

NEU  
HUMG

ISBN: 978-604-76-3277-0



9 786047 632770

SÁCH KHÔNG BÁN

2025



Quản lý, khai thác và sử dụng hiệu quả bền vững Tài nguyên trong nền kinh tế hội nhập  
HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA



TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT    ĐẠI HỌC KINH TẾ QUỐC DÂN

## HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

Quản lý, khai thác và sử dụng hiệu quả bền vững  
Tài nguyên trong nền kinh tế hội nhập

LẦN THỨ 2

2025



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



**TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA**

**QUẢN LÝ, KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG HIỆU QUẢ BỀN VỮNG**  
**TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN TRONG NỀN KINH TẾ HỘI NHẬP**  
**LẦN THỨ 2**

Hà Nội, 12/2025

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI**



**TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA**  
**QUẢN LÝ, KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG HIỆU QUẢ BỀN VỮNG**  
**TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN TRONG NỀN KINH TẾ HỘI NHẬP – LẦN THỨ 2**



**BAN KHOA HỌC**

1. GS.TS Trần Thanh Hải, HUMG
2. PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, HUMG
3. PGS.TS Lê Quang Duyên, HUMG
4. PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, HUMG
5. PGS.TS Ngô Thị Phương Thảo, NEU
6. TS. Nguyễn Thị Lan Anh, NEU
7. PGS.TS Lê Minh Thông, HUMG
8. PGS.TS Đỗ Văn Bình, HUMG
9. PGS.TS Lê Đức Tình, HUMG
10. PGS.TS Lê Ngọc Ánh, HUMG
11. TS. Tô Xuân Bản, HUMG

**BAN BIÊN TẬP**

1. PGS.TS Tống Thị Thanh Hương, HUMG
2. TS Nguyễn Khắc Long, HUMG
3. TS Nguyễn Tiến Hưng, HUMG
4. PGS.TS Nguyễn Anh Tuấn, HUMG
5. PGS.TS Nguyễn Văn Thịnh, HUMG
6. PGS.TS Lê Ngọc Ánh, HUMG
7. TS. Công Ngọc Thắng, HUMG
8. TS. Trần Danh Hùng, HUMG
9. TS. Nguyễn Tiến Hùng, HUMG
10. TS. Nguyễn Thanh Lâm, NEU
11. TS. Nguyễn Trần Tuấn, NEU
12. TS. Nguyễn Thị Lan Anh, NEU
13. TS. Phan Thị Hồng, HUMG
14. TS. Phạm Trung Kiên, HUMG
15. ThS. Nguyễn Văn Thành, HUMG
16. ThS. Trương Văn Từ, HUMG
17. ThS. Nguyễn Duy Mười, HUMG
18. ThS. Bùi Thị Ngân, HUMG
19. ThS. Nguyễn Thanh Tuấn, HUMG



**TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA**  
**QUẢN LÝ, KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG HIỆU QUẢ BỀN VỮNG**  
**TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN TRONG NỀN KINH TẾ HỘI NHẬP – LẦN THỨ 2**



