

**PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL WORKSHOP ON ADVANCES IN
SURFACE MINING FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION AND SUSTAINABLE
DEVELOPMENT 17 OCTOBER 2025, HA NOI, VIET NAM**



**THE 60th ANNIVERSARY
OF SURFACE MINING EDUCATION**

ADVANCES IN SURFACE MINING FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT-2025 (ASMES - 2025)



TRANSPORT PUBLISHING HOUSE, HA NOI, VIET NAM

TABLE OF CONTENTS

No.	AUTHORS	PAPER	PAGES
1.	Xuan-Nam Bui, Tran Quang Hieu, Nguyen Anh Tuan, Do Ngoc Hoan, Nguyen Phu Vu, Le Van Quyen	Training and Scientific Research Orientation in Surface Mining: Steadfast Integration, Reaching New Heights in the Modern Era	1-14
2.	Nguyen Anh Tuan, Pham Van Viet, Pham Van Hoa, Do Ngoc Hoan, Tran Dinh Bao	Stone in Vietnam: Building stone, rock fill and armourstone in construction for Sustainable Development	15-23
3.	Xuan-Nam Bui, Carsten Drebenstedt, Nguyen Hoang, Nguyen Van Duc, Tran Quang Hieu, Nguyen Quoc Long, Le Ngoc Ninh	Smart Mining - Opportunities and Challenges for Vietnam's Mining Industry	24-41
4.	Lai Hong Thanh, Mai The Toan, Le Ngoc Ninh, Xuan-Nam Bui	Vietnam's 2024 Law on Geology and Minerals: Opportunities and Challenges for the Mining Industry	42-55
5.	Le Thi Thu Hoa, Nguyen Hoang, Tran Quang Hieu, Tran Dinh Bao, Le Qui Thao, Nguyen Truc Anh, Atrushkevich Victor, Xuan-Nam Bui	Some Technological Approaches, Optimization Strategies, and Sustainable Development Directions for Selective Mining in Vietnam's Open-Pit Coal Mines	56-66
6.	Le Qui Thao, Do Ngoc Le Dung, Nguyen Thi Thuc Anh, Do Ngoc Hoan, Xuan-Nam Bui	Some Technological Orientations for Safe and Environmentally Friendly Mining Technology of Coastal Placer Titanium Deposits in Vietnam	67-83
7.	Tran Quang Hieu, Nguyen Van Duc, Xuan-Nam Bui, Trinh Hai Son, Bui Hoang Bac	Sustainable Rare Earth Mining Technologies: Global Trends and a Tailored Model for Vietnam's Development	84-98
8.	Tran Quang Hieu, Xuan-Nam Bui, Le Ngoc Ninh, Bui Hong Quang, Nguyen Van Hai	The management and utilization of industrial explosives in Vietnam: Achievements, opportunities, challenges, and future development orientations.	99-110
9.	Thang Dam Trong, Duc Ngo The	Experimental investigation on the influence of water saturation on the propagation velocity of blasting stress waves	111-123
10.	Nguyen Dinh An, Tran Dinh Bao	Controlling Harmful Impacts of Rock Blasting for Construction Site Preparation in Ha Giang Province, Vietnam	124-136
11.	Ngo Ngoc Thuy, Dam Trong Thang	A Study on Mitigating Air Shock Wave Intensity in Surface Blasting for Rock Fragmentation Using Sand Cover Layers	137-148
12.	Van-Viet Pham, Pirat Jaroonpattanapong, Nguyen Anh Tuan, Van -Hoa Pham	Prediction of an appropriated powder factor used for blasting under the consideration of blast direction and rock mass quality	149-163
13.	Tung Lam Vu, Quang Hieu Tran, Trong Hieu Vu	Investigation and Analysis for the Selection of an Appropriate Method to determine Rock fragmentation from Experimental Data	164-175
14.	Do Ngoc Hoan, Tran Quang Hieu, Tran Dinh Bao	Achievements and Challenges in Occupational Safety and Health Management in the Mineral Mining industry in Vietnam	176-189
15.	Lam Kieu Anh, Tran Quang Hieu, Do Ngoc Hoan, Nguyen Anh Tho, Do Thi Lan Chi	Assessment and Control of Fire and Explosion Risks in Industrial Explosives Storage Facilities	190-209

