

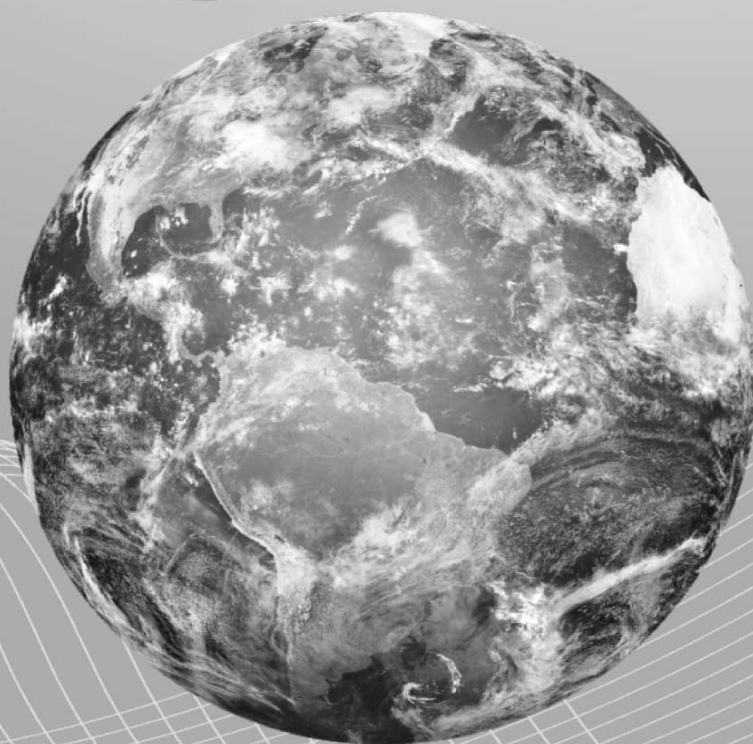


TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

**KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)**

HÀ NỘI 14 - 11 - 2024

ERSD 2024



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu

Hội Cơ học Đá Việt Nam

Hội Công trình ngầm Việt Nam

Hội Dầu khí Việt Nam

Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam

Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam

Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam

Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS. TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Lâm, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Không Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo, *Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Lê Đức Tình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Thị Phúc An, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Đào Hồng Quảng, *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Hội Dầu khí Việt Nam*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Ái Thu, *Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam*

TS Bùi Yên Tĩnh, *Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
GS.TS Võ Trọng Hùng, *Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam*
GS.TS Trương Xuân Luận, *Tổng Hội Địa chất Việt Nam*
GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam*
GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*
PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Ngọc Ánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Minh Thống, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*
PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*
TS Lê Quang Duyệt, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Cao Khải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Văn Phóng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Bách Thảo, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Nguyễn Viết Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS. TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

WEBSITE HỘI THẢO

Thông tin chi tiết của Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSD 2024 được đăng tải trên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>

ĐỊA CHỈ LIÊN HỆ

Phòng Khoa học công nghệ, Trường Đại học Mở - Địa chất, số 18 phố Viên, phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội, Việt Nam. ĐT: (+84) 24.3838643

MỤC LỤC

Ban tổ chức hội nghị	i
Mục lục.....	iii
Lời nói đầu	v
Chương trình hội nghị	vii
Tiểu ban Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường.....	1
Tiểu ban Trí tuệ nhân tạo, IOT, Blockchain và ứng dụng.....	38
Tiểu ban Cơ - Điện.....	71
Tiểu ban Dầu khí tích hợp.....	114
Tiểu ban Địa chất và tài nguyên du lịch.....	238
Tiểu ban Địa chất công trình - Địa kỹ thuật.....	312
Tiểu ban Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước.....	430
Tiểu ban Tài nguyên địa chất và Quản lý bền vững.....	516
Tiểu ban Quản lý tài nguyên và Môi trường.....	597
Tiểu ban Công nghệ mới trong xử lý môi trường.....	730
Tiểu ban Phát triển bền vững khoa học công nghệ Mỏ và Môi trường.....	818
Tiểu ban Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và Quản lý an toàn.....	899
Tiểu ban Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế.....	971
Tiểu ban Xây dựng công trình với phát triển bền vững.....	1039
Tiểu ban Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý.....	1301
Tiểu ban Vật lý, Hóa học và ứng dụng.....	1384
Tiểu ban Toán, Cơ học và ứng dụng.....	1512
Tiểu ban Ngôn ngữ học.....	1634

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD) được Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG) và các đối tác tổ chức 2 năm một lần với mục tiêu tạo ra một môi trường bổ ích để các nhà chuyên môn trong và ngoài nước tụ hội và giới thiệu những kết quả và hướng mới trong nghiên cứu khoa học, thảo luận về các xu thế phát triển, thách thức và cơ hội đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất, Tài nguyên địa chất, khai thác, chế biến, sử dụng và quản lý tài nguyên địa chất, bảo vệ môi trường và các ngành khác có liên quan.

Tiếp nối thành công của các Hội nghị ERSD2018, ERSD2020, ERSD2022, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững lần thứ tư (ERSD2024) được Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG) đăng cai tổ chức với sự tham gia đồng tổ chức của nhiều cơ quan quản lý, tổ chức nghiên cứu khoa học, đào tạo, và doanh nghiệp có uy tín trong nước gồm Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Cục Đo đạc - Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu, Hội Cơ học Đá Việt Nam, Hội Công trình ngầm Việt Nam, Hội Dầu khí Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam, Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam, Viện Khoa học Công nghệ Mở và nhiều tổ chức và cá nhân khác.

Các chủ đề của Hội nghị tập trung vào nghiên cứu và ứng dụng khoa học công nghệ hướng tới phát triển bền vững đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên, Khai thác và sử dụng tài nguyên địa chất, Môi trường và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng, ...

