

NĂNG LƯỢNG ĐỊA NHIỆT: VAI TRÒ VÀ TÁC ĐỘNG ĐỐI VỚI SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG Ở VIỆT NAM

NGUYỄN THỊ TÂM THANH¹, LƯƠNG MINH THÁI², ĐỖ QUANG KHÁNH²

¹Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh, Việt nam,

²Trường Đại học Bách khoa – Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Việt nam;

nguyenthitamthanh@iuh.edu.vn, dqkhanh@hcmut.edu.vn

Tóm tắt. Năng lượng địa nhiệt là một nguồn năng lượng tự nhiên có sẵn trong lòng Trái đất. Nguồn năng lượng này có thể thay thế một phần các nhiên liệu hóa thạch. Sự triển khai sử dụng năng lượng địa nhiệt là một trong những giải pháp cần thiết để đáp ứng nhu cầu năng lượng ngày càng gia tăng và đảm bảo an ninh năng lượng ở Việt Nam.

Bài báo nhằm trình bày vai trò và tác động của năng lượng địa nhiệt nhằm góp phần phát triển năng lượng bền vững ở Việt Nam. Các kết quả nghiên cứu, thăm dò từ trước đến nay cho thấy có hơn 300 nguồn năng lượng địa nhiệt trong lãnh thổ Việt Nam với nhiệt độ từ 30°C đến 148°C. Mặc dù việc sử dụng năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam đã được nghiên cứu và áp dụng trong thời gian dài nhưng chủ yếu chỉ là để gia nhiệt, như phục vụ nông nghiệp, sản xuất muối, hoặc spa, du lịch, v.v... Cho đến nay, việc sử dụng các nguồn năng lượng địa nhiệt để tạo ra nguồn điện vẫn chưa được áp dụng và triển khai. Mục tiêu của bài báo này là phân tích, đánh giá khả năng sử dụng năng lượng địa nhiệt, góp phần làm đa dạng nguồn năng lượng tái tạo được sử dụng ở Việt Nam và tác động của nó đối với môi trường và xã hội. Ngoài ra, cũng đề xuất một số khuyến nghị trong việc khai thác các nguồn năng lượng địa nhiệt nhằm phát triển năng lượng bền vững ở Việt Nam.

Từ khóa. Năng lượng địa nhiệt, Tài nguyên, Phát triển bền vững.

ROLE AND IMPACT OF GEOTHERMAL ENERGY FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN VIETNAM

Abstract. Geothermal energy is a natural energy source available from the Earth that offers a sustainable alternative to fossil fuels. The development of geothermal energy is one of necessary solutions to meet the increasing energy demand and ensure the energy security in Vietnam. The paper aims to present the role and impact of geothermal energy for the sustainable development in Vietnam. The study results show that there are more than 300 geothermal energy sources in Vietnam territory with the temperatures from 30°C to 148°C. Although the geothermal utilization in Vietnam has been studied and applied for the long time, it is only for heating, such as agricultural heating, salt production, or spa, tourism, etc. Until now, the use of geothermal energy resources to generate electricity power plants is still not applied and deployed. This paper also considers and analyses main impacts of geothermal energy for the sustainable development in Vietnam towards the environment and society. Moreover, some recommendations are providing for enabling the exploitation of geothermal energy resources for the development sustainable development in Vietnam.

Keywords. Geothermal Energy, Resources, Sustainable Development.

1 GIỚI THIỆU

Năng lượng địa nhiệt là một trong những nguồn năng lượng không gây tác hại đến môi trường. Năm 2008, năng lượng địa nhiệt chiếm khoảng 0,1% nguồn cung cấp năng lượng cho toàn cầu. Theo dự đoán của các chuyên gia năng lượng vào năm 2050 nó có thể đáp ứng đến khoảng 3% nhu cầu điện năng và 5% nhiệt năng toàn cầu [1].

