trong đó:  $\Delta H$  là sự chênh lệch về nhiệt độ của dung dịch (cũng được gọi là enthalpy của phản ứng), T là nhiệt độ Kelvin, R là hằng số khí và C là hằng số tích hợp (-273.15).  $\Delta H$  thường thay đổi rất ít trong khoảng nhiệt độ  $0-300^{\circ}\text{C}$ .

Kết quả tính toán và luận giải nhiệt độ bồn địa nhiệt dưới sâu trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Nhiệt độ dưới bồn chứa địa nhiệt của 18 nguồn địa nhiệt tiềm năng vùng trung du miền núi phía Bắc [5, 18, 19]

Tt	Tên nguồn	Vị trí	Nhiệt độ trên mặt (°C)	Lưu lượng (l/s)	Nhiệt độ dưới bồn chứa (°C)
1	Pe Luông	Thanh Luông, Điện Biên	53,8	1,70	151,0
2	Na Hai	Sam Mứn, Điện Biên	78,0	3,00	170,0
3	Pom Lót/Uva	Uva, Điện Biên	74,0	0,80	162,0
4	Pa Thơm	Pa Thơm, Điện Biên	57,0	0,40	146,0
5	Pa Bát	Mường Luân, Điện Biên	61,5	0,10	143,0
6	Pác Ma	Mường Tè, Lai Châu	62,5	1,20	147,0
7	La Si	Mường Tè, Lai Châu	54,0	25,00	152,0
8	Sin Chải	Phong Thổ, Lai Châu	74,0	5,00	151,0
9	Nậm Cài	Sìn Hồ, Lai Châu	62,0	3,00	162,0
10	Làng Sang	Mù Căng Chải, Yên Bái	53,0	0,70	139,0
11	Nậm Păm	Mường La, Sơn La	55,5	0,80	139,0
12	Lũng Pô	Bát Xát, Lào Cai	53,0	3,00	136,0
13	Bó Đước	Vị Xuyên, Hà Giang	71,0	1,00	181,0
14	Quảng Ngần	Vị Xuyên, Hà Giang	62,0	5,00	170,0
15	Quảng Nguyên	Xín Mần, Hà Giang	56,0	5,00	144,0
16	Mỹ Lâm	Yên Sơn, Tuyên Quang	65,5	6,28	143,0
17	Nam Ron	Tân Kỳ, Nghệ An	57,0	1,00	138,0
18	Kim Da	Tương Dương, Nghệ An	73,5	1,00	163,0

#### 4. Trữ năng năng lượng và ước tính công suất phát điện

##### 4.1. Trữ năng năng lượng tự nhiên của suối nước nóng

Đối với mỗi nguồn địa nhiệt, tiềm năng năng lượng có thể khai thác được được chia ra làm hai loại:

- Năng lượng khai thác từ nguồn xuất lộ nước nóng tự nhiên: Nguồn năng lượng này khá thấp, đó là nhiệt của các suối nước nóng chảy tự nhiên và tỏa nhiệt vào môi trường không khí xung quanh.

- Năng lượng khai thác từ bồn địa nhiệt ở dưới sâu của nguồn nước nóng xuất lộ: Nguồn năng lượng này lớn song cần phải tiến hành điều tra, thăm dò phức tạp và chi phí tốn kém, vì thế trước khi đi sâu vào công tác thăm dò khai thác để phục vụ mục tiêu phát điện, người ta sử dụng các phương pháp ước tính công suất phát điện, để từ đó lập kế hoạch triển khai dự án thăm dò khai thác.

Theo “Các phương pháp đánh giá tài nguyên địa nhiệt khu vực” của Muffler, P. và Cataldi, R., 1978 [9]:

$$P = Q \times (T - T_0) \times C_x,$$

Trong đó: P - Năng lượng nhiệt (KJ/s); Q - Lưu lượng của suối nước nóng (l/s); T - Nhiệt độ suối nước nóng (°C); T<sub>0</sub> - Nhiệt độ không khí (25 °C); C<sub>x</sub> - Nhiệt dung riêng của nước (kJ/kg.K).

Theo phương trình năng lượng tiêu chuẩn : (Tấn/năm) = (P x 365x 24 x 3,600)/(7,000 x 4,19 x 10<sup>3</sup>). Năng lượng tiêu chuẩn được tính bằng cách sử dụng năng lượng tự nhiên có thể khai thác được. Nhiệt độ đầu ra là: 30°C.