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học, chuyên môn và quản lý trong và ngoài nước. Hơn 300 bản thảo báo cáo khoa học liên quan tới các chủ đề của Hội nghị đã được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, 269 báo cáo có chất lượng tốt đã được lựa chọn và xuất bản trong Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị với các chủ đề khoa học sau:

1. Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường
2. Trí tuệ nhân tạo, IoT, Blockchain và ứng dụng
3. Cơ - Điện
4. Dầu khí tích hợp
5. Địa chất và Tài nguyên du lịch
6. Địa chất công trình - Địa kỹ thuật
7. Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước
8. Tài nguyên địa chất và quản lý bền vững
9. Quản lý tài nguyên và môi trường
10. Công nghệ mới trong xử lý môi trường
11. Phát triển bền vững khoa học công nghệ mở và môi trường
12. Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và quản lý an toàn
13. Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế
14. Xây dựng công trình với phát triển bền vững
15. Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý
16. Vật lý, Hoá học và ứng dụng
17. Toán học, Cơ học và ứng dụng
18. Ngôn ngữ học

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được tích hợp vào Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mở - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác chặt chẽ và góp phần quan trọng vào việc tổ chức Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học và nhà chuyên môn đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của các chuyên gia đọc bài đã có nhiều

nỗ lực và đóng góp để nâng cao chất lượng khoa học của các báo cáo, góp phần quan trọng vào thành công của hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị, chất lượng báo cáo, biên tập, và xuất bản kỷ yếu hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của hoạt động nghiên cứu khoa học và trao đổi học thuật thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

Hà Nội, tháng 11 năm 2024
THAY MẶT BAN TỔ CHỨC

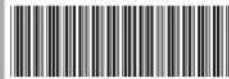


GS.TS Trần Thanh Hải

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)



ISBN: 978-604-76-3040-0



9 786047 630400

SÁCH KHÔNG BÁN

**TIỂU BAN
XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

MỤC LỤC

Nghiên cứu thực nghiệm hiện trường gia cố nền đất yếu bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay <i>Nguyễn Trọng Dũng, Tạ Đức Thịnh</i>	1043
Nghiên cứu áp dụng kết cấu chống giữ tổ hợp bằng vì thép kết hợp neo cho đường lò dọc vỉa than Công ty than Mạo Khê – TKV <i>Đào Viết Đoàn</i>	1049
Nghiên cứu tính toán lựa chọn bước chống vì thép cho đường lò một đường xe nằm dưới moong mỏ Núi Béo <i>Đào Viết Đoàn</i>	1056
Nghiên cứu chế tạo và xác định một số tính chất cơ học của bê tông cốt sợi polypropylene dưới tác động của nhiệt độ <i>Nguyễn Đình Hải, Lê Thu Trang</i>	1063
Phân vùng quy hoạch ngoại thành các thành phố lớn để quản lý phát triển đô thị theo hướng bền vững <i>Lê Thị Thanh Hằng</i>	1071
Thí nghiệm từ biến đầm đá cho mô hình đàn nhót tuyến tính phân tích biến dạng xung quanh hầm tiết diện tròn theo thời gian <i>Nguyễn Huy Hiệp, Đinh Quang Trung</i>	1077
Nghiên cứu đề xuất giải pháp phòng chữa cháy khi thi công công trình ngầm <i>Đào Huy Hoàng, Trần Anh Tuấn, Tống Anh Tuấn, Nguyễn Viết Thanh, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong, Phạm Đức Thọ, Nguyễn Lê Đạt, Đặng Trung Thành</i>	1083
Nghiên cứu tổng quan về phương pháp cọc đá dăm để nâng cao khả năng kháng hóa lỏng của nền đất <i>Đặng Quang Huy, Vũ Minh Ngạn, Phạm Văn Hùng</i>	1089
Nghiên cứu một số giải pháp giảm độ lún đường đầu cầu xây dựng trên nền đất yếu <i>Phạm Văn Hùng, Vũ Minh Ngạn, Đặng Quang Huy</i>	1096
Nghiên cứu phương pháp tính toán sức chịu tải và độ lún nền đường đắp trên nền đất yếu gia cố bằng cọc đất xi măng <i>Phạm Văn Hùng</i>	1103
Một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm về bê tông bọt-khí với cấu trúc rỗng thay đổi trong điều kiện phòng thí nghiệm <i>Tăng Văn Lâm, Võ Đình Trọng, Phạm Đức Lương, Vũ Kim Diễm</i>	1109
Nghiên cứu ảnh hưởng của tro xỉ nhà máy điện đốt rác đến tính chất cơ học của bê tông cường độ cao <i>Tăng Văn Lâm, Võ Đình Trọng, Hoàng Anh Cường</i>	1117
Nghiên cứu ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ giếng đứng của tổ hợp kho chứa khí ngầm đào trong đá cứng bằng phương pháp số <i>Ngô Hoàng Minh, Đặng Văn Kiên, Vũ Tiến Dũng, Đỗ Ngọc Anh, Trần Tuấn Điệp</i>	1124
Thiết kế cọc khoan nhồi chôn trong nền đá theo tiêu chuẩn Châu Âu EC7 với một ví dụ thiết kế <i>Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Bùi Văn Đức</i>	1132
Cải tạo và khôi phục các công trình ngầm để phát triển bền vững <i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1139