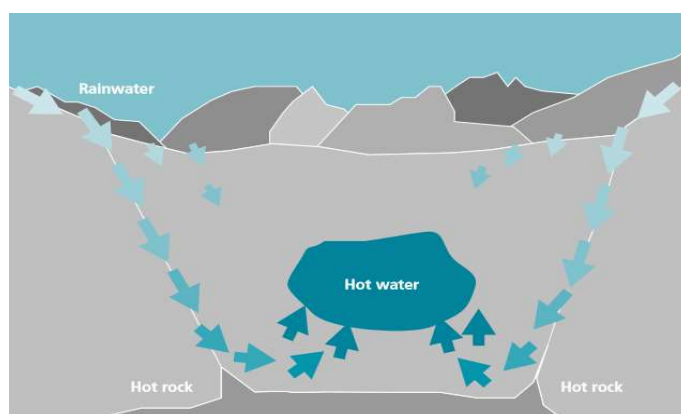
Ở Việt Nam, từ năm 1993 đến năm 1998, đã có hai dự án nghiên cứu và đánh giá tiềm năng địa nhiệt ở hai khu vực có tên là: "Nghiên cứu và đánh giá tiềm năng địa nhiệt trong lãnh thổ từ Quảng Nam - Đà Nẵng đến Bà Rịa - Vũng Tàu và "Nghiên cứu và đánh giá tiềm năng địa nhiệt ở miền Bắc của miền Trung

Việt Nam" [2]. Tuy nhiên, cho đến nay việc sử dụng địa nhiệt để sản xuất điện năng tại Việt Nam vẫn còn bỏ ngỏ.

Trong bài báo này, phân tích vai trò và tác động của năng lượng địa nhiệt đến sự phát triển kinh tế, xã hội ở Việt Nam sẽ được xem xét. Tiếp theo, sẽ tiến hành đánh giá tiềm năng địa nhiệt và cuối cùng là một số kết luận và khuyến nghị để có thể khai thác nguồn năng lượng địa nhiệt cho sự phát triển năng lượng bền vững ở Việt Nam.

2 CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN NĂNG LƯỢNG ĐỊA NHIỆT VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Năng lượng địa nhiệt là năng lượng có nguồn gốc từ nguồn nhiệt bên trong của trái đất. Lượng nhiệt này xuất phát từ sự hình thành ban đầu của hành tinh và từ sự phân rã phóng xạ của các khoáng chất. Năng lượng địa nhiệt có thể được tìm thấy ở độ sâu khác nhau, từ các vỉa chứa khá nông đến rất sâu (hình 1). Bởi vì nó là một nguồn năng lượng tái tạo, không gây ảnh hưởng đến biến đổi khí hậu nên năng lượng địa nhiệt được xem như là một trong những nguồn được lựa chọn thay thế cho nhiên liệu hóa thạch.



Hình 1. Sự hình thành một vỉa chứa địa nhiệt [3]

Sự hấp thu năng lượng mặt trời và cấu tạo vỏ trái đất tạo ra dòng nhiệt truyền vào trong lòng trái đất theo các hướng khác nhau. Những dòng nhiệt này sản sinh cả thế năng và động năng có thể được chuyển thành một gradient nhiệt độ đến các mảng vật chất khác. Năng lượng địa nhiệt là do việc chuyển đổi nhiệt năng từ mẫu lõi bên trong đến lớp vỏ của trái đất [4].