Áp dụng công thức trên, kết quả tính toán được thể hiện ở bảng 2:

Từ kết quả này cho thấy nếu không khai thác nhiệt ở 18 nguồn địa nhiệt trên thì hàng năm chúng ta lãng phí mất 8.961 tấn năng lượng. Trong đó lãng phí nhất là nguồn La Si ở Mường Tè, Lai Châu 2.703 tấn/năm.

Bảng 2. Kết quả tính toán trữ năng tự nhiên các nguồn địa nhiệt triển vọng ở vùng trung du và miền núi phía Bắc

Tt	Tên nguồn	Vị trí	Nhiệt độ trên mặt (°C)	Lưu lượng (l/s)	Nhiệt lãng phí (KJ/s)	Nhiệt có thể thu được với nhiệt độ đầu ra 30°C (KJ/s)	Năng lượng tiêu chuẩn với nhiệt độ đầu ra 30°C (tấn/năm)
1	Pe Luông	Thanh Luông, Điện Biên	53,8	1,7	205,14	169,53	182,28
2	Na Hai	Sam Mứn, Điện Biên	78,0	3,0	666,21	603,36	648,74
3	Pom Lót/Uva	Uva, Điện Biên	74,0	0,8	164,25	147,49	158,58
4	Pa Thơm	Pa Thơm, Điện Biên	57,0	0,4	53,63	45,25	48,66
5	Pa Bát	Mường Luân, Điện Biên	61,5	0,1	21,41	18,48	19,87
6	Pác Ma	Mường Tè, Lai Châu	62,5	1,2	188,55	163,41	175,70
7	La Si	Mường Tè, Lai Châu	54,0	25,0	3.037,75	2.514,00	2.703,09
8	Sin Chải	Phong Thổ, Lai Châu	74,0	5,0	1.026,55	921,80	991,13
9	Nậm Cài	Sìn Hồ, Lai Châu	62,0	3,0	465,09	402,24	432,49
10	Làng Sang	Mù Căng Chải, Yên Bái	53,0	0,7	82,12	67,46	72,53
11	Nậm Păm	Mường La, Sơn La	55,5	0,8	102,24	85,48	91,90
12	Lũng Pô	Bát Xát, Lào Cai	53,0	3,0	351,96	289,11	310,85
13	Bó Đước	Vị Xuyên, Hà Giang	71,0	1,0	192,70	171,80	207,80
14	Quảng Ngần	Vị Xuyên, Hà Giang	62,0	5,0	775,20	670,40	810,90
15	Quảng Nguyên	Xín Mần, Hà Giang	56,0	5,0	649,50	544,70	658,90
16	Mỹ Lâm	Yên Sơn, Tuyên Quang	65,5	6,3	1.065,70	934,10	1.129,90
17	Nam Ron	Tân Kỳ, Nghệ An	57,0	1,0	134,08	113,13	121,64
18	Kim Da	Tương Dương, Nghệ An	73,5	1,0	203,22	182,27	195,97
Tổng cộng					9.385,30	8.044,01	8.960,93

#### 4.2. Công suất phát điện của các nguồn địa nhiệt triển vọng ở vùng trung du và miền núi phía Bắc

Để tính được công suất phát điện trước hết người ta tính trữ lượng nhiệt tích trữ trong bồn địa nhiệt. Theo Muffler, P. và Cataldi, R., 1978, nhiệt lượng được tích trữ ở bồn chứa phải bằng tổng của nhiệt chứa trong đá bồn chứa và nước địa nhiệt trong bồn chứa và được tính theo công thức như sau:

$$Q = Ah \{ [C_r \rho_r (1 - \varphi) (T_i - T_f)] + [\rho_{wi} \varphi S_w (h_{wi} - h_{wf})] \}$$

nhiệt trong đá                      nhiệt trong nước

Trong đó: Q = nhiệt tích giữ (kJ); A = Diện tích của bồn chứa (m<sup>2</sup>); h = Bề dày trung bình của bồn chứa (m); C<sub>r</sub> = Nhiệt dung riêng của đá ở bồn chứa (kJ/kgK); T<sub>i</sub> = Nhiệt độ trung bình lúc ban đầu của bồn chứa (°C); T<sub>f</sub> = Nhiệt độ cuối hệ thống (°C); φ = Độ rỗng của đá;

S<sub>w</sub> = Độ bão hòa nước trong bồn chứa; h<sub>wi</sub>, h<sub>wf</sub> = Nhiệt thế - Enthalpy của nước ở cửa vào và ra của hệ thống (kJ/kg); ρ<sub>r</sub>, ρ<sub>wi</sub> = Mật độ đá và nước ở nhiệt độ bồn chứa (kg/m<sup>3</sup>).