Nghiên cứu ảnh hưởng của khe nứt đến độ ổn định của hai đường hầm giao thông xuyên núi <i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1145
Hoàn thiện công tác quản lý chất lượng thi công công trình thuộc Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng thị xã Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh <i>Phạm Thị Nhân, Nguyễn Tiến Hiệp, Hoàng Đình Phúc</i>	1151
Lý thuyết phương pháp siêu âm và ứng dụng đánh giá vết nứt trong bê tông <i>Phạm Thị Nhân</i>	1158
Xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo sử dụng thuật toán hàng xóm KNN để dự báo diện tích gương hầm sau khi nổ mìn trong quá trình thi công <i>Phạm Thị Nhân, Nguyễn Chí Thành, Bùi Mạnh Tùng, Đỗ Hoàng Hiệp</i>	1165
Một số vấn đề về quy hoạch hạ tầng khu vực nhà ga đường sắt đô thị tại tuyến metro số 1 thành phố Hồ Chí Minh theo mô hình phát triển đô thị TOD <i>Vũ Minh Ngạn, Nguyễn Chí Đạt, Vũ Thái Linh</i>	1171
Thi công lắp xây lắp đường ống hạ tầng bằng công nghệ khoan guồng xoắn (HAB) <i>Vũ Minh Ngạn, Phạm Văn Hùng, Đặng Quang Huy, Trần Hồng Hạnh</i>	1177
Ảnh hưởng của hạt nano silica đến tính chất cơ học của vùng chuyển tiếp giữa cốt sợi thép và bê tông cường độ cao <i>Đặng Văn Phi, Tăng Văn Lâm, Lê Huy Việt, Lê Văn Đoàn, Phạm Văn Tuấn, Kim Dong Joo</i>	1182
Dự báo, hạn chế, phòng ngừa sự cố trong thi công công trình ngầm <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Quang Minh, Bùi Văn Đức, Trần Tuấn Minh, Đỗ Ngọc Thái</i>	1188
Phân tích số mức độ ổn định đường hầm đào qua phay, được gia cố bằng khoan phụt trước <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Quang Minh, Bùi Văn Đức, Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Ngọc Huệ</i>	1194
Quy luật biến đổi cơ học xung quanh đường hầm trong khối đá phân khối <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1200
Rủi ro trong dự án xây dựng - Thực trạng và giải pháp quản lý <i>Hoàng Đình Phúc, Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Ngô Thị Hương Trang</i>	1206
Phân tích chuyển vị tường vây và đất nền xung quanh khi xây dựng ga tàu điện ngầm bằng phương pháp Topdown <i>Nguyễn Văn Quang, Võ Nhật Luân, Nguyễn Thị Ngọc Bích</i>	1211
Nghiên cứu tính toán lựa chọn bước chống vi thép cho đường lò mức -100÷-150 nằm dưới bãi thải mỏ than Khe Tam <i>Nguyễn Hữu Sà, Đào Viết Đoàn</i>	1217
Nghiên cứu sử dụng năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam <i>Nguyễn Chí Thành, Nguyễn Xuân Mãn, Bùi Mạnh Tùng, Phạm Thị Nhân</i>	1225
Nghiên cứu khả năng sử dụng cát nhân tạo thay thế cho cát tự nhiên tại các công trình ở Việt Nam <i>Nguyễn Chí Thành, Nguyễn Viết Nghĩa, Phạm Thị Nhân</i>	1232
Nghiên cứu ảnh hưởng của sơ đồ bố trí hai đường hầm song song đến phân bố nội lực trong vỏ hầm <i>Đỗ Ngọc Thái</i>	1237

Nâng cao hiệu quả sử dụng phương pháp bơm ép vỉa xi măng khi thi công giếng đứng qua khối đá nứt nẻ Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Văn Quang	1243
Áp dụng phương pháp tương quan hình ảnh (DIC) trong nghiên cứu ứng xử uốn của dầm bê tông Phạm Đức Thọ	1249
Nghiên cứu biến dạng thể tích tự sinh của bê tông MgO Chu Việt Thức, Nguyễn Văn Chính	1254
Ứng dụng công nghệ cọc đường kính nhỏ micropile D150 làm kết cấu móng dầm cầu trực đặt trên nền sét pha dẻo mềm Chu Việt Thức, Bùi Văn Đức, Nguyễn Văn Mạnh, Vũ Nho Trường	1259
Bê tông cốt sợi tự nhiên: đặc trưng cơ học và khả năng ứng dụng trong xây dựng cơ sở hạ tầng nông thôn Trần Mạnh Tiến, Đỗ Ngọc Tú, Nguyễn Nam Hòa, Nguyễn Việt Thắng, Nguyễn Thị Tuyết Mai	1266
Nghiên cứu lún bề mặt khi thi công đường hầm mặt cắt ngang hình bán chữ nhật bằng phương pháp đường đặc tính Nguyễn Tài Tiến, Phạm Văn Vĩ, Vũ Ngọc Tuấn	1273
Nghiên cứu tổng quan về vật liệu đá thải-xi măng lấp đầy khoảng trống sau khai thác tại mỏ than hầm lò Nguyễn Tài Tiến	1280
Nghiên cứu ảnh hưởng của độ cứng sàn đến chuyển vị đỉnh kết cấu nhà cao tầng bê tông cốt thép Phạm Văn Tuấn, Đặng Văn Phi, Bùi Văn Đức, Bùi Ngọc Tú, Trương Văn Đoàn	1287
Ảnh hưởng hình dạng tiết diện ngang đường hầm đến nội lực trong kết cấu chống đường hầm khi chịu tải trọng động đất Phạm Văn Vĩ, Đỗ Ngọc Anh, Nguyễn Tài Tiến, Đỗ Xuân Hội, Chu Việt Thức, Nguyễn Tiến Dũng	1293

Nghiên cứu sử dụng năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam

Nguyễn Chí Thành^{1,*}, Nguyễn Xuân Mãn¹, Bùi Mạnh Tùng¹, Phạm Thị Nhân¹

¹*Trường Đại học Mô-Địa chất*

TÓM TẮT

Với tốc độ phát triển mạnh mẽ về kinh tế và xã hội, Việt Nam trở thành một trong những nước có nhu cầu sử dụng năng lượng lớn trong khu vực và trên Thế giới. Để đáp ứng được các yêu cầu về bảo vệ môi trường, năng lượng xanh và sạch đã được chú ý nghiên cứu và phát triển sử dụng tại Việt Nam. Năng lượng địa nhiệt là một dạng năng lượng sạch và có nguồn cung cấp dồi dào, đã được nghiên cứu và sử dụng nhiều trên Thế giới. Tại Việt Nam, năng lượng địa nhiệt được đánh giá là một trong những nguồn năng lượng có khả năng ứng dụng tốt. Trong bài báo này, tác giả đã tiến hành phân tích các nguồn gốc thành tạo, các tính năng và ưu điểm của năng lượng địa nhiệt. Tiếp theo, bài báo đã nghiên cứu sự phân bố năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam, nội dung các phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt đã được bài báo nghiên cứu và trình bày, cuối cùng, bài báo đã đưa ra kết luận về khả năng khai thác và sử dụng năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam.