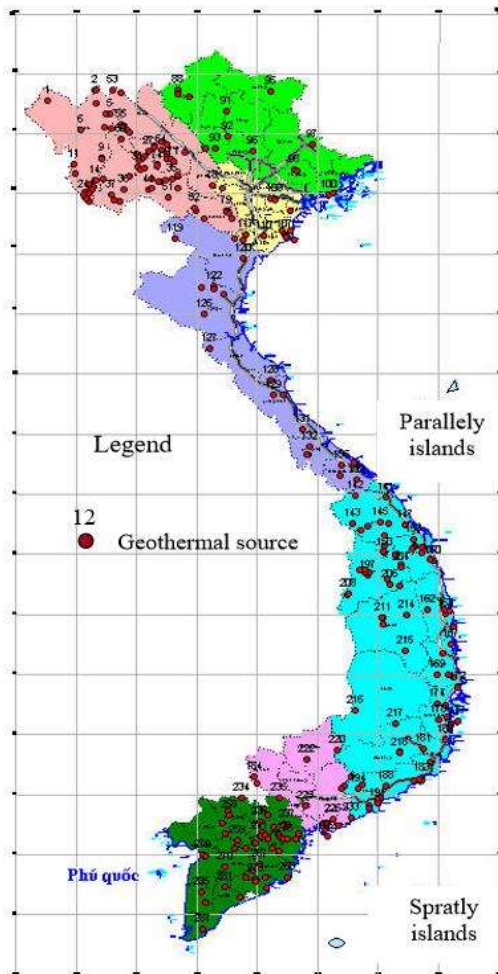
Phát triển năng lượng bền vững là một yêu cầu cấp thiết cho sự ổn định kinh tế, xã hội. Các thách thức của sản xuất điện năng hiện tại là cần phải giảm thiểu tác động có hại tới môi trường và sức khỏe con người đồng thời nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Minh chứng ở các nước công nghiệp phát triển, phát triển hệ thống năng lượng phải đảm bảo cho nền kinh tế hoạt động ổn định. Các lĩnh vực kinh tế từ sản xuất, kinh doanh, dịch vụ, nghiên cứu khoa học, v.v... không bị ảnh hưởng do thiếu hụt nguồn năng lượng. Khả năng tái sinh và duy trì năng suất của các nguồn năng lượng nói chung được xem là cần thiết nhưng không phải là một yêu cầu đủ để phát triển năng lượng bền vững [1].

3 ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG NĂNG LƯỢNG ĐỊA NHIỆT Ở VIỆT NAM

3.1 Sự phân bố các nguồn năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam

Các kết quả nghiên cứu cho thấy có hơn 300 nguồn năng lượng địa nhiệt đã được phát hiện trong lãnh thổ Việt Nam có nhiệt độ từ 30°C đến 148°C. Việt Nam được ước tính có tới 1.400 MW tiềm năng năng lượng địa nhiệt cho sử dụng trực tiếp và sản xuất điện [5].

Hình 2 cho thấy sự phân bố của các nguồn năng lượng địa nhiệt theo các khu vực địa lý trên lãnh thổ Việt Nam [2]. Các nguồn tài nguyên năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam có thể được phân loại thành các khu vực chính như sau:



Hình 2. Phân bố các nguồn địa nhiệt ở Việt Nam [2]

a. Tây Bắc Việt Nam

Khu vực này có số lượng lớn nhất của suối nước nóng địa nhiệt chiếm khoảng 29,4% trong số các nguồn tài nguyên địa nhiệt trong cả nước. Về tiềm năng địa nhiệt, đây là khu vực tiềm năng lớn thứ hai với công suất 107 MW và tổng năng lượng tự nhiên của các nguồn địa nhiệt là 13,5 kW. Các nguồn địa nhiệt phân bố ở phía tây của đồng bằng sông Hồng ở các tỉnh Lai Châu, Sơn La, Hòa Bình, Yên Bái, Lào Cai, Phú Thọ. Cần lưu ý rằng chúng xuất hiện dọc theo các hệ thống đứt gãy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam như thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Bản đồ các đứt gãy hoạt động chính ở Tây Bắc Việt Nam [6]