• 16.	Do Van Trieu, Tran Dinh Bao, Dang Tien Anh, Dinh Ba Lam, Nguyen Van Hoang	Overview of Carbon Storage Technologies in Mine Waste Rock: Opportunities and Challenges for TKV Open-Pit Mines	210-223
17.	Do Thi Lan Chi, Vu Van Thu, Do Ngoc Hoan	Safety Culture In Enterprises: An Assessment And Intervention Framework Based On A Multi-Model Approach	224-233
18.	Xuan-Nam Bui, Thi-Tam Nguyen, Ngoc-Ninh Le, Duc-Tin Quach, Quang-Hieu Tran, Chang-Woo Lee, Van-Trieu Do, Van-Duc Nguyen	Decarbonizing Vietnam's Open-Pit Coal Mining: A Life Cycle Case Study of Emissions and Mitigation Pathways	234-248
19.	Tuan-Ngoc Le, Nguyen Truc Anh, Hoang Nguyen, Xuan-Nam Bui	Predicting PM2.5 Concentrations in an Open-Pit Copper Mine Using Advanced AI Techniques: Insights from the Sin Quyen Copper Mine, Vietnam	249-268
20.	Léopold Dupuy, Nguyen Mai Anh, Hoang Nguyen	Soil Organic Carbon Assessment and Prediction in Rehabilitated Open-Pit Mining Areas Using GIS and Machine Learning: Insights from France	269-290
• 21.	Tran Dinh Bao, Vu Van Thu	Analysis, evaluation, and proposal of solutions to enhance the effectiveness of occupational safety and health practices in Vietnam in the current period	291-312
22.	Do Duc Thanh, Ngo Thanh Tuan	Impact of large capacity solar power sources when connected near high-voltage power system supplying electricity to mining areas	315-320
23.	Nguyen Hoang Long, Xuan-Nam Bui, Tran Thi Hai Van, Dinh Bao Ngoc, Tran Truong Giang	Development of a Management and Monitoring System for Production Activities in Open-Pit Quarries in Vietnam	321-328
24.	Dam Trong Thang, Nguyen Chi Ta, Vu Chong Hieu, Le Hong Hai	Improvement of the Method for Determining the Specific Explosive Consumption for Rock Destruction under Water by a Charge in a Borehole, Based on the Rock Failure Mechanism Induced by Reflected Stress Waves	329-342
25.	Nguyen Van Tinh, Dam Trong Thang, Le Sy Thuong, Tran Quang Hieu	Study of the calculation, design, and fabrication of rational small explosive charges for experimental research on soil and rock blasting using miniature models	343-358
26.	Nguyen V.H, Dam T.T, Nguyen V.I, Tatarinov V.V, Tran V.L	Experimental Study of Noise Reduction Solutions in an Electric Explosion Device Model	359-374
27.	Nguyen Manh Thuong, Dam Trong Thang, Ta Quang Yen	Esearch, Fabrication and Testing of an Assembled Floating Working Platform for Underwater Drilling of Blast Holes in Marine Conditions in Quang Ninh Province	375-385
28.	Nguyen Anh Tuan, Do Ngoc Hoan, Pham Van Viet, Tran Quang Hieu	Proposing fundamental criteria for open-pit mining to ensure efficiency, sustainability, and climate change adaptation in Vietnam	386-395
29.	Tran Quang Hieu, Nguyen Anh Tuan, Do Ngoc Hoan, Xuan -Nam Bui, Nguyen Van Duc	The future of open-pit mining in Vietnam: opportunities, challenges, and pathways to sustainability	396-412
30.	Le Duc Phuong , Do Ngoc Hoan, Phi Trung Kien	Methodology for rational determination of ultimate pit limits for monometallic and polymetallic mines managed by TKV	413-422
• 31.	Nguyen Anh Tuan, Pham Van Viet, Tran Trung Anh, Nguyen Van Tinh, Tran Dinh Bao, Pham Minh Tu, Noelie Escutenaire	Run-of-mine ore quality homogenization: Application for mining conditions of block 24-122, Tan Rai bauxite mine, Tay Nguyen	423-431

- 32. Nguyen Anh Tuan, Pham Van Viet, Tran Trung Anh, Tran Dinh Bao, Pham Van Hoa Hoa, Phạm Minh Tu, Noelle Escutenaire Bauxite ore grade model: construction of a resource and grade distribution map for block 24-122, Tan Rai bauxite mine 432-440
- 33. Khuong The Hung, Bui Hoang Bac Vu The Thu Sustainable development of apatite ore at the Coc mine, Lao Cai province based on a comprehensive assessment of geological conditions and mining status 441-447
- 34. Le Ba Phuc, Do Van Trieu, Dang Tien Anh, Tran Dinh Bao Study on developing a method for monitoring the load model on dump trucks transporting overburden at open-pit mines for digital transformation 448-459
- 35. Do Ngoc Tuoc, Nhu Viet Tuan, Trinh Thi Phuong Assessment of the Potential for Microbial Underground Coal Biogasification in the Red River Delta Coal Basin 460-469
- 36. Dam Quang Sang, Nguyen Van Tinh, Hoang Trung Huu, Nguyen Ngan, Tran Van Dung, Tran Quang Hieu Method for Determining Detonator Parameters for Blasting in Open-Pit Mines in Vietnam 470-479
- 37. Pham Van Hoa, Tran Van Dung, Hoang Anh Phong, Trinh Quang Trung, Le Van Quyen, Duong Thanh Trung, Tran Dinh Bao, Tran Quang Hieu, Nguyen Anh Tuan, Nguyen Dinh An, Pham Van Vie Drilling and blasting operations management system – designed to meet digital transformation requirements and adapted to practical conditions of Open-Pit coal mines in Quang Ninh region 480-490
- 38. Doan Van Thanh, Do Van Trieu, Dinh Ba Lam, Tran Dinh Bao Study on simulating the propagation of blasting stress waves in water-saturated rock and soil conditions at coal mines under TKV 491-500
- 39. Hoang Manh Thang, Doan Van Thanh, Dinh Ba Lam, Dang Tien Anh Research on Non-Explosive Rock Breaking Methods for Open-Pit Mines in Vietnam 501-510
- 40. Luu Van Thuc, Do Van Trieu, Le Ba Phuc, Le Thi Thu Hoa The necessity of researching and developing a monitoring database and a slope stability warning program for pit walls and waste dumps using digital models integrated with artificial intelligence (AI) for open-pit mines under TKV 511-520
- 41. Dao Van Chi , Vu Thai Tien Dung, Phan Mai Linh International experience in mainstreaming environmental protection into mineral resource development and implications for Vietnam 521-527
- 42. Phạm Anh Hai , Nguyen Anh Tuan, Trinh Van Hiep, Pham Hong Thai, Dang Anh Duc Application of CCUS Technology in TKV Thermal Power Plants: Potentials and Prospects (Part I) 528-538
- 43. Nguyen Anh Tuan, Nguyen Xuan Tu, Pham Van Viet, Do Anh Son, Ngo Thanh Tuan, Nguyen Tien Hung. Impact assessment of open-pit mining on underground mine structures: A case study of coking coal mining, Bac Lang Cam, Thai Nguyen provinc 539-556
- 44. Nguyen Dinh An , Nhu Van Bach, Tran Dinh Bao Real - Time Blasting Plans Generation Using Artificial Intelligence: Improving Efficiency and Safety in Mining Blasting Operations 557-564