Từ khóa: năng lượng địa nhiệt; khai thác; phương pháp; sử dụng; nghiên cứu

1. Tổng quan về nghiên cứu và sử dụng năng lượng địa nhiệt

Phát triển năng lượng xanh, sạch là một trong những yếu tố quan trọng để phát triển bền vững. Năng lượng xanh, sạch và có khả năng tái tạo ngày càng được quan tâm nghiên cứu, ứng dụng và phát triển trên Thế giới vì các lý do: sạch, không làm ảnh hưởng đến môi trường trong quá trình sản xuất và tiêu dùng, trữ lượng lớn, giảm phụ thuộc vào các nguồn tài nguyên năng lượng hóa thạch đang dần cạn kiệt... Nhiều nghiên cứu của các tác giả trên thế giới đã chứng tỏ sự chính xác của các nhận định này (Nguyễn Thị Tâm Thanh và nnk., 2017; R. Shortall và nnk., 2015; Younes N, và nnk., 2019; Hamid Kazemi và nnk., 2018; Nina Rman, 2014). Vấn đề đặt ra khi khai thác và sử dụng các nguồn năng lượng sạch là, hầu hết các nguồn năng lượng tái tạo có cấu trúc chi phí cho việc khai thác và vận hành khác với các nguồn năng lượng hóa thạch. Thông thường, các nguồn năng lượng tái tạo có chi phí đầu tư ban đầu là khá lớn, trong khi chi phí vận hành và khai thác về sau lại giảm dần. Do đó, đầu tư và nghiên cứu các loại năng lượng tái tạo là vấn đề cấp thiết, có khả năng ứng dụng cao trong thực tế. Trong các loại năng lượng tái tạo, năng lượng địa nhiệt là một loại năng lượng còn khá mới mẻ và đang được đầu tư nghiên cứu, phát triển. Năng lượng địa nhiệt có dạng nhiệt năng và tồn tại trong lòng Trái đất. Nguồn gốc của năng lượng địa nhiệt được phát sinh từ sâu trong lòng trái đất, do nhiệt ma sát gây ra bởi các hoạt động kiến tạo của vỏ trái đất cũng như từ sự phân rã của các nguyên tố phóng xạ tồn tại tự nhiên trong các khối đá. Có thể chia năng lượng địa nhiệt theo nguồn gốc thành tạo thành các loại năng lượng sau đây: Năng lượng địa nhiệt sinh ra từ các phản ứng phóng xạ hạt nhân của các nguyên tố phóng xạ nặng trong lòng trái đất, năng lượng địa nhiệt sinh ra bởi các quá trình kiến tạo và hoạt động địa chất của vỏ trái đất (sinh ra bởi lực ma sát giữa các khối kiến tạo khác nhau của vỏ trái đất), năng lượng địa nhiệt do sự tích tụ nhiệt bởi hiện tượng hấp thụ năng lượng mặt trời của khối đất, đá trong lớp vỏ Trái đất. Theo các ước tính của các nhà khoa học, tính đến năm 2017, lượng điện được tạo ra từ nguồn năng lượng địa nhiệt đã tăng 3,1% so với các năm trước đây. Với tỷ trọng chỉ chiếm 0,3% tổng sản lượng điện của thế giới, điện sản xuất từ nguồn năng lượng địa nhiệt vẫn có tiềm năng phát triển rất lớn (Nguyễn Hải Thanh và nnk, 2012). Tại một số quốc gia, điện sản xuất từ nguồn năng lượng địa nhiệt đã đóng một vai trò quan trọng (R. Shortall và nnk., 2015; Younes N, và nnk., 2019; Hamid Kazemi và nnk., 2018; Nina Rman, 2014): Kenya (hơn 40% lượng điện được tạo ra từ địa nhiệt), Iceland (hơn 25%) và New Zealand (18%).

Do sự thành tạo của các nguồn năng lượng địa nhiệt là khác nhau, vì vậy, việc khai thác và sử dụng các nguồn năng lượng địa nhiệt này cũng đòi hỏi các công nghệ khác nhau. Với năng lượng địa nhiệt được tạo ra bởi sự hoạt động kiến tạo của vỏ trái đất, thông thường, sẽ xuất hiện các suối, túi nước nóng hay

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenchithanh@humg.edu.vn

núi lửa. Với năng lượng địa nhiệt sinh ra từ các phản ứng phóng xạ hạt nhân trong vỏ trái đất, để khai thác thường sẽ khoan các lỗ khoan có chiều sâu từ 5 đến 8km và bơm nước xuống các lỗ khoan này, sau đó, sẽ sử dụng nước được làm sôi từ dưới lỗ khoan lên để tạo ra nguồn năng lượng (như tạo ra nguồn điện). Như đã biết, bên dưới tầng Thường ôn – tầng đất, đá trên cùng của vỏ trái đất mà nhiệt độ trong các tầng đất, đá này không phụ thuộc vào chiều sâu tương ứng thì nhiệt độ sẽ ngày càng tăng theo chiều sâu của điểm xác định. Thông thường, lớp Thường ôn dao động từ 2m cho đến 30m tính từ bề mặt Trái đất, sau lớp Thường ôn thì cứ xuống sâu trung bình khoảng 30m thì nhiệt độ trong lớp vỏ Trái đất lại tăng 1°C. Điều này đòi hỏi các công nghệ khai thác nguồn năng lượng địa nhiệt theo các loại thành tạo khác nhau sẽ có sự khác biệt. Các nghiên cứu về các phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt trên Thế giới hiện nay đã khá hoàn chỉnh, tuy nhiên, để có thể sử dụng được các phương pháp khai thác nói trên, cần phải có các điều tra hết sức kỹ càng về đặc điểm khu vực sẽ được triển khai khai thác năng lượng địa nhiệt để từ đó, lựa chọn được phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt thích hợp nhằm nâng cao hiệu quả của việc khai thác và sử dụng năng lượng địa nhiệt.

Tại Việt Nam, do yêu cầu bảo vệ môi trường và hội nhập xã hội nên việc sử dụng các nguồn năng lượng sạch, có khả năng tái tạo đang được chú ý và phát triển. Theo một số nghiên cứu và đánh giá của các nhà khoa học, Việt Nam là nước có nguồn năng lượng địa nhiệt được xếp vào loại trung bình trên Thế giới. Tuy trữ lượng địa nhiệt của Việt Nam không quá lớn, lợi thế của nguồn năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam là được phân bố khá đồng đều trên toàn bộ lãnh thổ của đất nước. Theo thống kê, Việt Nam có tới khoảng 300 nguồn nước nóng có thể phát triển năng lượng địa nhiệt, tuy nhiên, hiện nay mới chỉ có 1 nhà máy được cấp phép xây dựng tại Quảng Trị để khai thác năng lượng địa nhiệt vào năm 2013. Điều này đã chỉ ra, việc nghiên cứu và phát triển khai thác năng lượng địa nhiệt cần được chú trọng và phát triển tại Việt Nam để có thể đảm bảo sự cung cấp năng lượng một cách bền vững cho công cuộc phát triển công nghiệp tại Việt Nam.