b. Đông Bắc Việt Nam

Chỉ có ba nguồn địa nhiệt có tiềm năng địa nhiệt tốt để khai thác năng lượng là: Bồ Lưới ở tỉnh Hà Giang, Mỹ Lâm ở tỉnh Tuyên Quang và Tam Hợp ở tỉnh Quảng Ninh với năng lượng dự đoán là 42,3 MW. Nguồn địa nhiệt Bồ Lưới ở xã Thượng Sơn, huyện Bắc Quang, tỉnh Hà Giang có nhiệt độ 71,5°C. Nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm ở tỉnh Tuyên Quang với nhiệt độ 64°C. Qua điều tra, thăm dò nước dưới đất dọc theo ven biển tỉnh Quảng Ninh đã phát hiện ra các suối nước nóng Quảng Hạnh và Tam Hợp. Ngoài ra, một số giếng riêng rẽ ở Nạ Rua, tỉnh Cao Bằng và La Hiên, tỉnh Thái Nguyên.

c. Bắc Trung bộ Việt Nam

Các nguồn địa nhiệt được tập trung ở các tỉnh Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế và Quảng Nam (hình 4). Dạng lộ thiên này bao gồm nhiều suối có nhiệt độ rất cao dao động từ 95°C đến 100°C với tổng lưu lượng khoảng 20 l/s. Một số nguồn khác cũng có nhiệt độ cao như Sơn Kim, tỉnh Hà Tĩnh với nhiệt độ 78°C, Thanh Tân, tỉnh Thừa Thiên Huế với nhiệt độ 68°C và Huyện Cô, tỉnh Quảng Trị với nhiệt độ 70°C.



Hình 4. Suối nước nóng Bàng, xã Kim Thủy, huyện Lệ Thủy, Quảng Bình [7]

d. Nam Trung bộ Việt Nam

Khu vực này có số lượng suối nước nóng địa nhiệt nhiều thứ hai. Đặc biệt, năng lượng địa nhiệt với nhiệt độ cao lộ thiên tại phía nam miền Trung được phân bố chủ yếu ở khu vực chuyên tiếp giữa các khu vực đồi núi và đồng bằng ven biển của tỉnh Quảng Ngãi, Khánh Hòa và Phú Yên, v.v... Nhiệt độ bề mặt cao hơn 70°C như Bình Châu, Hội Vân đến 83°C ở các tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, Bình Định. Đây là vùng có tiềm năng nhất với tổng năng lượng dự kiến là 127 MW có thể được khai thác để sử dụng nhiều mục đích [7]. Chúng phân bố liên kết giữa các đứt gãy sâu của sự đới hóa cấu trúc là các đứt gãy phụ song song và các đứt gãy trẻ của Vũng Tàu - Phan Rang.



Hình 5. Suối nước nóng Thạch Trụ Tây, xã Đức Lân, Mộ Đức, Quảng Ngãi [7]

e. Đồng bằng miền Bắc và miền Nam

Nguồn địa nhiệt ở khu vực này thuộc về các hồ chứa actezi đã được bao phủ bởi những lớp trầm tích Đệ tứ rất dày. Vì vậy, nước nóng có thể không được lộ thiên trên mặt đất. Chúng chỉ được phát hiện trong các giếng khoan, đặc biệt là các lỗ khoan sâu thăm dò dầu khí tại các tỉnh Thái Bình và Nam Định. Nhiệt độ các nguồn nước nóng thăm dò được là 100°C - 150°C ở độ sâu 1.000 - 3.000 m. Trong thềm lục địa, nhiệt độ cao nhất đo được ở độ sâu từ 300 - 4.300 m trong các giếng của bồn trũng sông Hồng là 179,8°C. Ở đồng bằng sông Cửu Long có các giếng sâu từ 400 - 4.500 m, với nhiệt độ cao nhất là 145°C.