## Mục lục

|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| The erosion and accretion at Day River mouth, Vietnam. <i>Ban Xuan To<sup>1</sup></i> .....                                                                                                                                                                                                   | 1   |
| Mô hình hệ sinh thái số hóa toàn diện cho ngành than Việt Nam – Từ sản xuất đến tiêu thụ, <i>Nguyen Duc Thang<sup>1,*</sup>, Nguyen Thi Huong<sup>1</sup></i> .....                                                                                                                           | 15  |
| Tối ưu hóa nứt vỉa thủy lực cho giếng khí-condensate trong điều kiện áp suất cao nhiệt độ cao (HPHT), <i>Trương Văn Từ<sup>1,*</sup>, Nguyễn Khắc Long<sup>1</sup></i> .....                                                                                                                  | 23  |
| Ứng dụng công nghệ số vào việc nghiên cứu và sản xuất năng lượng xanh và năng lượng tái tạo, <i>Nguyễn Thị Hải Yến<sup>1</sup></i> .....                                                                                                                                                      | 31  |
| Tác động của năng lượng xanh và chuyển đổi số đến năng lực cạnh tranh quốc gia: Phân tích dữ liệu bảng giai đoạn 2010 – 2024, <i>Nghiêm Xuân Khoát<sup>1</sup>, Dang Thị Minh Hien<sup>2</sup></i> .....                                                                                      | 37  |
| Phát triển du lịch địa chất tại các công viên địa chất toàn cầu ở Việt Nam: Thực trạng và giải pháp, <i>Lê Minh Thống<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                                                 | 46  |
| Chuyển đổi số trong quản lý và giám sát hoạt động khoáng sản bằng công nghệ WebGis, áp dụng cho tỉnh Lai Châu, <i>Trương Xuân Bình<sup>1,*</sup>, Phạm An Cường<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Hải Yến<sup>1</sup>, Phạm Văn Đồng<sup>1</sup></i> .....                                              | 52  |
| Phân vùng triển vọng dầu khí theo phương pháp gradient chuẩn hóa toàn phần tài liệu trọng lực khu vực biển Đông Nam Việt Nam, <i>Trần Tuấn Dương<sup>1,2,*</sup>, Nguyễn Phương Nam<sup>1</sup></i> .....                                                                                     | 60  |
| Hiệu quả của phương pháp địa vật lý lỗ khoan trong đánh giá, thăm dò quặng urani vùng trũng Nông Sơn, phục vụ phát triển điện hạt nhân ở Việt Nam, <i>Nguyễn Văn Tuyên<sup>1,*</sup>, Lê Khánh Phôn<sup>2</sup>, Trần Danh Hùng<sup>3</sup></i> .....                                         | 72  |
| Công nghệ BESS trong hệ thống năng lượng tái tạo: đánh giá tổng quan về kinh tế, kỹ thuật và một số bài học kinh nghiệm từ thế giới, <i>Lê Xuân Thành<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                 | 82  |
| Quản lý nguồn tài nguyên đất xây dựng và nước dưới đất phục vụ phát triển công trình ngầm đô thị Hà Nội, <i>Nguyễn Thị Nụ<sup>1,*</sup>, Bùi Trường Sơn<sup>1</sup></i> .....                                                                                                                 | 91  |
| Tài nguyên và phát triển bền vững: Vai trò của chính sách công trong nền kinh tế thị trường định hướng xã hội chủ nghĩa, <i>Võ Thị Hồng Hạnh<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                          | 99  |
| Tổng quan về sự tham gia của cộng đồng trong thực hiện Hiệp định đối tác tự nguyện Việt Nam – Liên minh Châu Âu về thực thi Luật lâm nghiệp, quản trị rừng và thương mại lâm sản, <i>Nguyễn Thị Thu Giang<sup>1</sup>, Ngô Thị Phương Thảo<sup>2</sup>, Nguyễn Hữu Dũng<sup>2</sup></i> ..... | 105 |
| Giải pháp kiểm soát bụi trong khai thác khoáng sản tại Việt Nam – Hiện trạng, thách thức và hướng phát triển bền vững, <i>Nguyễn Văn Thành<sup>1,*</sup>, Nguyễn Trần Tuấn<sup>1</sup>, Doãn Thị Trâm<sup>1</sup>, Tô Hữu Toàn<sup>1</sup>, Lê Văn Nam<sup>1</sup></i> .....                  | 114 |
| Công nghệ đốt rác phát điện (WTE) ở Việt Nam : Thực trạng, thách thức và bài học kinh nghiệm từ khu vực và thế giới, <i>Lê Xuân Thành<sup>1</sup></i> .....                                                                                                                                   | 120 |
| Nội hàm và cấu trúc của tài nguyên dữ liệu tài nguyên: Nền tảng cho chuyển dịch tư duy trong khai thác và quản lý tài nguyên, <i>Nguyễn Văn Hải<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                       | 131 |
| Năng lượng tái tạo cho phát triển kinh tế và xu hướng chuyển dịch năng lượng ở Việt Nam, <i>Nguyễn Văn Thịnh<sup>1,*</sup>, Lê Đức Vinh<sup>1</sup></i> .....                                                                                                                                 | 140 |
| Năng lượng xanh trong chiến lược phát triển bền vững: Từ xu thế quốc tế đến thực tiễn Việt Nam, <i>Trình Quốc Hưng<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                                                    | 149 |
| Nghiên cứu nâng cao độ tin cậy của thiết bị hoàn thiện giếng khí tại mỏ Thiên Ưng thông qua thiết kế ống khai thác và lựa chọn vật liệu tích hợp, <i>Lê Đức Vinh<sup>1</sup>, Trương Văn Từ<sup>1,*</sup>, Nguyễn Khắc Long<sup>1</sup></i> .....                                             | 153 |
| Nghiên cứu giải pháp tháo nước, tháo khí Mêtan trong các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh nhằm đảm bảo an toàn lao động và môi trường sinh thái, <i>Nguyễn Trần Tuấn<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                    | 160 |
| Chuyển đổi số trong quản lý tài nguyên tại Việt Nam, <i>Trần Đăng Khoa<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                                                                                                | 167 |
| Kinh tế số và chuyển đổi số trong quản trị tài nguyên: Mô hình tác động đến hiệu quả sử dụng tài nguyên công, <i>Nghiêm Xuân Khoát<sup>*</sup></i> .....                                                                                                                                      | 175 |



**TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA**  
**QUẢN LÝ, KHAI THÁC VÀ SỬ DỤNG HIỆU QUẢ BỀN VỮNG**  
**TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN TRONG NỀN KINH TẾ HỘI NHẬP – LẦN THỨ 2**