2. Các loại năng lượng địa nhiệt

Theo nguồn gốc thành tạo cũng như các quá trình khai thác và sử dụng, năng lượng địa nhiệt có thể được chia thành 4 loại khác nhau, bao gồm:

2.1. Năng lượng địa nhiệt tạo ra từ nguồn nước nóng

Năng lượng địa nhiệt trong loại này được thành tạo từ nguồn nước bị nung nóng với áp suất lớn. Các nguồn hơi nước tồn tại trong các khe đứt gãy của khối đất đá trong vỏ trái đất hay trong các tầng đá rỗng. Các nguồn hơi nước này bị giữ lại bởi các lớp đá đặc kín và không thấm. Trong loại năng lượng này, các nguồn nước nóng được coi là có chất lượng cao, có khả năng tạo ra năng lượng địa nhiệt lớn khi các nguồn này chủ yếu là dạng thể hơi và có nhiệt độ lớn hơn 240°C.

2.2. Năng lượng địa nhiệt tạo ra từ các nguồn áp suất lớn trong vỏ Trái đất

Các nguồn tạo ra năng lượng địa nhiệt loại này là các nguồn nước muối tồn tại trong điều kiện áp suất cao với nhiệt độ trung bình và có chứa khí metan CH_4 . Các nguồn nước muối này bị vỏ Trái đất nén lại với áp suất rất lớn dưới các tầng trầm tích sâu, bị bao bọc bởi các lớp đất đá không có tính thấm. Áp suất trong các tầng trầm tích chứa nước muối nói trên có giá trị từ 35MPa đến 140MPa cùng độ sâu dao động từ 1500m đến 15000m. Nhiệt độ của các nguồn nước muối nói trên dao động từ 90°C đến 200°C.

2.3. Năng lượng địa nhiệt từ nguồn đá nóng, khô trong vỏ Trái đất

Năng lượng địa nhiệt có nguồn gốc từ đá nóng, khô trong vỏ Trái đất là năng lượng được tạo ra từ các khối đá có nhiệt độ cao từ 90°C đến 650°C. Các khối đá có nhiệt độ cao này có thể chứa các khe nứt nẻ bên trong nên có thể tồn tại hơi nước và nước nóng bên trong các khe nứt nẻ của các khối đá. Để có thể khai thác nguồn năng lượng địa nhiệt này, có thể sử dụng phương pháp khoan các lỗ khoan tới độ sâu của các khối đá có nhiệt độ cao, bơm một dung dịch lỏng theo lỗ khoan xuống các khối đá có nhiệt độ cao rồi thu hồi để có thể sử dụng được nguồn nhiệt của khối đá nóng. Tuy nhiên, do kỹ thuật khai thác nguồn năng lượng địa nhiệt dạng này khá phức tạp nên hiệu quả kinh tế khi khai thác các dạng năng lượng địa nhiệt kiểu này là tương đối thấp.

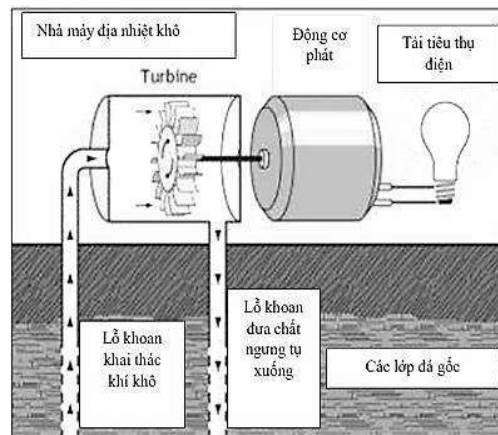
2.4. Năng lượng địa nhiệt từ các sự hoạt động của các núi lửa, hoạt động magma

Năng lượng địa nhiệt có thể thu được từ sự hoạt động của các ngọn núi lửa. Với sự phun trào của dung dịch magma cùng với nhiệt độ rất cao của các dung dịch đá nóng chảy này (700°C đến 1600°C), đây là nguồn năng lượng địa nhiệt rất lớn có thể sử dụng và khai thác. Tuy nhiên, với việc phải tiếp xúc với các khu vực núi lửa đang hoạt động thì vấn đề về an toàn và ổn định của các nhà máy khai thác cũng cần phải được nghiên cứu, tính toán rất kỹ lưỡng trong quá trình khai thác nguồn năng lượng địa nhiệt này.

3. Các phương pháp khai thác, sử dụng năng lượng địa nhiệt

3.1. Phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt bằng nhà máy hơi nước nóng khô sử dụng trực tiếp từ lòng đất

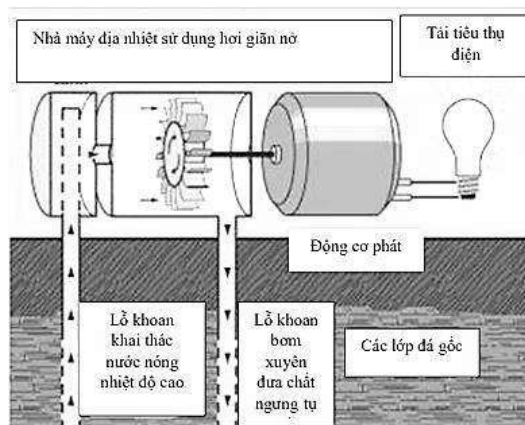
Phương pháp sử dụng năng lượng địa nhiệt bằng nhà máy hơi nước nóng khô là phương pháp chuyển đổi năng lượng địa nhiệt khai thác được để quay turbine, phát ra điện năng. Phương pháp này sử dụng hơi nước ở nhiệt độ cao kết hợp với 1 lượng nước nóng vừa đủ thu được từ khu vực đá có chứa năng lượng địa nhiệt, dẫn truyền vào turbine để làm turbine hoạt động, từ đây, sinh ra điện năng. Đây là phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt để sản sinh ra điện lâu đời nhất và vẫn đang được tiếp tục sử dụng. Phương pháp này có ưu điểm là đơn giản, cho hiệu quả khai thác cao. Nhược điểm của phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt bằng nhà máy hơi nước nóng khô sử dụng trực tiếp từ lòng đất là phương pháp đòi hỏi lượng địa nhiệt phải dồi dào và có nhiệt độ cao, công suất sử dụng nhỏ.