3.2 Đánh giá tình trạng nghiên cứu năng lượng địa nhiệt hiện nay ở Việt Nam

Từ năm 1983, Cục Địa chất Việt Nam đã thiết lập một bản đồ của các nguồn tài nguyên nước nóng quốc gia với tiềm năng địa nhiệt tương ứng cho phép xác định và ưu tiên của các khu vực được chứng thực cần điều tra thêm. Các nghiên cứu của Viện nghiên cứu tài nguyên khoáng sản và địa chất (RIGMR) cũng đã được hỗ trợ bởi các tổ chức quốc tế và xác định 6 địa điểm có tiềm năng địa nhiệt là suối nước nóng Bang, Tu Bông, Hội Vân, Đảnh Thanh, Mộ Đức, Nghĩa Thắng.

Năm 1995, Công ty Quốc tế ORMAT cùng với Công ty Thiết kế và Khảo sát điện 1, đã tiến hành các nghiên cứu tiền khả thi nhằm chọn 6 địa điểm cho nhà máy điện địa nhiệt tại khu vực miền Trung. Tổng công suất là 112,7 MW gồm 03 nhà máy điện và lên kế hoạch cho giai đoạn đầu tiên có công suất 55,2 MW. Tuy nhiên, do một số khó khăn các nghiên cứu đã không được tiếp tục.

Năm 2004, nghiên cứu của Viện nghiên cứu tài nguyên khoáng sản và địa chất cũng đã kết luận rằng tiềm năng địa nhiệt ở Việt Nam là 340 MW, nhưng giá điện vẫn chưa cạnh tranh được so với các nguồn năng lượng khác. Các nghiên cứu năm 2005 bởi Viện nghiên cứu tài nguyên khoáng sản và địa chất bao phủ tất cả các vùng của Việt Nam, khảo sát tổng cộng 269 nguồn nước [7].

Ngoài ra, theo website của FUAS (Liên đoàn các trường Đại học Khoa học ứng dụng), với hơn 300 suối nước nóng từ 30°C đến 148°C, Việt Nam ước tính có tới 1.400 MW tiềm năng địa nhiệt để sử dụng trực tiếp và sản xuất điện. Từ tiềm năng này, Việt Nam có thể phát triển 400 MW cho sản xuất điện năm 2020 [5].

4 VAI TRÒ CỦA NĂNG LƯỢNG ĐỊA NHIỆT NHẪM PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG Ở VIỆT NAM

Nhìn chung, việc sử dụng năng lượng địa nhiệt có thể được phân loại thành hai nhóm chính: sử dụng trực tiếp và sản xuất điện.

4.1 Sử dụng trực tiếp

Sấy khô hoặc gia nhiệt các sản phẩm nông nghiệp, một trong các dạng sử dụng trực tiếp của năng lượng địa nhiệt, là một quá trình rất quan trọng nhằm tránh lãng phí và đảm bảo rằng thực phẩm giàu dinh dưỡng có sẵn quanh năm và trong thời gian hạn hán.

Các nguồn năng lượng địa nhiệt có enthalpy thấp đến trung bình với nhiệt độ dưới 150°C thường được sử dụng cho các ứng dụng sấy khô trong nông nghiệp. Năng lượng địa nhiệt đã được sử dụng để làm sấy khô một loạt các sản phẩm nông nghiệp như gạo, lúa mì, cà chua, hành tây, bông, ớt và tỏi (hình 6).



Hình 6. Cà chua được nạp trên máy sấy [3].

Việc sử dụng năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam đã được nghiên cứu và áp dụng trong những năm của thập niên 80 đến cuối thế kỷ trước để gia nhiệt các sản phẩm trong nông nghiệp như chè, dưa, cò, sắn, v.v... tại các vùng địa nhiệt Mỹ Lâm, tỉnh Tuyên Quang và Hội Vân, tỉnh Bình Định có kết quả đạt yêu cầu rất cao.