Những thông số trên được lấy từ các công tác lập bản đồ địa chất, các nghiên cứu địa hóa, các khảo sát địa vật lý (điện trở suất, khảo sát hồng ngoại, tài liệu địa chấn, từ, trọng lực), nhiệt độ nước ngầm, dòng nhiệt và các kết quả khoan thăm dò [20]. Các dữ liệu này có giá trị trong việc đánh giá sự phân bố của các thông số đầu vào. Các thông số khác như độ rỗng, mật độ đá, nhiệt dung riêng của dung dịch và đá được lấy từ tài liệu đo và phân tích mẫu từ các giếng khoan, hoặc tham khảo các thành tạo địa chất tương tự khác hoặc từ các đặc điểm của bồn chứa và từ các sách tra cứu.

Do chưa có đầu tư cho công tác thăm dò, cho nên dựa trên những tài liệu về địa chất, đo tham số vật lý mẫu đá từ các công trình nghiên

cứu trước đây cũng như tham khảo các sách tra cứu đã lựa chọn các giá trị sau cho các tham số để đánh giá trữ lượng nhiệt cho các nguồn nhiệt ở vùng trung du và miền núi phía Bắc Việt Nam như sau:  $A = 2.500.000 \text{ (m}^2\text{)}$ ;  $h = 2 \text{ m}$ ;  $C_r =$  khoảng  $0,8 \text{ kJ/kgK}$ ;  $T_i =$  theo các tính toán địa nhiệt kể ở bảng 1 ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_f = 90^{\circ}\text{C}$ ;  $\phi = 8\%$ ;  $S_w = 100\%$ ;  $R_f = 20\%$ ;  $n_c = 7,5\%$ ;  $F = 95\%$ .

Sau khi tính được trữ lượng nhiệt ở bồn chứa, cho phép chúng ta tính toán công suất nhà máy điện địa nhiệt nhờ sử dụng công thức của Muffler, P. và Cataldi, R., 1978:

$$E = (Q R_f n_c) / (FL)$$

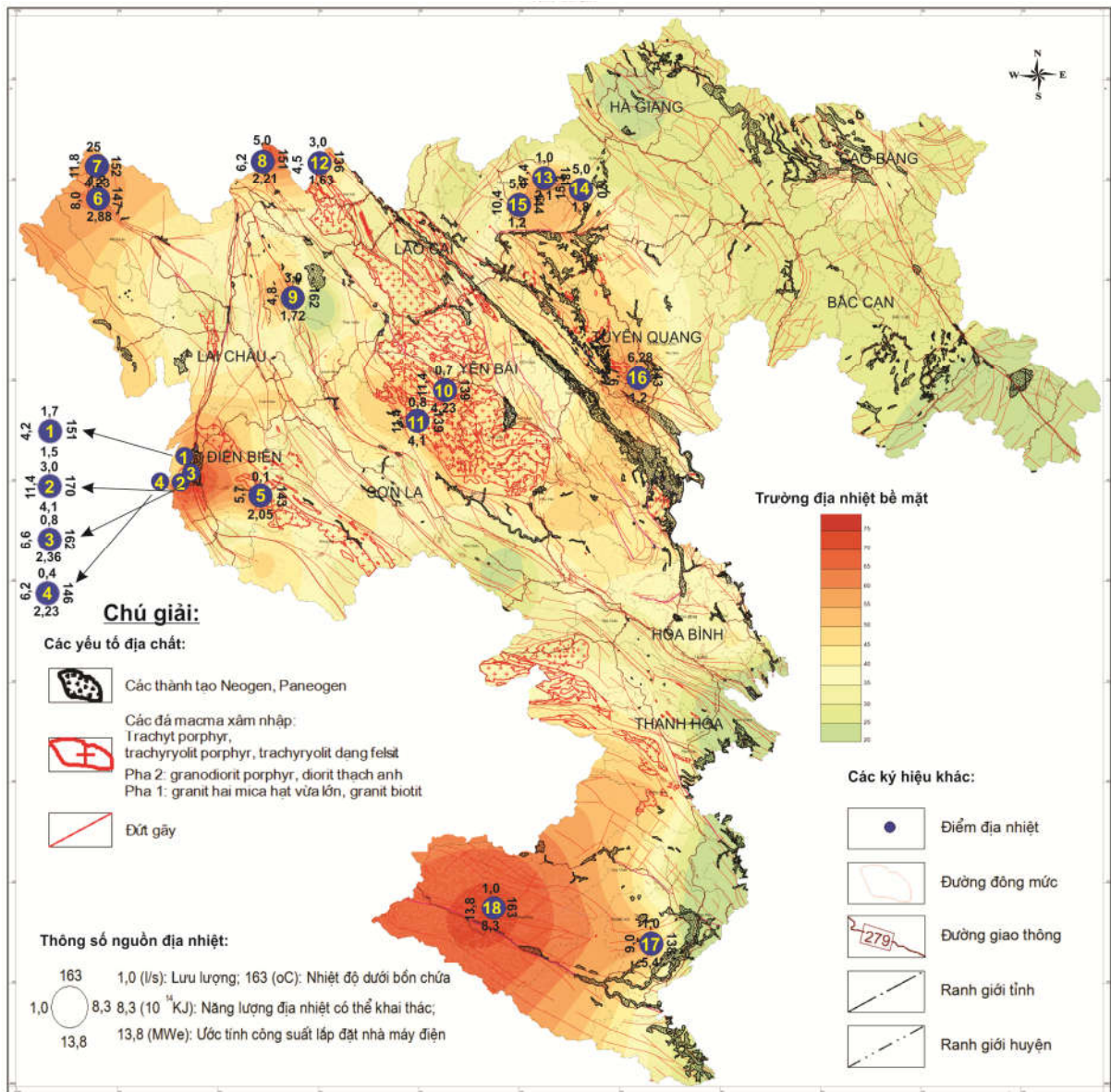
Trong đó:  $R_f$  - Hệ số thu hồi để xác định lượng nhiệt tích trữ mà có thể khai thác được. Hệ số thu hồi được tính ở đây là 2,5 lần không gian rỗng với giới hạn trên là 50%. Theo thống

kê trên thế giới thường là 20 đến 25%;  $n_c$  - Hệ số chuyển đổi để chuyển nhiệt phục hồi sang điện năng. Thường được tính bằng 10% đối với các hệ địa nhiệt có chất lỏng chiếm ưu thế;  $L$  - Tuổi thọ nhà máy điện địa nhiệt thường được tính đến 30 năm;  $F$  - Hệ số công suất nhà máy, đối với nhiều nhà máy, hệ số này nằm giữa 90% và 95%. Đối với nhà máy sử dụng công nghệ Chu kỳ Nhị nguyên, hệ số này thường được tính bằng 95%.

Theo phương pháp ước tính đã trình bày ở trên, với các số liệu tổng hợp và các số liệu ước tính được cho phép tính toán về năng lượng và công suất các nguồn địa nhiệt có triển vọng ở vùng trung du miền núi phía Bắc của các điểm địa nhiệt như bảng 3.

Bảng 3. Kết quả ước tính công suất lắp đặt các nhà máy điện địa nhiệt triển vọng, vùng trung du miền núi phía Bắc