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quản lý và sử dụng hợp lý Puzolan Đắc Nông phục vụ xây dựng công trình, <i>Bùi Trường Sơn<sup>1,*</sup>, Vũ Bá Thao<sup>2</sup></i> .....                                                                                                                                                                                                                           | 186 |
| Tích hợp các yếu tố môi trường, xã hội và quản trị - ESG trong quản lý toà nhà trên thế giới và bài học cho Việt Nam, <i>Nguyễn Thị Tùng Phương<sup>1,*</sup>, Mai Công Quyền<sup>2</sup></i> .....                                                                                                                                                                 | 191 |
| Kinh nghiệm phát triển thị trường bất động sản gắn với thúc đẩy phát triển kinh tế bền vững: trường hợp Úc và Hàn Quốc, <i>Nguyễn Thị Lan Anh<sup>1,*</sup>, Dương Văn Bầy<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Hồng Vân<sup>1</sup></i> .....                                                                                                                                   | 200 |
| Thích ứng với Thẻ Vàng IUU của Liên minh châu Âu: Sinh kế hộ gia đình thủy sản và chiến lược ứng phó của Hàn Quốc và Philippines, <i>Nguyễn Thị Lan Anh<sup>1,*</sup>, Mai Công Quyền<sup>2</sup></i> .....                                                                                                                                                         | 205 |
| Tổng quan về chính sách liên quan đến tích tụ, tập trung đất nông nghiệp tại Việt Nam, <i>Trần Mai Hương<sup>1,*</sup>, Nguyễn Thắng Trung<sup>1</sup></i> .....                                                                                                                                                                                                    | 209 |
| Hợp tác năng lượng Việt nam – Nga: động thái biến đổi và lựa chọn chiến lược, <i>Ngô Thị Phương Thảo<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                                                                                                                                        | 219 |
| Tích tụ và tập trung đất cho sản xuất nông nghiệp bền vững ở vùng Đồng bằng sông Hồng, <i>Trần Mai Hương<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                                                                                                                                    | 227 |
| Ảnh hưởng của diễn biến giá dầu thô quốc tế và các yếu tố nội sinh của thị trường dầu thô Việt Nam, <i>Nguyễn Duy Khánh<sup>1,*</sup>, Lê Thị Lan Anh<sup>1</sup>, Đỗ Đức Anh<sup>1</sup>, Phan Thị Quỳnh Anh<sup>1</sup>, Nguyễn Ngọc Linh<sup>1</sup></i> .....                                                                                                   | 237 |
| Các yếu tố tác động đến ý định mua nông sản của người tiêu dùng thông qua livestream tại Việt Nam, <i>Đỗ Thanh An<sup>1</sup>, Nghiêm Bá Khánh Linh<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Minh Ngọc<sup>1</sup>, Phạm Mai Hương<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                           | 245 |
| Chính sách giá điện năng lượng tái tạo: bối cảnh hiện tại và đề xuất cho Việt Nam, <i>Nguyễn Như Trang<sup>1,*</sup>, Đặng Phi Trường<sup>2</sup>, Hoàng Mạnh Hùng<sup>3</sup></i> .....                                                                                                                                                                            | 255 |
| Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi tham gia bảo vệ rừng của cộng đồng dân cư tại phường Tô Hiệu, tỉnh Sơn La, <i>Phương Lê Ngọc Linh<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                                                                                               | 262 |
| Tâm lý trong hoạt động đầu tư bất động sản của nhà đầu tư cá nhân tại Việt Nam, <i>Hoàng Thị Thúy Quỳnh<sup>1,*</sup>, Bùi Phương Linh<sup>1</sup>, Trịnh Phương Uyên<sup>1</sup>, Triệu Thu Trang<sup>1</sup>, Phạm Nguyễn Mai Anh<sup>1</sup></i> .....                                                                                                           | 268 |
| Chuyển dịch cơ cấu kinh tế tỉnh Bình Dương theo hướng tăng trưởng xanh – thực trạng và giải pháp, <i>Võ Thị Hòa Loan<sup>1,*</sup></i> .....                                                                                                                                                                                                                        | 275 |
| Công nghệ đốt kèm amoniac trong các nhà máy điện than: Hiện trạng, thách thức và triển vọng giảm phát thải CO <sub>2</sub> , <i>Lê Quang Duyên<sup>1,*</sup>, Nguyễn Văn Thành<sup>1</sup>, Nguyễn Quốc Nam<sup>2</sup></i> .....                                                                                                                                   | 281 |
| Wood - Based Phase Change Materials: A Sustainable Solution for Energy Efficiency and Resource Management, <i>Le Duc Tho<sup>1</sup>, Nguyen Thi Thanh Bao<sup>2</sup>, Tran Ngoc Tuan<sup>1</sup>, Nguyen Khac Long<sup>1</sup>, Nguyen Van Thanh<sup>1</sup>, Truong Van Tu<sup>1</sup>, Le Quang Duyen<sup>1</sup>, Tong Thi Thanh Huong<sup>1,*</sup></i> ..... | 290 |



## Quản lý và sử dụng hợp lý Puzzolan Đắc Nông phục vụ xây dựng công trình

Bùi Trường Sơn<sup>1,\*</sup>, Vũ Bá Thao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nhóm nghiên cứu EEG, Trường Đại học Mở - Địa chất

<sup>2</sup>Viện Thủy công - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

### **Tóm tắt**

Puzzolan Đắc Nông là nguồn tài nguyên khoáng sản tự nhiên có giá trị chiến lược, hình thành từ hoạt động núi lửa trẻ tại khu vực Tây Nguyên. Với thành phần hóa học giàu  $\text{SiO}_2$  và  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ở trạng thái vô định hình có hoạt tính pozzolanic cao, puzzolan có thể thay thế một phần clinker trong xi măng, giúp giảm tiêu hao năng lượng, giảm phát thải  $\text{CO}_2$  và nâng cao độ bền của bê tông. Tuy nhiên, nguồn tài nguyên này vẫn chưa được khai thác và quản lý dưới một cơ chế đặc thù phù hợp với bản chất vật liệu, chưa có tiêu chuẩn kỹ thuật địa phương làm căn cứ định chuẩn sử dụng, chưa có cơ chế khuyến khích đủ mạnh để chuyển hóa từ tiềm năng tài nguyên sang giá trị kinh tế thực tế. Bài báo tập trung phân tích cơ sở khoa học - pháp lý của puzzolan tự nhiên, đánh giá hiện trạng trữ lượng, mức độ ứng dụng và các tồn tại trong quản lý puzzolan Đắc Nông, từ đó đề xuất các giải pháp tích hợp gồm quản lý nhà nước - quy hoạch tài nguyên, khoa học - công nghệ, kinh tế - xã hội và chính sách phát triển bền vững, nhằm khai thác, chế biến và sử dụng hợp lý nguồn vật liệu này, góp phần phát triển vật liệu xây dựng xanh và mục tiêu Net Zero tại Việt Nam.

*Từ khóa:* Đắc Nông; quản lý tài nguyên khoáng sản; vật liệu xây dựng xanh; Net Zero.