ASMES - 2025

www.khaithaclathien.edu.vn



Proposing fundamental criteria for open-pit mining to ensure efficiency, sustainability, and climate change adaptation in Vietnam

Nguyen Anh Tuan^{1,2,*}, Do Ngoc Hoan¹, Pham Van Viet¹, Tran Quang Hieu¹

¹Hanoi University of Mining and Geology (HUMG), Hanoi, Vietnam

²Research Center for Mining and Electro-Mechanical Engineering, HUMG, Hanoi, Vietnam

ABSTRACT

Despite the impacts of the global economic crisis, the mining industry in Vietnam has maintained an average annual growth rate of 5–10%. Within this sector, open-pit mining continues to dominate the production of solid mineral resources: accounting for 100% of construction materials, over 90% of metallic, non-metallic ores and chemical raw materials, and nearly 50% of coal output. At present, the development of mining criteria ensuring efficiency, sustainability, and climate change adaptation must be based on the legal framework of national laws, decrees, regulations, and technical standards. These criteria must simultaneously address occupational safety, environmental protection, greenhouse gas mitigation, and alignment with international practices. This paper proposes a set of fundamental criteria for solid mineral exploitation in Vietnam to ensure long-term efficiency and resilience. The study emphasizes four major aspects: (i) general issues, policies, and development orientation of the mining sector; (ii) proposed mining criteria in Vietnam and worldwide; (iii) directions for applying advanced technologies and equipment; and (iv) a detailed framework of criteria for sustainable and climate-resilient solid mineral mining in Vietnam.

Keywords:

Open-pit mining; Climate change; Sustainable mine development; Scientific research; Efficiency criteria.

*Tác giả liên hệ

E - mail: nguyenanhtuan@humg.edu.vn



ASMES - 2025

www.khaithaclothien.edu.vn



Đề xuất một số tiêu chí cơ bản trong khai thác lộ thiên đảm bảo hiệu quả, bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu ở Việt Nam

Nguyễn Anh Tuấn^{1,2,*}, Phạm Văn Việt², Đỗ Ngọc Hoàn², Trần Quang Hiếu²

¹Trung tâm Nghiên cứu Cơ Điện Mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

TÓM TẮT

Trong tiến trình công nghiệp hoá – hiện đại hoá, ngành công nghiệp khai khoáng giữ vai trò đặc biệt quan trọng đối với phát triển kinh tế – xã hội của Việt Nam. Mặc dù chịu tác động của khủng hoảng kinh tế toàn cầu, ngành mỏ vẫn duy trì mức tăng trưởng bình quân 5–10%/năm. Trong đó, khai thác mỏ lộ thiên tiếp tục chiếm tỷ trọng lớn trong tổng sản lượng khoáng sản rắn: 100% đối với vật liệu xây dựng, hơn 90% đối với quặng, phi quặng và nguyên liệu hoá chất, gần 50% đối với than. Hiện nay, bộ tiêu chí khai thác mỏ hướng đến hiệu quả, bền vững và thích ứng biến đổi khí hậu cần dựa trên cơ sở pháp lý của luật, nghị định, thông tư, quy chuẩn và tiêu chuẩn quốc gia; đồng thời đáp ứng yêu cầu an toàn, bảo vệ môi trường, giảm phát thải khí nhà kính, và hội nhập với chuẩn mực quốc tế. Bài báo này đề xuất một số tiêu chí cơ bản trong khai thác khoáng sản rắn nhằm đảm bảo hiệu quả, bền vững và thích ứng khí hậu, tập trung vào 4 nội dung: (i) những vấn đề chung, chính sách và định hướng phát triển ngành mỏ; (ii) đề xuất bộ tiêu chí ở Việt Nam và trên thế giới; (iii) định hướng áp dụng công nghệ, thiết bị tiên tiến; và (iv) khung tiêu chí chi tiết cho khai thác mỏ rắn ở Việt Nam.