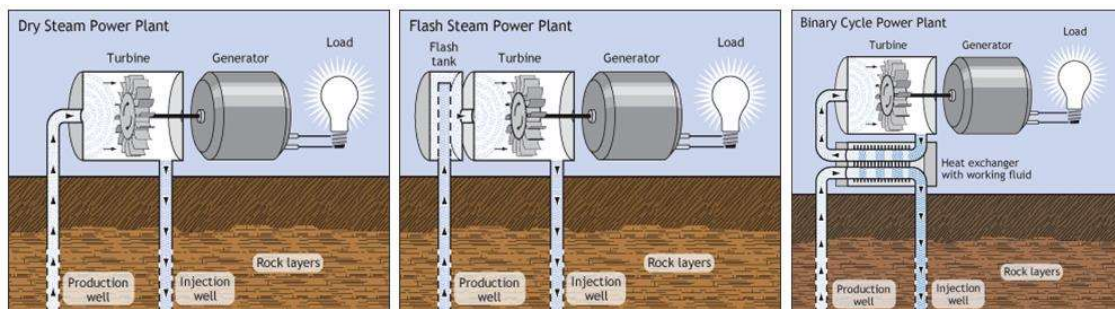
Ngoài ra cũng có một số dự án đã nghiên cứu và ứng dụng địa nhiệt để nuôi dưỡng tôm đồng qua mùa đông hoặc để làm nguồn nhiệt phục vụ cho việc sấy muối. Năm 1997, Công ty dược của tỉnh Bình Định đã xây dựng một cơ sở với công suất sản xuất khoảng 7.000 tấn/năm để sản xuất muối tinh thể với iodua bằng việc sử dụng đầu nguồn của các lưu chất địa nhiệt.

Hiện nay, ngoài việc ứng dụng cho sản xuất nông lâm ngư nghiệp xu hướng chính của việc ứng dụng địa nhiệt ở Việt Nam là cho spa, điều trị chữa bệnh và du lịch như ở các nguồn tài nguyên địa nhiệt Mỹ Lâm, Quảng Hành, Bình Châu, Hội Vân, v.v...[2].

4.2 Sản xuất điện năng

Trên toàn thế giới, đến nay đã có 24 quốc gia sử dụng năng lượng địa nhiệt để tạo ra điện và thêm 11 hệ thống địa nhiệt được thử nghiệm và triển khai, bao gồm Úc, Pháp, Đức, Nhật Bản, Thụy Sĩ, Vương quốc Liên hiệp Anh và Bắc Ireland.

Các nhà máy điện địa nhiệt hoạt động theo ba kiểu chính là: nhà máy điện địa nhiệt sử dụng hơi khô trực tiếp từ lòng đất (direct dry steam power plants), nhà máy điện địa nhiệt sử dụng hơi giãn nở (flash steam power plants) và nhà máy điện địa nhiệt hai vòng tuần hoàn (binary cycle power plants) (hình 7). Ở nhà máy điện địa nhiệt sử dụng hơi khô trực tiếp, hơi bão hoà khô đi trực tiếp vào tuabin làm chạy máy phát điện. Nhà máy điện địa nhiệt sử dụng hơi giãn nở có sử dụng thêm các quá trình chuyển đổi áp suất để làm bay hơi hỗn hợp lưu chất thủy nhiệt (nước và hơi nước). Lưu chất được chứa trong một bể chứa (flash tank) ở một áp suất thấp hơn nhiều làm nó bay hơi và sau đó hơi này được đưa vào tuabin để tạo ra điện năng. Nhà máy điện địa nhiệt hai vòng tuần hoàn hoạt động bằng cách đẩy nước nóng đi qua một bộ trao đổi nhiệt với một chất lỏng khác có nhiệt độ sôi thấp hơn nhiều như isobutene. Chất lỏng này được gọi là chất lỏng công tác sau đó sẽ bay hơi và được cấp vào tuabin phát điện.