### **1. Mở đầu**

Trong xu thế chuyển đổi kinh tế xanh và thực hiện cam kết Net Zero, yêu cầu giảm phát thải trong ngành vật liệu xây dựng trở thành yêu cầu cấp thiết của Việt Nam. Ngành xi măng hiện đang là một trong những ngành phát thải lớn nhất do phụ thuộc clinker, do đó định hướng giảm clinker bằng vật liệu khoáng hoạt tính tự nhiên là hướng đi quan trọng trong chiến lược vật liệu xây dựng quốc gia (Bộ Xây dựng, 2020). Trong bối cảnh đó, puzzolan Đắc Nông (nay thuộc tỉnh Lâm Đồng) được coi như một nguồn vật liệu nguyên sinh bản địa có khả năng đóng góp trực tiếp vào cắt giảm phát thải khí nhà kính thông qua cơ chế thay thế clinker trong xi măng. Đắc Nông là khu vực có nguồn gốc núi lửa đặc trưng thuộc trường núi lửa trẻ Tây Nguyên, có các lớp tro núi lửa, tuf bazan và bazan phong hóa phân bố rộng, tạo ra nguồn puzzolan tự nhiên có hoạt tính cao. Các nghiên cứu của Viện Thủy công (2019) và Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam (2023) đã xác định trữ lượng dự báo lên tới khoảng 80 - 85 triệu tấn, phân bố tập trung tại Krông Nô, Quảng Phú, Buôn Choah, Năm Kar, Năm D'ông và Tà Đùng. Hiệu quả kỹ thuật và lợi ích kinh tế tiềm năng từ việc sử dụng puzzolan Đắc Nông đã được chứng minh qua các mô hình thực nghiệm trong khuôn khổ đề tài ĐTĐL.CN-55/16.

Tuy nhiên, việc khai thác và sử dụng puzzolan hiện vẫn còn thiếu cơ chế quản lý phù hợp, chưa được chuẩn hóa theo đúng nhóm vật liệu khoáng hoạt tính đặc thù, và thiếu quy hoạch - tiêu chuẩn kỹ thuật riêng. Báo cáo được thực hiện nhằm đặt lại vấn đề quản trị tài nguyên puzzolan theo hướng tiếp cận tích hợp, hướng tới mục tiêu tối ưu hóa giá trị sử dụng của puzzolan Đắc Nông, đóng góp cho phát triển vật liệu xây dựng xanh và phát triển bền vững hạ tầng vùng Tây Nguyên.

### **2. Cơ sở khoa học, pháp lý cho quản lý puzzolan Đắc Nông**

#### **2.1. Puzzolan tự nhiên và puzzolan nhân tạo**

Puzzolan tự nhiên (Natural Pozzolan) là vật liệu khoáng được hình thành từ các quá trình địa chất tự nhiên, chủ yếu là hoạt động phun trào núi lửa và quá trình phong hóa sau đó của tro núi lửa, tuf, bazan vesicular hoặc các đá magma chứa silica vô định hình. Các vật liệu này có hoạt tính pozzolanic tự sinh, không cần qua quá trình nung luyện nhiệt công nghiệp, và có thành phần hóa học giàu  $\text{SiO}_2$  vô định hình,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  và  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , với tổng ba oxit thường > 70 - 75% theo ASTM C618. Đặc điểm cốt lõi của puzzolan tự nhiên là hoạt tính pozzolanic có nguồn gốc từ cấu trúc vô định hình của silica - alumina nên giá trị của loại vật liệu này gắn với tài nguyên địa chất nguyên sinh và không phụ thuộc vào chuỗi sản xuất công nghiệp.

*\* Tác giả liên hệ*

Email: buitruongson@humg.edu.vn

Trong khi đó, puzolan nhân tạo (Artificial Pozzolan/Supplementary Cementitious Material - SCM) là vật liệu chứa silica vô định hình được tạo ra như sản phẩm phụ từ các quá trình công nghiệp, ví dụ: tro bay (Fly Ash) từ nhà máy nhiệt điện than, xỉ lò cao hạt hóa (GGBFS) từ luyện kim, tro trấu nghiền mịn (RHA) từ công nghiệp nông nghiệp, silica fume từ công nghiệp ferrosilicon,... Những vật liệu này không có nguồn gốc tự nhiên nguyên sinh mà được “kích hoạt” hoạt tính thông qua quá trình nhiệt luyện hoặc quá trình công nghệ công nghiệp. Giá trị hoá học - kỹ thuật của chúng phụ thuộc vào công nghệ sản xuất, điều kiện đốt, tốc độ làm nguội, thành phần nhiên liệu, hệ thống thu bụi và tiêu chuẩn kiểm soát chất lượng. Puzolan nhân tạo vì vậy có độ dao động thành phần lớn hơn và yêu cầu hệ thống quản lý chất lượng vật liệu nghiêm ngặt hơn.

Xét góc độ chính sách và quản lý tài nguyên khoáng sản - hai hệ vật liệu này thuộc hai vùng quyền quản trị hoàn toàn khác nhau. Puzolan tự nhiên thuộc phạm vi điều chỉnh của Luật Khoáng sản 2010; việc khai thác, vận chuyển, chế biến, hoàn nguyên môi trường chịu quản lý tài nguyên nhà nước và phải cấp phép theo quy hoạch khoáng sản. Trong khi đó, SCM nhân tạo không phải tài nguyên khoáng sản, mà thuộc quản lý chuỗi sản xuất - môi trường - công nghiệp (Luật BVMT 2020, quy chuẩn ngành năng lượng & luyện kim). Như vậy, việc xây dựng chính sách phát triển puzolan tự nhiên Đắk Nông phải đặt rõ ranh giới phân loại này, vì nếu không phân định, quản lý sẽ bị nhập nhằng giữa tài nguyên địa chất và phụ phẩm công nghiệp.

Ngoài ra, xét góc độ Carbon Emission Accounting - puzolan tự nhiên có tính “carbon benefit intrinsic” vì không tạo CO<sub>2</sub> chủ động trong quá trình sinh thành (EF = gần 0), trong khi SCM nhân tạo về bản chất nằm trong dòng carbon của ngành sản xuất khác (thermo-industrial based). Do đó, sử dụng puzolan tự nhiên để thay thế clinker mang ý nghĩa “tránh phát thải sơ cấp mới”, còn sử dụng SCM nhân tạo chủ yếu mang tính “thu hồi giá trị phụ phẩm” (industrial circular recovery).