Từ khóa: Khai thác lộ thiên; Biến đổi khí hậu; Phát triển mỏ bền vững; Tiêu chí hiệu quả.

1. Mở đầu

Trong bối cảnh phát triển kinh tế gắn với yêu cầu bảo vệ môi trường và ứng phó biến đổi khí hậu, khai thác mỏ lộ thiên tại Việt Nam cần được định hướng bởi một hệ thống tiêu chí khoa học nhằm đảm bảo hiệu quả, bền vững và thích ứng dài hạn. Về kinh tế – kỹ thuật, cần nâng cao hệ số thu hồi khoáng sản, giảm tổn thất trong khai thác, đồng thời đẩy mạnh ứng dụng công nghệ số, tự động hóa và các giải pháp tiết kiệm năng lượng để tối ưu chi phí sản xuất. Thiết kế mỏ cần tính đến các kịch bản biến đổi khí hậu, bao gồm ổn định bờ mỏ, hệ thống thoát nước và đường vận tải. Về môi trường, cần quản lý nước theo hướng tuần hoàn, xử lý nước thải đạt chuẩn, kiểm soát an toàn chất thải rắn và khí thải, giảm phát thải CO₂ và lồng ghép bảo tồn đa dạng sinh học. Ở khía cạnh xã hội, các tiêu chí quan trọng bao gồm đảm bảo an toàn – sức khỏe nghề nghiệp, tăng cường đối thoại cộng đồng, hỗ trợ phát triển kinh tế – xã hội địa phương, và thực hiện công bằng trong tái định cư, đền bù [1]. Ngoài ra, thích ứng với biến đổi khí hậu phải được coi trọng thông qua đánh giá rủi ro khí hậu, xây dựng hạ tầng bền vững, áp dụng hệ thống cảnh báo sớm và tích hợp kế hoạch đóng cửa mỏ với phục hồi cảnh quan.

Trên thế giới, nhiều công nghệ khai thác tiên tiến phục vụ phát triển bền vững đang được áp dụng, bao gồm: công nghệ thăm dò – đánh giá trữ lượng thông minh kết hợp địa cơ học; hệ thống khai thác liên tục; công nghệ sạch trong xử lý, tái sử dụng chất thải; công nghệ tuyển nâng cao hiệu suất thu hồi khoáng sản; và công nghệ khai thác thân thiện môi trường trong điều kiện địa chất phức tạp. So với thế giới, Việt Nam có tiềm năng khoáng sản phong phú nhờ môi trường địa chất đa dạng, với trên 50 loại trong số 66 khoáng sản phổ biến đã được phát hiện, cùng hơn 5000 mỏ và điểm quặng như than, vật liệu xây dựng, bauxit, apatit, cromit, titan, đất hiếm, vàng, sắt, đồng, chì – kẽm, thiếc, vonfram, cùng nhiều khoáng sản công nghiệp khác [2]. Tuy nhiên, phần lớn các mỏ phân bố rời rạc, trữ lượng không lớn, tạo nên nhiều loại hình mỏ lộ thiên khác nhau về quy mô và đặc điểm [3, 4]. Điều này đòi hỏi ngành khai thác mỏ lộ thiên Việt Nam phải thúc đẩy ứng dụng khoa học – công nghệ tiên tiến như khai thác thông minh, tự động hóa, trí tuệ nhân tạo, mô hình hóa 3D và khai thác xanh, nhằm bắt kịp xu thế hội nhập quốc tế, nâng cao hiệu quả và hướng tới phát triển bền vững [5].

2. Thực trạng khai thác mỏ lộ thiên ở Việt Nam

2.1. Thực trạng công nghệ khai thác mỏ lộ thiên

Ngành khai thác mỏ lộ thiên hiện nay vẫn chiếm tỷ trọng lớn trong tổng sản lượng khoáng sản rắn của Việt Nam. Riêng than, sản lượng khai thác hàng năm đạt gần 50 triệu tấn, trong đó khoảng 50% đến từ các mỏ lộ thiên, chủ yếu do Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV) quản lý. Các mỏ tập trung tại Quảng Ninh như Đèo Nai – Cọc Sáu, Cao Sơn, Tây Nam Đá Mài, Hà Tu, Khe Sim và một số đơn vị thuộc Binh đoàn 19. Trong giai đoạn tới, TKV đặt mục tiêu sản xuất – tiêu thụ 49 triệu tấn than/năm, với doanh thu 138 nghìn tỷ đồng và lợi nhuận khoảng 3.500 tỷ đồng. Kết quả này có được nhờ áp dụng cơ giới hóa, tái cơ cấu sản xuất, hướng đến mô hình “mỏ xanh, sạch, hiện đại, ít người” và đẩy mạnh tự động hóa, tin học hóa trong quản lý vận hành.