Hình 7. Sơ đồ hoạt động của các nhà máy điện địa nhiệt [4]

Ở Việt Nam, các nguồn tài nguyên địa nhiệt chủ yếu có nhiệt độ thấp và trung bình (<2000C) và cũng có công suất thấp. Do đó, chúng hầu như chỉ thích hợp cho việc sử dụng trực tiếp hoặc ở các nhà máy điện địa nhiệt công suất nhỏ dùng nguyên lý hai vòng tuần hoàn (binary cycle power plants). Năm 2013, tỉnh Quảng Trị đã cấp giấy chứng nhận đầu tư và giấy phép xây dựng cho một nhà máy năng lượng địa nhiệt với công suất 25 MW tại Đakrông và chi phí ghi của dự án đã được tuyên bố là 46,3 triệu USD. Đây sẽ là dự án nhà máy điện địa nhiệt đầu tiên và một bàn đạp cho sự phát triển tương lai của các dự án năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam [7].

5 TÁC ĐỘNG CỦA ĐỊA NHIỆT CHO SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG Ở VIỆT NAM

Rõ ràng các nguồn năng lượng địa nhiệt cho phép sản xuất điện sạch với tác động môi trường ít nhất. Việc sử dụng năng lượng địa nhiệt từ các giếng phóng thích các khí gây hiệu ứng nhà kính sẽ bị bẫy chứa trong lòng Trái Đất như điôxyt cacbon, sunfua hydrô, amoniac và mêtan. Lượng phát thải của các khí này thấp hơn nhiều so với việc khi sử dụng các nhiên liệu hóa thạch. Do đó, việc sử dụng năng lượng địa nhiệt được xem là làm giảm thiểu hiện tượng nóng lên toàn cầu và có một tác động môi trường tích cực.

Tuy nhiên, nó cũng gây ra các tác động tiêu cực về môi trường và con người. Các tác động liên quan đến phát triển năng lượng địa nhiệt diễn ra trong một loạt các lĩnh vực hay chủ đề có tính chất thời sự đang được quan tâm, bao gồm bốn chủ đề chính như: ô nhiễm môi trường như chất lượng không khí, chất lượng nước, ô nhiễm đất và ô nhiễm hóa học; thay đổi địa hình lân cận như sụt lún đất; tác động xã hội như y tế, giáo dục và các lĩnh vực kinh tế - xã hội; và cuối cùng là hậu quả của hoạt động công nghiệp quy mô lớn như mức độ tiếng ồn cao, tai nạn công nghiệp và phát sinh chất thải công nghiệp. Bảng sau đây cho thấy chủ đề chính của việc sử dụng năng lượng địa nhiệt cho phát triển bền vững.

Tác động của địa nhiệt đến sự phát triển bền vững ở Việt Nam là rất lớn, liên quan đến rất nhiều lĩnh vực. Do vậy, những vấn đề nêu trên cần được xem xét một cách cẩn thận, chi tiết cả các tác động tích cực và tác động tiêu cực trong việc sử dụng năng lượng địa nhiệt đối với sự phát triển bền vững ở Việt Nam.

Bảng 1. Các vấn đề khi khai thác năng lượng địa nhiệt [4]

Chủ đề	Các tác động tích cực	Các tác động tiêu cực
Ô nhiễm môi trường	- Sản sinh một phần sáu lượng CO ₂ , là một khí tự nhiên do nhà máy điện sản xuất	- Phát thải khí nhà kính - Ô nhiễm H ₂ S - Phát thải khí thải độc hại
Thay đổi địa hình	- Yêu cầu đất nhỏ so với các nguồn năng lượng khác	- Mất nơi cư trú - Xung đột với người sử dụng đất khác - Bơm ép lại các lưu chất địa nhiệt có thể làm tăng tần số các sự kiện địa chấn
Xã hội	- Cải thiện cơ sở giáo dục, đi học - Cải thiện cơ sở vệ sinh, y tế	- Xung đột với sự tăng trưởng của ngành công nghiệp du lịch, tăng trưởng dân số và phát triển cộng đồng khu nghỉ dưỡng
Hoạt động công nghiệp quy mô lớn		- Mức độ tiếng ồn cao - Tai nạn công nghiệp - Chất thải công nghiệp