Tt	Tên nguồn	Vị trí	Nhiệt độ trên mặt ( $^{\circ}\text{C}$ )	Lưu lượng (l/s)	Nhiệt độ dưới bồn chứa ( $^{\circ}\text{C}$ )	Năng lượng địa nhiệt có thể khai thác ( $10^{14}$ KJ)	Ước tính công suất lắp đặt nhà máy điện (MWe)
1	Pe Luông	Thanh Luông, Điện Biên	53,8	1,70	151,0	1,50	4,20
2	Na Hai	Sam Mứn, Điện Biên	78,0	3,00	170,0	4,10	11,4
3	Pom Lót/Uva	Uva, Điện Biên	74,0	0,80	162,0	2,36	6,60
4	Pa Thom	Pa Thom, Điện Biên	57,0	0,40	146,0	2,23	6,20
5	Pa Bát	Mường Luân, Điện Biên	61,5	0,10	143,0	2,05	5,70
6	Pác Ma	Mường Tè, Lai Châu	62,5	1,20	147,0	2,88	8,00
7	La Si	Mường Tè, Lai Châu	54,0	25,00	152,0	4,23	11,8
8	Sìn Chải	Phong Thổ, Lai Châu	74,0	5,00	151,0	2,21	6,20
9	Nậm Cài	Sìn Hồ, Lai Châu	62,0	3,00	162,0	1,72	4,80
10	Làng Sang	Mù Căng Chải, Yên Bái	53,0	0,70	139,0	4,23	11,8
11	Nậm Păm	Mường La, Sơn La	55,5	0,80	139,0	4,10	11,4
12	Lũng Pô	Bát Xát, Lào Cai	53,0	3,00	136,0	1,63	4,50
13	Bó Đước	Vị Xuyên, Hà Giang	71,0	1,00	181,0	2,10	17,4
14	Quảng Ngần	Vị Xuyên, Hà Giang	62,0	5,00	170,0	1,80	15,3
15	Quảng Nguyên	Xín Mần, Hà Giang	56,0	5,00	144,0	1,20	10,4
16	Mỹ Lâm	Yên Sơn, Tuyên Quang	65,5	6,28	143,0	1,20	9,70
17	Nam Ron	Tân Kỳ, Nghệ An	57,0	1,00	138,0	5,40	9,00
18	Kim Da	Tương Dương, Nghệ An	73,5	1,00	163,0	8,30	13,80
Tổng cộng						51,01	168,1



Hình 2. Bản đồ địa nhiệt tiềm năng tỷ lệ 1/200.000 khu vực trung du miền núi phía Bắc. Các thông số xung quanh vòng tròn biểu thị công suất ước tính lắp đặt nhà máy phát điện theo tính toán tại bảng 3. Các con số trong vòng tròn biểu thị các nguồn: 1- Pe Luông, 2-Na Hai, 3- Pom Lót/Uva, 4-Pa Thơm, 5-Pa Bát, 6-Pác Ma, 7-La Si, 8-Sin Chải, 9-Nậm Cài, 10-Làng Sang, 11-Nậm Pặm, 12-Lũng Pô, 13-Bó Đuốt, 14-Quảng Ngần, 15-Quảng Nguyên, 16-Mỹ Lâm, 17-Nam Ron, 18-Kim Đa.

Các kết quả tính toán nêu tại bảng 3 trong khu vực trung du miền núi phía Bắc cho các nguồn địa nhiệt khác nhau cho phép một số nhận định và thảo luận như sau:

- Tổng số năng lượng địa nhiệt có thể khai thác là  $51,01 \times 10^{14}$  KJ, với năng lượng địa nhiệt có thể khai thác ở các điểm khác nhau trong 18 điểm nêu trên trong bảng 3, qua đó



thấy rằng nguồn Kim Đa, Tương Dương, Nghệ An là cao nhất và các nguồn địa nhiệt Quảng Nguyên và Mỹ Lâm là thấp nhất. Với Dù vậy do vị trí địa lý của các nguồn, chúng đang được khai thác cho các hoạt động dịch vụ sử dụng năng lượng bên cạnh khai thác nước khoáng. Với tổng số năng lượng và chỉ số năng lượng của các nguồn năng lượng này là cơ sở để các địa phương và doanh nghiệp biết và định hướng khai thác cho các mục đích khác nhau như phục vụ sấy khô nông sản, sưởi ấm, chữa bệnh bằng tắm khoáng nhiệt độ cao và sông hơi tự nhiên.

- Tổng số công suất có thể phát triển điện năng trong toàn khu vực nghiên cứu ước tính là 168,1 MWe. Trong đó nguồn địa nhiệt có công suất phát điện năng cao nhất là điểm Bó Đước (Hà Giang), trong khi nguồn địa nhiệt có công suất thấp nhất là Pe Luông (Điện Biên). Chi tiết cho từng nguồn được trình diễn trong bảng 3. Với các kết quả tính toán này, đây là cơ sở quan trọng cho việc định hướng khai thác năng lượng cho phát triển điện năng của doanh nghiệp và các địa phương cho mục tiêu phát điện. Để có bức tranh về tiềm năng công suất phát điện trong khu vực, tập thể tác giả thành lập bản đồ trường địa nhiệt tiềm năng với công suất ước tính cho các điểm địa nhiệt trong toàn khu vực nghiên cứu trong Hình 2.