Bên cạnh than, cả nước có trên 600 khu vực khai thác vật liệu xây dựng (VLXD) với sản lượng hơn 30 triệu m³/năm. Các mỏ tập trung nhiều ở phía Bắc, song sản lượng chủ yếu đến từ phía Nam (khoảng 20 triệu m³). Đá xây dựng được sử dụng đa dạng: làm vật liệu ốp lát, xi măng, cốt đường, bê tông, san lấp; trong luyện kim và hóa chất (sản xuất vôi, soda, alumin, phân bón); trong nông nghiệp (cải tạo đất, phụ gia thức ăn chăn nuôi) và công nghiệp khác (sản xuất bột nhẹ, bột siêu mịn cho giấy, sơn, nhựa, cao su, dược phẩm). Do sự khác biệt địa chất giữa hai miền, công nghệ khai thác cũng khác nhau: miền Bắc chủ yếu khai thác đá vôi, còn miền Nam tập trung vào đá magma và trầm tích, thường phải bổ sung công đoạn tháo khô, bóc đất phủ.

Đối với các mỏ quặng, Việt Nam hiện có hàng trăm điểm khai thác mỏ lộ thiên với nhiều loại hình: sắt, mangan, đồng, chì, kẽm, titan, bauxit, đất hiếm,... Một số mỏ quy mô lớn như bauxit Tây Nguyên, tổ hợp alumin Lâm Đồng – Tân Rai (4 triệu tấn/năm), apatit Lào Cai, hay các sa khoáng titan ven biển miền Trung. Tuy nhiên, phần lớn các mỏ phân bố rời rạc, trữ lượng không lớn, công nghệ khai thác còn hạn chế, nhiều nơi gây tổn thất tài nguyên và tác động xấu đến môi trường.

Về công nghệ – thiết bị, các mỏ than và VLXD quy mô lớn áp dụng hệ thống khai thác dọc bờ, bóc toàn tầng, sử dụng máy khoan xoay cầu đường kính 200–250 mm, máy xúc thủy lực gầu 1,5–12 m³, ô tô tự đổ 12–96 tấn, máy ủi 180–300 CV. Trong khi đó, nhiều mỏ VLXD nhỏ vẫn dùng công nghệ bán cơ giới hoặc thủ công, thiết bị lạc hậu như khoan cầm tay, máy xúc nhỏ (0,5–1 m³), ô tô tải 5–10 tấn, gây hiệu quả thấp.

Thực trạng trên cho thấy khai thác mỏ lộ thiên của Việt Nam vừa có tiềm năng lớn, vừa đối diện thách thức về công nghệ, môi trường và quản lý tài nguyên. Vì vậy, định hướng phát triển cần tập trung: (i) hoàn thiện chính sách và khung pháp lý; (ii) xây dựng bộ tiêu chí hiệu quả –

bền vững – thích ứng biến đổi khí hậu; (iii) đẩy mạnh ứng dụng công nghệ cơ giới hóa, tự động hóa, trí tuệ nhân tạo và khai thác xanh; và (iv) ban hành khung tiêu chí chi tiết cho khai thác mỏ rắn ở Việt Nam, gắn với xu thế hội nhập quốc tế và mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính.

2.2. Thực trạng quản lý nhà nước ở Việt Nam

Quản lý nhà nước đối với khoáng sản ở Việt Nam hiện nay được xây dựng trên hệ thống pháp luật, nghị định, thông tư, quy chuẩn và tiêu chuẩn quốc gia nhằm đảm bảo khai thác hiệu quả, bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu. Về pháp lý cơ bản, ngành mỏ được điều chỉnh bởi các văn bản quan trọng như Pháp lệnh số 22/PL-HĐBT (1989) về tài nguyên khoáng sản, Nghị định số 95/NĐ-HĐBT (1992) hướng dẫn thi hành, cùng với Luật Địa chất và Khoáng sản số 54/2024/QH15 (có hiệu lực từ 01/7/2025) – một văn bản nền tảng trong giai đoạn mới. Ngoài ra, Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14 (có hiệu lực từ 2022) tạo cơ sở pháp lý quan trọng cho quản lý môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản.

Trên cơ sở luật, Chính phủ và các bộ ngành đã ban hành nhiều nghị định và thông tư cụ thể để điều chỉnh từng lĩnh vực. Có thể kể đến: Thông tư 41/2020/TT-BCT về quản lý hồ chứa quặng đuôi; Nghị định 06/2021/NĐ-CP về quản lý chất lượng thi công và bảo trì công trình; Nghị định 193/2025/NĐ-CP hướng dẫn thi hành Luật Địa chất và Khoáng sản; Thông tư 36/2025/TT-BNNMT về khai thác và thu hồi khoáng sản; Thông tư 39/2025/TT-BNNMT về đóng cửa mỏ; Thông tư 38/2025/TT-BNNMT về xác định chi phí thăm dò, đánh giá khoáng sản; Thông tư 24/2025/TT-BCT về quản lý rủi ro; Thông tư 31/2025/TT-BCT về thiết kế cơ sở dự án khai thác; Thông tư 43/2025/TT-BCT về kỹ thuật an toàn khai thác; và Thông tư 49/2025/TT-BNNMT về điều tra, đánh giá khoáng sản cát, sỏi lòng sông.

Bên cạnh đó, hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật cũng đóng vai trò quan trọng. Tiêu biểu như TCVN 10673:2015 về trắc địa mỏ; TCVN 5326:2008 về kỹ thuật khai thác lộ thiên; QCVN 04:2009/BCT về an toàn trong khai thác mỏ lộ thiên; và QCVN 01:2012/BCT về an toàn trong sản xuất, thử nghiệm, nghiệm thu vật liệu nổ công nghiệp.