## **2.2. Cơ sở khoa học, pháp lý cho quản lý puzolan Đắk Nông**

Puzolan tự nhiên về bản chất là vật liệu khoáng giàu silica và alumina ở trạng thái vô định hình, có khả năng phản ứng pozzolanic với Ca(OH)<sub>2</sub> trong môi trường kiềm để tạo thành các sản phẩm C-S-H và C-A-H là những pha quyết định cường độ và độ bền lâu dài của bê tông. Giá trị vật liệu của puzolan hình thành chủ yếu thông qua hoạt tính pozzolanic, vì vậy tính kinh tế của vật liệu này không nằm ở dạng nguyên khai mà ở dạng vật liệu chế biến mịn đạt tiêu chuẩn. Điều này cho thấy puzolan thuộc nhóm tài nguyên có giá trị gia tăng sau chế biến, do đó quản lý phải tiếp cận theo hướng “tài nguyên vật liệu công nghiệp”, không đồng nhất với nhóm vật liệu đất - đá san lấp truyền thống. Đối với puzolan Đắk Nông, với tính chất đặc trưng địa chất núi lửa tạo ra nguồn silica vô định hình cao, giúp vật liệu có hoạt tính tự nhiên tốt, phù hợp sử dụng trong xi măng - bê tông theo các tiêu chuẩn quốc tế như ASTM C618 (2022) và TCVN 6882:2016.

Khung pháp lý hiện hành điều chỉnh puzolan tại Việt Nam chủ yếu dựa trên Luật Khoáng sản 2010, Nghị định 158/2016/NĐ-CP và Luật Bảo vệ môi trường 2020. Tuy nhiên, hệ thống pháp luật hiện chưa phân loại puzolan vào nhóm vật liệu khoáng hoạt tính đặc thù, dẫn đến chưa có cơ chế quản lý riêng và các hướng dẫn kỹ thuật phù hợp cho loại vật liệu này. Trong khi đó, các chính sách quốc gia gồm Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn 2050 (Bộ Xây dựng, 2020) và Chiến lược tăng trưởng xanh đều nhấn mạnh yêu cầu tăng sử dụng vật liệu có hoạt tính tự nhiên để giảm tiêu hao năng lượng và giảm phát thải carbon trong ngành xi măng.

Đối với tỉnh Đắk Nông (nay thuộc tỉnh Lâm Đồng), yêu cầu quản lý càng cần chi tiết hơn khi một phần diện tích phân bố Puzolan nằm trong không gian Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông, đòi hỏi khai thác trong tương lai cần đảm bảo đồng thời yêu cầu bảo tồn cảnh quan địa chất và yêu cầu phát triển kinh tế địa phương.

## **2.3. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu**

Trong báo cáo này sử dụng phương pháp tiếp cận liên ngành, kết hợp phân tích tài liệu thứ cấp, khảo sát thực địa và phân tích chính sách. Nguồn dữ liệu thứ cấp được thu thập từ các báo cáo địa chất - khoáng sản của Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam (2023), báo cáo tổng kết đề tài ĐTĐL.CN-55/16 của Viện Thủy công (2019), cùng các chiến lược quốc gia liên quan vật liệu xây dựng xanh và kinh tế tuần hoàn do Bộ Xây dựng và Chính phủ ban hành. Khảo sát thực địa được tiến hành tại các khu vực có dấu hiệu phân bố puzolan tự nhiên, bao gồm Krông Nô, Quảng Phú, Buôn Choah, Nâm Kar và Tà Đùng, nhằm đánh giá trực tiếp trạng thái địa chất - vật liệu và thu mẫu phục vụ phân tích đặc tính khoáng học - hóa học theo TCVN 6882:2016 và ASTM C618.

Phương pháp đánh giá hiện trạng quản lý dựa trên phân tích hệ thống văn bản pháp lý điều chỉnh hoạt động khai thác, chế biến, sử dụng vật liệu khoáng tại tỉnh Đắk Nông, kết hợp phỏng vấn chuyên gia và doanh nghiệp địa phương. Phương pháp phân tích so sánh và tổng hợp được sử dụng để đối chiếu mô

hình quản lý puzolan tại một số quốc gia có điều kiện địa chất tương đồng với Tây Nguyên, từ đó rút ra các bài học tham chiếu cho xây dựng mô hình quản lý phù hợp tại Việt Nam.

### 3. Hiện trạng tài nguyên và sử dụng puzolan Đắk Nông

#### 3.1. Đặc điểm puzolan Đắk Nông

Puzolan Đắk Nông phân bố tập trung chủ yếu tại các khu vực Krông Nô, Quảng Phú, Buôn Choáh, Năm Kar, Năm D'rông và Tà Đùng, với dạng tồn tại chính là tro núi lửa, tuf bazan và bazan phong hóa. Các điều tra địa chất và nghiên cứu của Viện Thủy công (2019) và Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam (2023) cho thấy tổng trữ lượng dự báo Puzolan Đắk Nông đạt khoảng 80 - 85 triệu tấn, với thành phần  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  lớn hơn 70%, đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật phục vụ phụ gia khoáng hoạt tính trong bê tông và xi măng. Kết quả nghiên cứu thành phần khoáng vật, thạch học, hóa học trình bày trong bảng 1, bảng 2 và bảng 3.