Hình 1. Nhà máy sử dụng hơi nước nóng khô để phát điện (Nguyễn Hải Thanh và nnk, 2012)

3.2. Phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt bằng nhà máy sử dụng nước siêu lỏng

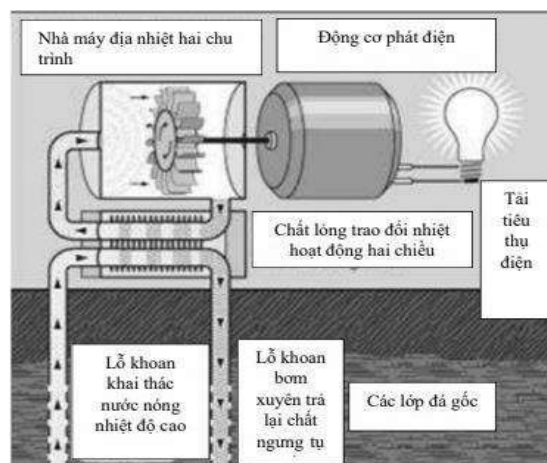
Đây là dạng khai thác năng lượng địa nhiệt để chuyển hóa thành điện năng phổ biến nhất trên thế giới hiện nay. Công nghệ khai thác dạng này sử dụng nước ở áp suất cao (với nhiệt độ lớn hơn 180°C) thu được từ khu vực có năng lượng địa nhiệt. Nước nóng thu được qua các lỗ khoan nhờ vào chính áp suất tự có của chúng trong khu vực địa nhiệt và đưa lên bề mặt đất. Trong quá trình vận chuyển của nước nóng lên mặt đất, sẽ tạo ra sự giảm áp suất rất lớn của lượng nước nóng này. Chính sự giảm áp này làm cho nước nóng bị biến đổi thành hơi nước và sinh ra công năng, làm quay turbine của máy phát điện. Lượng nước nóng không biến đổi thành hơi được lại được chuyển xuống khu vực địa nhiệt thông qua quá trình bơm ngược trong lỗ khoan-giếng bơm xuyên. Ưu điểm của phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt bằng nhà máy sử dụng nước siêu lỏng là cho công suất cao, tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp là đòi hỏi khu vực có năng lượng địa nhiệt phải có nước có áp suất cao cũng như nhiệt độ cao.



Hình 2. Nhà máy sử dụng nước siêu lỏng để phát điện (Nguyễn Hải Thanh và nnk, 2012)

3.3. Phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt bằng nhà máy hai chu trình

Các nhà máy hai chu trình sử dụng nước nóng có nhiệt độ trung bình từ 108°C đến 182°C từ khu vực địa nhiệt. Tại các hệ thống binary, chất lỏng địa nhiệt được dẫn qua bên của hệ thống trao đổi nhiệt với mục đích làm nóng chất lỏng ở đường ống dẫn tại đây. Chất lỏng này thường là các chất hữu cơ với đặc điểm là có nhiệt độ sôi thấp hơn của nước. Chất lỏng tại hệ thống trao đổi nhiệt sau khi được đun nóng đến nhiệt độ sôi sẽ chuyển thành thể hơi và đưa vào turbine của máy phát điện, làm cho turbine hoạt động, sinh ra điện năng. Phần chất lỏng địa nhiệt sau khi trao đổi nhiệt sẽ được thu gom và bơm ngược lại khu vực địa nhiệt. Do vậy, đây là chu trình khép kín và không làm ảnh hưởng nhiều đến môi trường. Ưu điểm tiếp theo của phương pháp khai thác năng lượng địa nhiệt bằng nhà máy hai chu trình là tận dụng được các nguồn địa nhiệt có nhiệt năng không quá cao do kết hợp với chất lỏng trao đổi nhiệt. Nhược điểm của phương pháp này là công suất không cao.



Hình 3. Nhà máy hai chu trình sử dụng địa nhiệt để phát điện (Nguyễn Hải Thanh và nnk., 2012)

4. Sự phân bố năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam và khả năng khai thác, ứng dụng

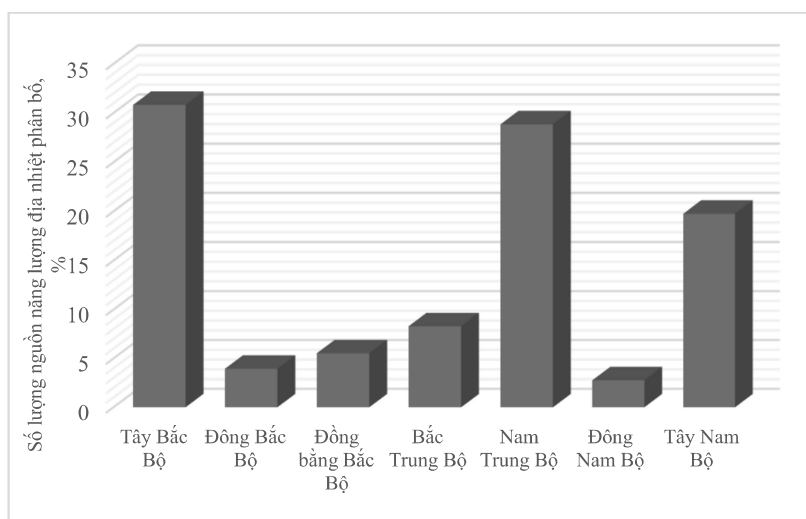
Từ các kết quả thăm dò, nghiên cứu đã được công bố bởi các nhà khoa học và các cơ quan quản lý, có thể nhận định Việt Nam là một nước có khả năng khai thác và sử dụng năng lượng địa nhiệt. Theo thống kê, Việt Nam có khoảng 300 nguồn năng lượng địa nhiệt dưới dạng các nguồn (Nguyễn Thị Tâm Thanh và nnk., 2017), suối nước nóng với nhiệt độ của các nguồn năng lượng địa nhiệt này dao động từ 30°C đến 148°C và tổng năng lượng có thể cung cấp lên đến 1400 MW (Nguyễn Thị Tâm Thanh và nnk., 2017). Các nguồn năng lượng địa nhiệt này được phân bố khá đồng đều trải theo diện tích lãnh thổ của Việt Nam, với khoảng 29,4% nguồn năng lượng địa nhiệt tập trung ở vùng Tây Bắc của Việt Nam. Nguyên nhân của hiện tượng này là khu vực Tây Bắc của Việt Nam có tồn tại 2 đứt gãy lớn, là đứt gãy Sông Hồng-Sông Chảy và đứt gãy Sơn La-Lai Châu-Điện Biên. Tại khu vực Đông Bắc, có 3 nguồn năng lượng địa nhiệt nước nóng được phát hiện, bao gồm các nguồn năng lượng địa nhiệt tại Hà Giang, Tuyên Quang và Quảng Ninh với nhiệt độ dao động từ 60°C đến 72°C. Ở khu vực Bắc Trung Bộ của Việt Nam, các nguồn địa nhiệt nước nóng được phát hiện tập trung ở các tỉnh Quảng Bình, Thừa Thiên Huế, Quảng Nam với nhiệt độ khá cao, dao động từ 95°C đến hơn 100°C. Tại khu vực Nam Trung Bộ, các nguồn địa nhiệt gắn với các suối nước nóng đã được khảo sát và cho kết quả tốt cả về số lượng và nhiệt độ (nhiệt độ dao động từ 73°C tới hơn 85°C) xuất hiện tại các tỉnh Quảng Ngãi, Khánh Hòa, Phú Yên hay tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu,.... Nguyên nhân có nhiều nguồn năng lượng địa nhiệt với nhiệt độ cao phân bố ở các vùng này, đó là do sự xuất hiện của các đứt gãy sâu, đứt gãy trẻ và song song của khu vực Vũng Tàu-Phan Rang. Với khu vực đồng bằng miền Bắc và miền Nam Việt Nam, tại các khu vực này nhìn chung không có nhiều nguồn năng lượng địa nhiệt. Một số nguồn năng lượng địa nhiệt được khảo sát thấy ở các tỉnh Thái Bình, Nam Định với nhiệt độ thăm dò được dao động từ 100°C đến 150°C, tương ứng với các lỗ khoan có độ sâu lớn (từ 1000m đến 3000m). Tại khu vực miền Nam, các nguồn địa nhiệt đã được tìm thấy với nhiệt độ cao nhất là 145°C trong các lỗ khoan có chiều sâu từ 400m đến 4500m (Nguyễn Thị Tâm Thanh và nnk., 2017; Nguyễn Hải Thanh và nnk., 2012).