Từ thực tiễn trên, có thể thấy rằng khung pháp lý quản lý khoáng sản ở Việt Nam ngày càng hoàn thiện, phù hợp với thông lệ quốc tế. Điều này tạo nền tảng để triển khai các định hướng lớn: (i) làm rõ các vấn đề chung, chính sách và chiến lược phát triển ngành mỏ; (ii) đề xuất và áp dụng bộ tiêu chí hiệu quả, bền vững, thích ứng khí hậu; (iii) thúc đẩy ứng dụng công nghệ và thiết bị tiên tiến; và (iv) xây dựng khung tiêu chí chi tiết cho khai thác khoáng sản rắn, bảo đảm hội nhập quốc tế và phát triển bền vững.

Xuất phát từ hệ thống luật và quy định hiện hành, có thể thấy các công cụ pháp lý hiện được áp dụng chung cho nhiều loại hình mỏ với điều kiện địa chất, tài nguyên và môi trường rất khác nhau. Điều này dẫn đến một số trường hợp quản lý còn thiếu rõ ràng, gây khó khăn, vướng mắc trong quá trình vận hành. Do đó, việc xây dựng bộ tiêu chí riêng cho khai thác lộ thiên nhằm đảm bảo hiệu quả, bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu ở Việt Nam là yêu cầu cấp thiết, phù hợp với định hướng phát triển lâu dài của ngành khai khoáng nói chung và khai thác lộ thiên nói riêng.

3. Những thách thức hiện nay của khai thác lộ thiên Việt Nam

3.1. Tài nguyên dần cạn kiệt, điều kiện khai thác ngày càng khó khăn

Tài nguyên khoáng sản ở Việt Nam đang dần cạn kiệt, điều kiện khai thác ngày càng khó khăn. Các mỏ than lộ thiên tại Quảng Ninh giảm trữ lượng, khiến Việt Nam phải tăng nhập khẩu để bù đắp nhu cầu trong nước. Khoáng sản phi kim loại và vật liệu xây dựng tuy nhiều nhưng giá trị kinh tế thấp, chủ yếu phục vụ trong nước. Các khoáng sản kim loại như vàng, bạc, đồng, chì, kẽm không đáp ứng đủ nhu cầu, trong khi bauxit, đất hiếm và titan có

trữ lượng lớn song phân bố toàn cầu dồi dào. Hiện nay, nhiều mỏ lộ thiên gặp khó về bóc đất đá, vận tải, đổ thải, ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất và phát triển bền vững.

3.2. Yêu cầu an toàn lao động, bảo vệ môi trường ngày càng khắt khe

Trong khai thác mỏ lộ thiên, đặc biệt khi khai thác xuống sâu hoặc quy mô lớn, yêu cầu cơ giới hóa, tự động hóa và đồng bộ thiết bị ngày càng cao, đi kèm với các quy định nghiêm ngặt về an toàn lao động và môi trường. Các khâu khoan – nổ – xúc bốc – vận tải – thải đá – thoát nước đều tiềm ẩn rủi ro, đòi hỏi kiểm soát chặt chẽ. Ngoài một số mỏ lớn được đầu tư hiện đại, phần lớn mỏ quặng kim loại và VLXD ở Việt Nam khai thác quy mô nhỏ, thiết bị lạc hậu, hiệu quả thấp, gây tổn thất tài nguyên và ô nhiễm. Đáng chú ý, nhiều mỏ lộ thiên khu vực Quảng Ninh (mỏ than), Bình Dương, Đồng Nai (mỏ đá vật liệu xây dựng thông thường), Bình Định (mỏ đá ốp lát) sau khai thác để lại moong sâu, tiềm ẩn nguy cơ trượt lở, mất an toàn cho cộng đồng.

3.3. Trình độ nguồn nhân lực hạn chế, năng suất lao động thấp

Hiện nay, do sản lượng khai thác giảm, nhiều doanh nghiệp mỏ phải tinh giản biên chế, cắt giảm giờ làm và phúc lợi, khiến một bộ phận lao động có tay nghề cao rời bỏ ngành. Đặc thù công việc nặng nhọc, thu nhập thấp khiến khai thác mỏ, đặc biệt là mỏ lộ thiên, khó thu hút nhân lực mới từ hệ thống đào tạo nghề và đại học. Trong khi đó, yêu cầu làm chủ công nghệ hiện đại ngày càng cao. Hệ quả là ngành công nghiệp mỏ Việt Nam đang đối mặt với tình trạng thiếu hụt lao động kỹ thuật và năng suất thấp, làm tăng chi phí, giảm khả năng cạnh tranh với sản phẩm nhập khẩu.

3.4. Sự khó chấp nhận của xã hội đối với các dự án khai thác mỏ mới

Theo nghiên cứu của Ernst & Young giai đoạn 2018–2020, “Giấy phép xã hội để hoạt động” (Social License to Operate) được xem là một trong những rủi ro lớn nhất của ngành khai khoáng, có thể gây thiệt hại nghiêm trọng và đe dọa sự tồn tại của doanh nghiệp, đặc biệt đối với các dự án khai thác lộ thiên. Thực tế tại Việt Nam, đã có doanh nghiệp mỏ phải ngừng sản xuất do vấp phải sự phản đối từ cộng đồng hoặc chính quyền địa phương, mặc dù đã đầu tư đáng kể cho công tác đền bù, giải phóng mặt bằng, xây dựng mỏ và trang thiết bị khai thác.