## 5. Kết luận

Trên cơ sở kết quả tính toán về công suất phát điện (bảng 3) từ kết quả tính toán nhiệt độ bồn của 18 nguồn địa nhiệt (bảng 1), kết hợp phân tích các yếu tố cấu trúc địa chất tại vùng nghiên cứu và tại các vị trí nguồn địa nhiệt cụ thể, cho phép chúng ta có một số nhận xét về triển vọng phát triển các nhà máy phát điện địa nhiệt trong vùng nghiên cứu như sau:

Áp dụng phương pháp địa nhiệt kế cho các nguồn nước nóng xuất lộ trong vùng nghiên cứu đã dự báo được nhiệt độ bồn chứa của 18 nguồn địa nhiệt có tiềm năng khai thác cho mục đích phát điện.

Với nhiệt độ nguồn tính được trong vùng trung du miền núi phía Bắc, việc khai thác năng lượng khu vực cho mục đích phát điện, chúng ta nên sử dụng công nghệ Chu kỳ Nhị Nguyên vừa đảm bảo khai thác được năng lượng từ nguồn địa nhiệt có nhiệt độ nguồn không cao, nhưng đồng thời lại bảo vệ môi trường do không thải nước nóng ra ngoài.

Bằng phương pháp ước tính công suất phát điện trên cơ sở công nghệ nhị nguyên thì tổng công suất phát điện ước tính của cả 18 nguồn là 170MWe. Trong đó, nguồn thấp nhất là 4,2 MWe (Pe Luông) và nguồn cao nhất là 17,4 MWe (Bó Đước). Tuy nhiên, để tiến hành thăm dò khai thác và tiến tới xây dựng nhà máy điện địa nhiệt thì cần phải đánh giá khả năng theo các điều kiện địa chất, kỹ thuật công nghệ thiết kế lắp đặt gắn với vị trí của từng nguồn địa nhiệt cụ thể.

Kết quả nghiên cứu này, mở ra cơ hội cho các nhà đầu tư, các nhà quản lý về nguồn năng lượng sạch trong tương lai, đồng thời cũng mở ra cơ hội cho việc áp dụng công nghệ sản xuất điện địa nhiệt hiện đang được phổ biến trên thế giới.

Nghiên cứu này cũng cho phép định hướng sử dụng nguồn năng lượng địa nhiệt gắn với các lợi ích khác ngoài việc phát điện, cụ thể như sấy khô nông sản, ngâm tắm chữa bệnh, spa, hoạt động du lịch... làm cơ sở cho việc liên kết để khai thác năng lượng đáp ứng yêu cầu thiếu hụt năng lượng hiện nay, đồng thời phục vụ phát triển kinh tế xã hội, góp phần phát triển bền vững vùng trung du miền núi phía Bắc.

## Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài “Nghiên cứu, đánh giá tổng thể tiềm năng các bồn địa nhiệt vùng Tây Bắc”, mã số KHCN-TB.01T/13-18. Tập thể tác giả xin gửi lời cảm ơn đến TS. Đoàn Văn Tuyên đã có những trao đổi khoa học quý báu trong quá trình nộp đăng bài.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Matek B., (2016), Annual U.S. & Global Geothermal Power Production Report, Geothermal Energy Association, USA, pp10.
- [2] Lund J.W and Voyd T.L., (2015), Direct Utilization of Geothermal Energy 2015 Worldwide Review, Proceedings World Geothermal Congress, Melbourne, Australia, pp2.
- [3] Nguyen, T.C., Cao D.G. and Tran T.T. (2005), General Evaluation of the Geothermal Potential in Vietnam and the Prospect of Development in the Near Future, Proceedings of the World Geothermal Congress, Turkey.
- [4] Tapponnier, P. R. Lacassin, P. H. Leloup, U. SchÄrer, Zhong dalai, Wu Haiwei, Liu Xiaohan, Ji Shaocheng, zhang lianshang, & zhong jiayou., 1990. The Ailao Shan/Red River metamorphic belt: Tertiary left-lateral shear between Indochina and South China. *Nature* 343, 431 – 437.
- [5] Cao D. G. et al, (2013), Research and Evaluation of the geothermal potential and geothermal utilization in socio-economic development in the North-eastern Vietnam, Project Report. Trung tâm Thông tin Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.
- [6] Võ Công Nghiệp và nnk., (1998), Danh bạ các nguồn nước khoáng và nước nóng Việt Nam. Chuyên khảo Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Bộ Công nghiệp xuất bản. Hà Nội, 300tr.
- [7] Vu V. T. and Tran T. T., (2015), Active Faults and Geothermal Potential in Vietnam: a Case Study in Uva Area, Dien Bien Phu Basin, Along Dien Bien -Lai Chau Fault. Proceedings World Geothermal Congress. Melbourne, Australia.
- [8] Muraokal H., et al., (2008), Development of a small and low temperature geothermal power generation system and its market ability in Asia. Proceedings of the 8th Asian Geothermal Symposium. Hanoi.
- [9] Muffler, P. and Cataldi, R. (1978), Methods for regional assessment of geothermal resources, *Geothermics*, Vol. 7, pp. 53-89.
- [10] Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Bản đồ Địa chất và Khoáng sản tỷ lệ 1/200.000, các tờ thuộc vùng trung du và miền núi phía Bắc.
- [11] Claude Lepvrier, Michel Faure, Van Nguyen, Vu Van Tich, Phuong Ta Hoa, (2011). North-directed Triassic nappes in Northeastern Vietnam (East Bac Bo). *Journal of Asian Earth Sciences* 41(1).
- [12] Michel Faure, Claude Lepvrier, Vuong Van Nguyen, Vu Van Tich, Zechao Chen., (2014). The South China block-Indochina collision: Where, when, and how? *Journal of Asian Earth Sciences* 79: 260–274 .
- [13] Oichi Osozawa, Nguyen Van Vuong, Vu Van Tich, John Wakabayashi (2015). Reactivation of a collisional suture by Miocene transpressional domes associated with the Red River and Song Chay detachment faults, northern Vietnam. *Journal of Asian Earth Sciences* 105.
- [14] Nguyễn Đình Xuyên, "Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền lãnh thổ Việt Nam". Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Nhà nước, 2004.
- [15] Françoise Roger, Marc Jolivet, Henri Maluski, Vu Van Tich, Vuong Nguyen Van., 2013. Emplacement and cooling of the Dien Bien Phu granitic complex: Implications for the tectonic evolution of the Dien Bien Phu Fault (Truong Son Belt, NW Vietnam). *Gondwana Research* 26(2).
- [16] Arnórsson, S., Gunnlaugsson, E., and Svavarsson, H. (1983), The chemistry of geothermal waters in Iceland III, Chemical geothermometry in geothermal investigations, *Geochim, Cosmochim, Acta*, 47, 567-577.
- [17] Fournier R.O., (1977), Chemical geothermometers and mixing models for geothermal systems, *Geothermics*, Vol. 5, 41-50.
- [18] Cao D. G. et al, (2003), Research and Evaluation of the geothermal potential and geothermal utilization in socio-economic development in the North Western Vietnam, Project Report. Trung tâm Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.
- [19] Cao D. G. et al, (1999), Research and Evaluation of the geothermal potential and geothermal utilization in socio-economic development in the North Central area of Vietnam, Project Report. Trung tâm Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.
- [20] Purevsuren Dorj, (2001), Design of small geothermal heating system and power generation for rural consumers in Mongolia, *Geothermal Training in Iceland*, pp. 27-57.

## Assessing the Power Generation Potential of Geothermal Prospects in the Midland and Mountain Areas of Northern Vietnam

Tran Trong Thang<sup>1</sup>, Vu Van Tich<sup>2</sup>, Dang Mai<sup>2</sup>,  
Hoang Van Hiep<sup>2</sup>, Pham Hung Thanh<sup>1</sup>, Pham Xuan Anh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources - Ministry of Natural Resources and Environment*

<sup>2</sup>*Faculty of Geology, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

<sup>3</sup>*Vietnam Oil and Gas Group*

**Abstract:** Base on the chemistry of thermal fluids and geological conditions in the geothermal areas, the methods of natural energy calculation have been applied for the geothermal resources in the midland and mountain regions of Northern Vietnam. Among 164 geothermal resources, there are 18 ones those can be directly applied for energy application and can be also developed for electric generation. The surface temperature and flow rate of geothermal water in the hot spring are used to calculate the natural thermal power that is waste heat if is not applied for human uses. The results show that it is 8,960 ton of waste heat annually. With the deep temperatures of reservoirs are varied from 136 °C to 170°C, these geothermal resources can be developed for electricity generation of the capacities from 4.2 MWe to 17.4 MWe. Total electric generation capacity from 18 geothermal prospects is estimated to be about 170 MWe.

**Keywords:** Natural thermal power, geothermal, geothermometer, midland and mountain region, electric generation capacity.