*Bảng 1. Tổng hợp kết quả phân tích thành phần khoáng vật mẫu puzolan tự nhiên*

| Mô vật liệu                                      | Augit (%) | Forsterit (%) | Thạch anh (%) | Hematit (%) | Cristobalit (%) | Lepidocrocit (%) | Albit (%) |
|--------------------------------------------------|-----------|---------------|---------------|-------------|-----------------|------------------|-----------|
| Mô Quảng Phú 1, xã Quảng Phú, Krông Nô, Đắk Nông | 28-29     | 22-2          | 4-5           | 11          | 1-2             | 5-6              | 26-27     |
| Mô Quảng Phú 2, xã Quảng Phú, Krông Nô, Đắk Nông | 26-27     | 23-24         | 6             | 12-13       | 1-2             | 4-5              | 25-26     |
| Mô Đèo 52, xã Quảng Phú, Krông Nô, Đắk Nông      | 25        | 24            | 5             | 13          | 3               | 3                | 27        |
| Mô Buôn Choáh, Krông Nô, Đắk Nông                | 24        | 24            | 7             | 10          | 2               | 5                | 28        |

*Bảng 2. Tổng hợp thành phần khoáng vật phân tích thạch học mẫu puzolan tự nhiên*

| Mô vật liệu    | Ban tinh (%) | Pyroxen (%) | Olivin (%) | Nền (%) | Plagioclaz (%) | Pyroxen xiên (%) | Quặng (%) |
|----------------|--------------|-------------|------------|---------|----------------|------------------|-----------|
| Mô Quảng Phú 1 | 39-40        | 22-26       | 16-21      | 60-61   | 24-31          | 21-24            | 7-9       |
| Mô Quảng Phú 2 | 41-42        | 20-22       | 17-21      | 58-59   | 28-32          | 21-23            | 6-9       |
| Mô Đèo 52      | 44           | 23-25       | 18-20      | 56      | 27-29          | 22-24            | 6-7       |
| Mô Buôn Choáh  | 40           | 21-23       | 19-21      | 60      | 29-31          | 21-23            | 8-10      |

Từ kết quả nghiên cứu trong bảng 1 và bảng 2 cho thấy puzolan Đắk Nông có các loại khoáng chất khá tốt, phần lớn đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và công nghệ của phụ gia hoạt tính, nứa hoạt tính trong sản xuất xi măng và có thể làm chất kết dính để cải tạo đất tại chỗ.

*Bảng 3. Tổng hợp kết quả phân tích thành phần hóa học mẫu puzolan tự nhiên*

| Tên mô vật liệu | $\text{SiO}_2$ (%) | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (%) | $\text{Al}_2\text{O}_3$ (%) | CaO (%)   | MgO (%)  |
|-----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|----------|
| Mô Quảng Phú 1  | 45.53 -47.95       | 12.34 – 13.02               | 12.80-3.72                  | 8.8-9.2   | 8.8-10.4 |
| Mô Quảng Phú 2  | 45.83-47.39        | 12.28-14.1                  | 12.73-4.21                  | 7.8-9.0   | 7.4-8.9  |
| Mô Đèo 52       | 42.34-47.28        | 13.28-15.32                 | 11.93-5.32                  | 8.2-12.3  | 7.3-10.3 |
| Mô Buôn Choáh   | 44.43-48.23        | 12.83-14.28                 | 13.29-6.43                  | 10.2-13.2 | 7.3-9.2  |

Bảng 3 thể hiện kết quả phân tích thành phần hóa học của puzolan tại các mô nghiên cứu. Qua kết quả nghiên cứu cho thấy tổng của  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  đạt từ 71.76 đến 78.94% (>70%). Hàm lượng thành phần trong mẫu puzolan đều đảm bảo chất lượng, tuy nhiên hàm lượng  $\text{SiO}_2$  cao nên màu sắc khi phong hóa có màu nâu xám, xám đen. Các mẫu thí nghiệm đều có các loại khoáng chất khá tốt. Độ hút vôi của puzolan đạt độ hoạt tính trung bình. Các mẫu puzolan tự nhiên đều đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và công nghệ của phụ gia hoạt tính, nứa hoạt tính trong sản xuất xi măng và đặc biệt có thể làm chất kết dính để cải tạo đất tại chỗ.

#### 3.2. Hiện trạng sử dụng puzolan Đắk Nông trong xây dựng công trình

Đến thời điểm hiện nay, chưa có mô puzolan nào trên địa bàn tỉnh được cấp phép khai thác thương mại chính thức, tuy nhiên nhiều hoạt động khai thác thử nghiệm và nghiên cứu pilot đã được triển khai thông qua các đề tài khoa học cấp Nhà nước, cùng với sự quan tâm bước đầu của một số doanh nghiệp vật liệu xây dựng trong khu vực. Các mô hình thực nghiệm trong đề tài ĐTĐL.CN-55/16 đã chứng minh khả năng sử dụng puzolan Đắk Nông trong kết cấu đường giao thông nông thôn và cấu kiện bê tông đúc sẵn phục vụ công trình thủy lợi quy mô nhỏ, đạt yêu cầu kỹ thuật và mang lại hiệu quả về chi phí vật liệu.

Việc nghiên cứu và ứng dụng puzolan tự nhiên Đắk Nông vào xây dựng và bảo trì công trình giao thông, thủy lợi đã được cụ thể hóa trong Đề tài Độc lập cấp Nhà nước (ĐTĐL.CN-55/16) do Viện Thủy

công chủ trì. Kết quả của đề tài đã chứng minh được khả năng thay thế một phần xi măng bằng puzolan tự nhiên, tạo ra xi măng puzolan đặc chủng, đồng thời phát triển các công nghệ gia cố đất và sản xuất cấu kiện bê tông đúc sẵn ACB phù hợp với điều kiện địa phương.