3.5. Biến đổi khí hậu ở Việt Nam

Việt Nam là một trong những quốc gia chịu tác động nặng nề nhất của biến đổi khí hậu, với thiên tai diễn ra thường xuyên như bão, lũ quét, sạt lở đất, hạn hán, xâm nhập mặn và cháy rừng, gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Theo kịch bản nước biển dâng 1 m, gần 47,3% diện tích Đồng bằng sông Cửu Long có nguy cơ ngập, trong đó Cà Mau cao nhất tới 79,6%. Song song với quá trình đô thị hóa, công nghiệp hóa và khai thác tài nguyên, Việt Nam phải đối mặt với ô nhiễm môi trường và phát thải khí nhà kính tăng nhanh (từ 264 triệu tấn CO₂ năm 2010 lên hơn 316 triệu tấn năm 2016). Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về ứng dụng khoa học địa lý và công nghệ để hướng tới phát triển bền vững.

4. Đề xuất một số tiêu chí cơ bản trong khai thác lộ thiên ở Việt Nam

Trong bối cảnh tài nguyên suy giảm, điều kiện khai thác phức tạp và tác động của biến đổi khí hậu, việc xây dựng bộ tiêu chí cho khai thác lộ thiên ở Việt Nam là cấp thiết. Các tiêu chí cần tập trung vào bốn nhóm chính: Kinh tế – kỹ thuật (nâng cao thu hồi, cơ giới hóa, tối ưu thiết kế, áp dụng kinh tế tuần hoàn, tái chế và tiết kiệm năng lượng); Môi trường (quản lý nước, chất thải, giảm phát thải, bảo tồn sinh học); Xã hội (an toàn lao động, đối thoại cộng đồng, phát triển địa phương); và Thích ứng biến đổi khí hậu (đánh giá rủi ro, hạ

tầng bền vững, cảnh báo sớm, đóng cửa mỏ). Bộ tiêu chí này là nền tảng để đảm bảo khai thác hiệu quả, an toàn, thân thiện môi trường và phát triển bền vững.

4.1 Chuyển đổi số và công nghệ

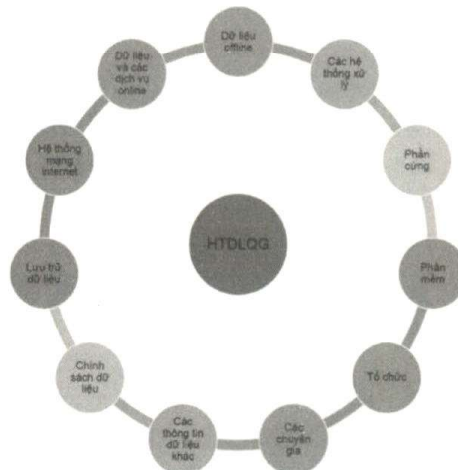
Chuyển đổi số và công nghệ số trong khoa học Trái đất, mỏ và môi trường đang trở thành xu thế tất yếu nhằm hướng tới phát triển bền vững, thịnh vượng, an toàn và thích ứng với biến đổi khí hậu ở Việt Nam. Mục tiêu chính là khai thác tiềm năng của Cách mạng công nghiệp 4.0 thông qua các công nghệ như trí tuệ nhân tạo (AI), Internet vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big Data), 5G, blockchain, điện toán đám mây và mô hình Digital Earth. Trong khai thác lộ thiên, chuyển đổi số cho phép thu thập tối đa dữ liệu thực từ hoạt động sản xuất, ứng dụng AI để kiểm soát, cảnh báo vi phạm kỹ thuật an toàn, nhận diện rủi ro tiềm ẩn, đồng thời lưu trữ và mô hình hóa toàn bộ quy trình sản xuất theo sơ đồ động.

Những công nghệ này không chỉ nâng cao năng lực nghiên cứu, đào tạo và quản lý tài nguyên thiên nhiên mà còn góp phần tăng năng lực cạnh tranh quốc gia. Tuy nhiên, việc ứng dụng trong thực tiễn còn hạn chế, đặc biệt trong lĩnh vực đào tạo và nghiên cứu địa chất – khoáng sản. Do đó, cần có chiến lược cụ thể để thí điểm, tích hợp công nghệ mới, phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao và cải thiện hạ tầng số. Digital Earth và IoT hứa hẹn đóng vai trò quan trọng trong việc thực hiện các Mục tiêu Phát triển Bền vững (SDGs), đặc biệt về nước sạch, năng lượng bền vững, đô thị thông minh, ứng phó biến đổi khí hậu và bảo vệ hệ sinh thái.