Với các đặc điểm về sự phân bố, tính chất của các nguồn địa nhiệt trong Bảng 1, có thể nhận thấy Việt Nam có khả năng đầu tư, xây dựng và phát triển các hệ thống khai thác năng lượng địa nhiệt một cách hiệu quả. Các kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Tâm Thanh và nnk., 2017 đã chỉ ra rằng, tại vùng đồng

bằng sông Hồng có tầng trung hòa nhiệt ổn định 25 đến 26°C phân bố ở độ sâu dưới 10 đến 15m, tầng này có điều kiện địa chất tương đối thuận lợi cho việc áp dụng công nghệ bơm nhiệt đất để điều hòa, làm mát nhiệt độ. Các nghiên cứu và tính toán đã chỉ ra rằng, nếu có thể sử dụng được hiệu quả nguồn năng lượng địa nhiệt ở tầng nông này thì có thể cung cấp đến 37% lượng điện tiêu thụ cho các thiết bị điều hòa hiện nay tại khu vực, đặc biệt là trong thời gian mùa hè khi nhiệt độ không khí của khu vực có thể đạt được mức 40 đến 43°C. Trong khu vực đồng bằng sông Hồng, nguồn địa nhiệt có thể cung cấp tới 1,16% tổng lượng điện tiêu thụ. Ngoài ra, theo đánh giá của các chuyên gia, tuy nguồn năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam không có nhiệt độ lớn (theo kết quả trong Bảng 1), tuy nhiên, với việc sử dụng các phương pháp khai thác địa nhiệt quy mô nhỏ và phân tán, hoàn toàn có thể khai thác năng lượng địa nhiệt ở Việt Nam với hiệu quả cao, công nghệ khai thác đơn giản và chi phí thấp (chỉ cần khoan các hệ thống lỗ khoan-giếng khoan với chiều sâu khoảng 2000m là có thể vận hành và hoạt động các nhà máy địa nhiệt-điện với nhiệt độ của nguồn địa nhiệt khoảng 100°C).

Bảng 1. Phân bố nguồn năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam (Nguyễn Thị Tâm Thanh và nnk., 2017)

Nhiệt độ nguồn	Tây Bắc Bộ, Nguồn	Đông Bắc Bộ, Nguồn	Đồng bằng Bắc Bộ, Nguồn	Bắc Trung Bộ, Nguồn	Nam Trung Bộ, Nguồn	Đông Nam Bộ, Nguồn	Tây Nam Bộ, Nguồn	Số lượng nguồn địa nhiệt theo nhiệt độ, Nguồn
30-40 ⁰ C	35	5	6	5	27	5	48	131
41-60 ⁰ C	38	2	3	9	22	1	2	77
61-100 ⁰ C	5	3	2	6	24	1	0	41
>100 ⁰ C	0	0	3	1	0	0	4	4
Tổng các nguồn	78	10	14	21	73	7	50	253
Tính theo tỷ lệ với toàn quốc, %	30,83	3,95	5,53	8,3	28,85	2,77	19,76	



Hình 4. Biểu đồ phân bố các nguồn năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam

5. Kết luận

Nhu cầu về năng lượng để phục vụ cho mục đích tiêu dùng và sản xuất trên thế giới nói chung và tại Việt Nam ngày càng được đẩy cao. Đã có rất nhiều các loại năng lượng khác nhau đã và đang được nghiên cứu để khai thác và sử dụng tại Việt Nam. Theo yêu cầu bảo vệ môi trường, giữ cho trái đất không bị ô nhiễm và nóng lên, tuân thủ được các hiệp ước về bảo vệ môi trường mà Việt Nam đã tham gia trên Thế giới, các nguồn năng lượng xanh, sạch đã được nghiên cứu và áp dụng nhiều trong thực tế. Năng lượng địa nhiệt là một trong những loại năng lượng sạch, có khả năng tái tạo và có nguồn trữ lượng gần như vô tận. Năng lượng địa nhiệt có tính ổn định cao hơn so với các loại năng lượng sạch khác như năng lượng gió, thủy triều hay năng lượng mặt trời. Sử dụng năng lượng địa nhiệt sẽ giải quyết được đáng kể

các nhu cầu về năng lượng cũng như giải quyết được bài toán khó về bảo vệ môi trường trong quá trình phát triển và công nghiệp hóa. Tại Việt Nam, năng lượng địa nhiệt cũng đang bắt đầu được nghiên cứu, phát triển và sử dụng. Dựa trên các ưu, nhược điểm của năng lượng địa nhiệt cũng như tiềm năng khai thác, ứng dụng của Việt Nam, bài báo đã rút ra một số kết luận và nhận xét:

- Việt Nam có khả năng phát triển và khai thác năng lượng địa nhiệt. Số lượng nguồn địa nhiệt trung bình và lớn ở Việt Nam khoảng 300 nguồn (suối và túi nước nóng), phân bố khá đều trên lãnh thổ Việt Nam, điều này sẽ giúp cho việc khai thác và sử dụng các nguồn năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam gặp nhiều thuận lợi trong triển khai do có thể tiến hành một cách đồng thời với cùng công nghệ khai thác do các nguồn địa nhiệt ở Việt Nam khá đồng thuận về mặt tính chất và nhiệt độ của nguồn;

- Các nguồn địa nhiệt tại Việt Nam có nhiệt độ không cao, do đó, cần tập trung sử dụng công nghệ khai thác năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam là xây dựng và phát triển các nhà máy điện khai thác năng lượng địa nhiệt có công suất nhỏ, dùng nguyên lý hai vòng tuần hoàn hoặc sử dụng trực tiếp trong thực tế với các mục đích: sưởi ấm, sấy các loại vật liệu.... Một ứng dụng quan trọng của các nguồn năng lượng địa nhiệt có thể sử dụng ở Việt Nam là sử dụng bơm địa nhiệt để điều hòa nhiệt độ cho các công trình. Với đặc điểm là hầu hết các vùng đất, đá trong vỏ trái đất với chiều sâu chỉ vài mét (3m đến 20m) giữ một nhiệt độ tương đối ổn định vào khoảng 150C đến 300C quanh năm, tùy theo khí hậu và vị trí. Dựa vào đặc điểm này, có thể sử dụng bơm địa nhiệt điều hòa nhiệt độ với nguyên lý: hệ thống bơm địa nhiệt bao gồm một bơm nhiệt, một hệ thống dẫn khí, một hệ thống trao đổi nhiệt (hệ thống ống đặt chìm trong lòng đất gần công trình). Khi nhiệt độ ngoài trời lạnh, hệ thống bơm nhiệt sẽ lấy nhiệt từ hệ trao đổi nhiệt và bơm vào hệ thống dẫn nhiệt, sưởi ấm trong công trình. Vào mùa hè, khi nhiệt độ ngoài trời nóng, chu trình thực hiện lại ngược lại, bơm nhiệt lại rút nhiệt từ trong công trình và bơm vào hệ thống trao đổi nhiệt. Tuy ứng dụng bơm địa nhiệt có giá thành đầu tư ban đầu khá đắt nhưng bù lại, hiệu quả điều hòa nhiệt độ cho công trình lại rất cao, không gây ồn cũng như không gây ra các tác hại cho môi trường, công tác bảo dưỡng các thiết bị trong chu trình bơm địa nhiệt rẻ và không đòi hỏi kinh phí lớn;

- Cần có các nghiên cứu khoa học chi tiết để có thể các đánh giá chính xác về đặc điểm và trữ lượng của các nguồn năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam. Các cơ chế hỗ trợ và ưu đãi để tạo điều kiện nghiên cứu, khai thác và sử dụng năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam cũng cần các cơ quan quản lý ban hành để thúc đẩy việc sử dụng năng lượng địa nhiệt, góp phần bình ổn an ninh năng lượng và giảm thiểu sự phụ thuộc vào các nguồn năng lượng hóa thạch gây ô nhiễm môi trường, đây cũng là xu thế chung trên Thế giới về phát triển các nguồn năng lượng xanh, sạch và có khả năng tái tạo. Cũng cần có những nghiên cứu kết hợp việc sử dụng năng lượng địa nhiệt với các nguồn năng lượng khác để có thể khắc phục được những nhược điểm của từng loại năng lượng khác nhau, đảm bảo hiệu quả sử dụng cao.

Tài liệu tham khảo

Nguyễn Thị Tâm Thanh, Lương Minh Thái, Đỗ Quang Thái, 2017. Năng lượng địa nhiệt: vai trò và tác động đối với sự phát triển bền vững ở Việt Nam. *Tạp chí khoa học và công nghệ*, số 28, 29-36.

Nguyễn Hải Thanh, Nguyễn Việt Khôi, Nguyễn Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Thủy Anh, Nguyễn Thị Hương Vân, Nghiêm Đình Long, 2012. Năng lượng địa nhiệt, nguồn năng lượng sạch, nguồn năng lượng vô tận. *Đề tài NCKHSV*. Trường đại học Bách Khoa Hà Nội.

R. Shortall, B. Davidsdottir and G. Axelsson, 2015. Geothermal energy for sustainable development: A review of sustainability impacts and assessment frameworks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 44, pp. 391 - 406.

Younes N, Muhammad S. Shabbirb, Ahmed F. Siddiqic, Lubov K. Ilyashenkod, Esmail A, 2019. *Review of two decade geothermal energy development in Iran, benefits, challenges, and future policy*. *Geothermics*, vol. 77, pp. 257-266.

Hamid Kazemi, M.A. Ehyaei. Energy, 2018. Exergy, and economic analysis of a geothermal power plant. *Geo-Energy Research*, vol. 2, N. 2, pp.190-209.

Nina Rman, 2014. Analysis of long-term thermal water abstraction and its impact on low-temperature intergranular geothermal aquifers in the Mura-Zala basin, NE Slovenia. *Geothermics*, vol. 77, pp. 214-227.

ABSTRACT

Application of geothermal energy in Vietnam

Nguyen Chi Thanh¹, Nguyen Xuan Man¹, Bui Manh Tung¹, Pham Thi Nhan¹

¹*Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam.*

Today, with strong economic and social development, Vietnam has become one of the countries with great energy demand in the region and in the world. To meet the requirements of environmental protection, green and clean energy has been increasingly researched and developed, and used in Vietnam. Geothermal energy is a form of clean energy with abundant supply, which has been studied and applied a lot in the world. In Vietnam, geothermal energy is considered as one of the energy sources with good applicability. In this paper, the author has analyzed the formation origins, features, and advantages of geothermal energy. Furthermore, the paper has studied the distribution of geothermal energy in Vietnam, and the methods of geothermal energy exploitation, and made conclusions about the possibility of exploiting and using geothermal energy in Vietnam.

Keywords: geothermal energy; extraction; methods; use; research