Về mặt khoa học, nghiên cứu đã làm rõ cơ chế phản ứng pozzolanic giữa các thành phần  $\text{SiO}_2$  vô định hình -  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , chứng minh được khả năng hoạt tính cao của puzolan Đắc Nông trong môi trường ẩm. Việc sử dụng puzolan nghiền mịn kết hợp xi măng và vôi cho phép tăng độ đặc chắc, giảm độ thấm, nâng cao cường độ lâu dài của vật liệu. Các thử nghiệm trong phòng và hiện trường cho thấy đất bazan trộn 8 - 12% puzolan và 4 - 6% xi măng có thể đạt cường độ kháng nén trên 2,5 MPa, đủ điều kiện làm lớp móng và mặt đường giao thông nông thôn.

Về mặt thực tiễn, Đắc Nông đã xây dựng hai mô hình thí điểm: (1) Tuyến đường giao thông nông thôn bằng đất tại chỗ gia cố puzolan - xi măng - vôi; (2) Trần sự cố đập đất sử dụng cấu kiện bê tông đúc sẵn ACB có puzolan tự nhiên. Cả hai mô hình đều đạt kết quả tốt, giúp giảm 20 - 30% chi phí vật liệu, rút ngắn thời gian thi công, và tăng độ bền, chống thấm, chống xói mòn so với các kết cấu truyền thống.

Không chỉ mang lại hiệu quả kỹ thuật và kinh tế, việc ứng dụng puzolan tự nhiên còn góp phần giải quyết bài toán xã hội và môi trường: giảm khai thác cát sông, giảm phát thải khí nhà kính, tận dụng tài nguyên địa phương, tạo việc làm và thúc đẩy công nghiệp vật liệu ở Đắc Nông. Đặc biệt, nhờ dự án, các doanh nghiệp địa phương như Công ty cổ phần Công nghiệp Đắc Nông và Nhà máy puzolan Đức Thành đã có cơ hội tiếp nhận công nghệ sản xuất xi măng puzolan đặc chủng và tấm bê tông rung ép ACB, mở ra hướng phát triển công nghiệp vật liệu xanh bền vững cho tỉnh.

Từ góc độ quản lý tài nguyên, vấn đề đặt ra hiện nay không chỉ là khai thác và chế biến puzolan, mà là xây dựng một cơ chế quản lý tổng hợp, liên ngành nhằm đảm bảo vừa khai thác hiệu quả, vừa bảo vệ môi trường, vừa đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế địa phương.

Các hạn chế chủ yếu trong khai thác và quản lý puzolan Đắc Nông hiện nay nằm ở việc thiếu định danh pháp lý rõ ràng đối với loại vật liệu này, thiếu tiêu chuẩn kỹ thuật địa phương làm cơ sở chứng nhận chất lượng, và thiếu cơ chế khuyến khích đầu tư phù hợp để triển khai dây chuyền nghiền - chế biến sâu. Việc quản lý còn thiếu cơ chế phối hợp liên ngành, dẫn đến chưa có công cụ vận hành quản trị tài nguyên hiệu quả, cũng như chưa hình thành thị trường tiêu thụ vật liệu ổn định. Sự có mặt của puzolan Đắc Nông trong không gian Công viên địa chất Toàn cầu UNESCO đặt ra yêu cầu quản lý trong tương lai cần kết hợp hài hòa mục tiêu bảo tồn tài nguyên địa chất và mục tiêu phát triển kinh tế địa phương.

Như vậy, các tiền đề khoa học - công nghệ cho sử dụng puzolan Đắc Nông đã được chứng minh, vấn đề trọng tâm đặt ra hiện nay chuyển sang yêu cầu hoàn thiện cơ chế quản lý và chính sách triển khai.

#### **4. Định hướng và giải pháp quản lý - khai thác - sử dụng bền vững puzolan Đắc Nông**

Định hướng chiến lược phát triển puzolan Đắc Nông cần đặt trong tổng thể mục tiêu chuyển đổi xanh, kinh tế tuần hoàn ngành vật liệu xây dựng và nhu cầu tự chủ nguồn tài nguyên phụ gia khoáng cho ngành xi măng tại Việt Nam.

Mục tiêu tổng thể là khai thác, chế biến và sử dụng puzolan Đắc Nông theo hướng bền vững, vừa đảm bảo hiệu quả kinh tế, vừa giảm phát thải khí nhà kính, đồng thời phù hợp với điều kiện đặc thù về địa chất và phân bố tài nguyên tại địa phương. Định hướng đến năm 2035 cần hoàn thiện công tác điều tra chi tiết, đưa puzolan Đắc Nông vào quy hoạch vật liệu xây dựng thông thường của tỉnh, hình thành công nghiệp chế biến sâu, mở rộng ứng dụng vật liệu trong hạ tầng giao thông - thủy lợi và công trình công cộng, và từng bước gia tăng tỷ lệ sử dụng vật liệu có chứa puzolan trong xây dựng.

Nhóm giải pháp quản lý nhà nước và quy hoạch tài nguyên cần tập trung vào việc bổ sung puzolan Đắc Nông vào danh mục khoáng sản làm vật liệu xây dựng thông thường, đồng thời tích hợp việc quy hoạch khai thác puzolan vào quy hoạch tỉnh thời kỳ 2021 - 2030. Cơ chế cấp phép khai thác cần được thiết kế theo mô hình tiền kiểm - giám sát khai thác - hậu kiểm gắn với phục hồi môi trường sau khai thác, đảm bảo sử dụng hợp lý tài nguyên và hạn chế khai thác tự phát. Việc xây dựng cơ sở dữ liệu số, phân vùng quản lý tài nguyên và thiết lập đầu mối liên ngành quản lý tạo nền tảng kiểm soát tốt hơn cả về trữ lượng, chất lượng vật liệu và tiến độ khai thác.