6 KẾT LUẬN

Việt Nam được coi là có tiềm năng lớn về năng lượng địa nhiệt. Các kết quả nghiên cứu đến nay cho thấy có hơn 300 nguồn năng lượng địa nhiệt trong lãnh thổ Việt Nam với nhiệt độ từ 30°C đến 148°C cung cấp cơ sở cần thiết để phát triển các dự án năng lượng địa nhiệt đầy triển vọng. Tuy nhiên, hiện vẫn có nhiều số rào cản để phát triển năng lượng địa nhiệt, chẳng hạn như: chi phí đầu tư và giá điện từ các nguồn năng lượng địa nhiệt hiện đang cao hơn so với các nguồn truyền thống; chưa có quy định để khuyến khích phát triển năng lượng địa nhiệt; thiếu nguồn lực tài chính và không có sự hỗ trợ từ các tổ chức/ngân hàng tài chính cho ngành năng lượng địa nhiệt; thiếu các chuyên gia lành nghề và các kỹ sư, kỹ thuật viên trong lĩnh vực năng lượng địa nhiệt, v.v...

Vấn đề quan trọng nhất trong việc hiện thực hóa tiềm năng của năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam là thực thi một cách hiệu quả, bền vững. Vì Việt Nam hiện đang mới bắt tay vào hành trình phát triển năng lượng địa nhiệt nên được khuyến nghị tiếp cận theo phương pháp dần dần từng bước để sử dụng hoàn toàn tiềm năng năng lượng địa nhiệt. Ngoài việc sử dụng trực tiếp nguồn năng lượng địa nhiệt thì để thúc đẩy xây dựng các nhà máy điện địa nhiệt ở Việt Nam khuyến nghị nên thực thi chính sách trợ cấp vốn của chính phủ và vay ưu đãi quyết toán của thuế quan cũng như thực sự cần thiết sự hỗ trợ từ các tổ chức quốc tế về hỗ trợ tài chính và kỹ thuật để thúc đẩy phát triển năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam. Ngoài ra, để sử dụng hiệu quả và phát triển bền vững các nguồn tài nguyên năng lượng địa nhiệt nên xem xét cân trọng các tác động cả hiệu ứng tích cực và tiêu cực, đặc biệt là đối với các hiệu ứng tiêu cực đối với sự phát triển bền vững ở Việt Nam trong chiến lược năng lượng quốc gia.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. Shortall, B. Davidsdottir and G. Axelsson, Geothermal energy for sustainable development: A review of sustainability impacts and assessment frameworks, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 44, pp. 391 - 406, 2015.
- [2] T. C. Nguyen, D. G. Cao and T. T. Tran, General Evaluation of the Geothermal Potential in Vietnam and the Prospect of Development in the Near Future, *Proceedings World Geothermal Congress*, 2005.
- [3] V. M. Nguyen, S. Arason, M. Gissurarson and P. G. Palsson, Uses of geothermal energy in food and agriculture - Opportunities for developing countries, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2015

- [4] L. D. Berrizbeita, Environmental Impacts of Geothermal Energy Generation and Utilization, *Volcanos of the Eastern Sierra Nevada*, 2014
- [5] <http://www.laurea.fi/en/connect/>): website of FUAS (Federation of Universities of Applied Sciences)
- [6] V. T. Vu and T. T. Tran, 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*, 2015.
- [7] C. Nyman and M. T. Pham, Policy Study on Assessment of Ability to Exploit Geothermal for Energy Production in Vietnam, *Project ref. P1306006 of General Directorate of Energy, Ministry of Industry and Trade, Vietnam*, 2013.

Ngày nhận bài: 01/03/2017

Ngày chấp nhận đăng: 07/11/2017