Nhóm giải pháp khoa học - công nghệ gồm điều tra chi tiết tài nguyên, chuẩn hóa tiêu chuẩn kỹ thuật địa phương về puzolan Đắc Nông, đầu tư công nghệ nghiền - tuyển sâu để tối ưu hóa hoạt tính và chất lượng vật liệu, và phát triển vật liệu mới dựa trên puzolan như chất kết dính không xi măng và vật liệu hấp phụ môi trường.

Nhóm giải pháp kinh tế - xã hội bao gồm cơ chế ưu đãi tín dụng xanh và thuế cho các doanh nghiệp đầu tư chế biến sâu, ưu tiên sử dụng vật liệu có chứa puzolan trong các dự án đầu tư công quy mô nhỏ, trung bình tại địa phương, và nâng cao năng lực quản lý - kỹ thuật cho doanh nghiệp và cán bộ tỉnh.

Định lượng hiệu quả giảm phát thải  $\text{CO}_2$  khi bổ sung puzolan vào xi măng là một chỉ số quan trọng trong phân tích hiệu quả chính sách. Với hệ số phát thải clinker 850 kg  $\text{CO}_2$ /t. clinker, khi puzolan thay thế clinker trong xi măng, lượng phát thải giảm được ước tính trong bảng 4.

*Bảng 4. Ước tính lượng giảm phát thải kg  $\text{CO}_2$ /t. clinker*

| Tỷ lệ thay clinker bằng Pozolan Đắk Nông | Giảm phát thải CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /t xi măng) |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 15%                                      | 127,5 kg CO <sub>2</sub>                                       |
| 20%                                      | 170,0 kg CO <sub>2</sub>                                       |
| 30%                                      | 255,0 kg CO <sub>2</sub>                                       |

Điều này cho thấy pozolan Đắk Nông có thể đóng vai trò đáng kể trong việc cắt giảm phát thải của ngành vật liệu xây dựng, tạo cơ sở khoa học - công nghệ vững chắc cho định hướng phát triển vật liệu xây dựng xanh ở địa phương.

#### 4. Kết luận

Pozolan Đắk Nông là nguồn tài nguyên khoáng sản quan trọng, hình thành từ hoạt động núi lửa trẻ và có đặc tính hóa học - khoáng học phù hợp sử dụng làm phụ gia khoáng hoạt tính trong xi măng và bê tông theo tiêu chuẩn quốc tế. Các kết quả thực nghiệm đã chứng minh pozolan Đắk Nông có thể góp phần giảm chi phí vật liệu xây dựng, nâng cao độ bền kết cấu công trình và giảm phát thải CO<sub>2</sub> thông qua cơ chế thay thế clinker. Tuy nhiên, việc khai thác - sử dụng hiện nay vẫn đang đối mặt nhiều trở ngại về pháp lý, cơ chế cấp phép, thiếu tiêu chuẩn kỹ thuật địa phương và thiếu cơ chế hỗ trợ doanh nghiệp đầu tư chế biến sâu. Việc xây dựng khung quản lý tích hợp kết hợp giữa quy hoạch tài nguyên, chuẩn hóa kỹ thuật, đầu tư công nghệ và chính sách hỗ trợ kinh tế sẽ giúp chuyển hóa pozolan Đắk Nông từ tiềm năng tự nhiên thành nguồn lực phát triển bền vững, đóng góp vào mục tiêu phát triển vật liệu xanh và chiến lược Net Zero của quốc gia.

#### 5. Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn TS Vũ Bá Thao, Chủ nhiệm đề tài ĐTDL.CN-55/16 “*Nghiên cứu sử dụng pozolan tự nhiên trong xây dựng và bảo trì các công trình giao thông nông thôn, thủy lợi trên địa bàn tỉnh Đắk Nông*” đã cung cấp số liệu để hoàn thành báo cáo này.

#### Tài liệu tham khảo

- ASTM C618. (2022). *Standard Specification for Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. ASTM International.
- Bộ Xây dựng. (2020). *Chiến lược phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*.
- Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam. (2023). *Báo cáo địa chất – khoáng sản tỉnh Đắk Nông*.
- Luật Bảo vệ môi trường. (2020). Quốc hội khóa XIV, nước CHXHCN Việt Nam.
- Luật Khoáng sản. (2010). Quốc hội khóa XII, nước CHXHCN Việt Nam.
- Nghị định 158/2016/NĐ-CP. (2016). Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Khoáng sản.
- TCVN 6882:2016. (2016). *Phụ gia khoáng hoạt tính dùng cho bê tông, vữa - Yêu cầu kỹ thuật*.
- Viện Thủy công. (2019). *Báo cáo tổng kết ĐTDL.CN-55/16: Nghiên cứu sử dụng pozolan tự nhiên trong xây dựng và bảo trì công trình giao thông nông thôn và thủy lợi tỉnh Đắk Nông*.

## ABSTRACT

### Sustainable management and utilization of natural pozzolan in Đắk Nông for construction

Bui Truong Son<sup>1\*</sup>, Vu Ba Thao<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Research Group EEG, Hanoi University of Mining and Geology

<sup>2</sup>Institute of Hydraulic Engineering, Vietnam Academy for Water Resources

This study synthesizes scientific, regulatory and empirical evidence to examine the characteristics, reserve potential, current use, and governance gaps of natural pozzolan in Đắk Nông. Based on this assessment, the paper proposes an integrated sustainable management approach linking state governance, mineral resource planning, technology development, industrial deployment, and socio-economic policy instruments. The proposed framework aims to enhance resource efficiency, encourage deep processing, standardize quality control, and promote wider adoption of natural pozzolan-based materials in public infrastructure projects. The research contributes a scientific basis and policy orientation for establishing a differentiated and sustainable governance mechanism for natural pozzolan in Viet Nam, supporting the national objectives on green growth and Net Zero transition.

**Keywords:** Đắk Nông; mineral resource governance; green construction; Net Zero