4.2 Ứng dụng hạ tầng dữ liệu không gian địa lý trong khai thác mỏ

4.2.1 Yêu cầu của hạ tầng dữ liệu quốc gia (HTDLQG)

Cách mạng công nghiệp 4.0 tạo cơ hội quản lý hiệu quả tài nguyên khoáng sản thông qua chuyển đổi số và ứng dụng GIS để xây dựng cơ sở dữ liệu khoa học, chính xác, kịp thời. Khi áp dụng HTDLQG vào khai thác, không gian mỏ được số hóa, hình thành “mỏ thông minh” (Smart Mines). Hạ tầng dữ liệu phải bảo đảm chuẩn hóa, tích hợp thông tin từ trung ương đến địa phương, cập nhật thường xuyên để phục vụ quản lý nhà nước, phát triển kinh tế – xã hội, an ninh – quốc phòng, phòng chống thiên tai, bảo vệ môi trường và ứng phó biến đổi khí hậu. Đặc biệt, HTDLQG cần được xây dựng và tích hợp trực tiếp với các mỏ lộ thiên, bao gồm mặt bằng sản công nghiệp, khai trường, bãi thải và các khu vực trong phạm vi quản lý tài nguyên.



Hình 1. Cấu trúc hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia

4.2.2 Ứng dụng của HTDLQG

Hạ tầng dữ liệu quốc gia (HTDLQG) có ứng dụng rộng rãi trong khai thác mỏ, từ tự động hóa sản xuất đến quản lý môi trường. Các công nghệ chính gồm: thiết bị tự hành, IoT, viễn thám trong thăm dò – trắc địa, số hóa 3D/BIM, khoan định vị tự động, đào lò thông minh, ô tô không người lái, tuyển quặng sinh học, luyện kim plasma, trung tâm điều hành và quan trắc từ xa. Ứng dụng này giúp xây dựng bản đồ địa hình – hiện trạng khai thác nhanh, chính xác; tính toán khối lượng đất đá, khoáng sản; xác định bãi thải tối ưu; giám sát môi trường và hoạt động khai thác theo giấy phép; dự báo rủi ro sụt lún, trượt lở; đánh giá tác động môi trường và xây dựng kịch bản ứng phó sự cố.

Lợi ích nổi bật của HTDLQG là giảm chi phí khai thác, tối ưu hóa các khâu phụ trợ, hỗ trợ vận hành thông minh và tự động hóa quá trình sản xuất. Hệ thống đảm bảo an toàn lao động, nâng cao hiệu quả giám sát – điều hành, duy trì ổn định khai thác trong ngắn và dài hạn, đồng thời thu thập dữ liệu đầy đủ, tin cậy, phục vụ phát triển bền vững ngành khai khoáng.

4.3. Định lượng và khuyến nghị một số chỉ số trong bộ tiêu chí trong khai thác lộ thiên đảm bảo hiệu quả, bền vững và thích ứng biến đổi khí hậu

a) Ứng dụng HTDLQG

Xây dựng cơ sở hạ tầng dữ liệu quốc gia cho ngành mỏ, tích hợp giám sát, đo vẽ, tính toán khối lượng mỏ theo thời gian thực; đào tạo nhân lực chất lượng cao; từng bước hoàn thiện ứng dụng CNTT, tự động hóa và chuẩn hóa hệ thống điều hành khai thác – đóng cửa mỏ.

b) Kiểm soát biên giới và hiện trạng mỏ

Ứng dụng bản đồ số 3D để đánh giá biên giới khai thác; giám sát sụt lún, trượt lở bờ mỏ; xây dựng mô hình số (cơ lý đá, khối đá, chất lượng không khí) và kiểm soát an toàn nổ mìn.

c) Kiểm soát môi trường mỏ

Định lượng các chỉ tiêu môi trường: Không khí (Nồng độ bụi tại một số mỏ vượt QCVN 05:2013 từ 2–4 lần, nhưng nhiều tuyến giao thông đảm bảo chuẩn; UAV đo PM1.0, PM2.5, PM10 cho kết quả trong giới hạn); Đất (Các chỉ số As, Pb, Cd, Zn thấp hơn QCVN 03-MT:2015, phù hợp trồng cây phục hồi); Nước (pH 5,06–8,11; COD, BOD5, TSS thấp, không phát hiện dầu mỡ; đảm bảo theo QCVN 40:2011).

Ứng dụng viễn thám và UAV sensor trong quan trắc dài hạn, với sự tham gia chuyên gia quốc tế tại Bình Dương và Quảng Ninh.

d) Đánh giá ảnh hưởng nổ mìn

Ứng dụng định vị thông minh trong khoan – nổ, xúc bốc – vận tải; giám sát chấn động nổ mìn bằng cảm biến WMS kết nối 4G, dữ liệu tích hợp trên cloud và cảnh báo tức thời qua máy tính, điện thoại.

e) Công nghệ số và tự động hóa sản xuất

Tối ưu đồng bộ thiết bị (khoan, nổ, xúc, vận tải, đổ thải), phối hợp liên hoàn các khâu để tăng hiệu quả, giảm tổn thất tài nguyên, đảm bảo chất lượng khoáng sản cho chế biến sâu.

f) Cải tạo và phục hồi môi trường sau khai thác

Xây dựng mô hình sử dụng đất hợp lý (MBSKT) sau khai thác với 4 nguyên tắc: (1) phù hợp tự nhiên, (2) phù hợp kinh tế – xã hội vùng, (3) đảm bảo an toàn môi trường, (4)

hiệu quả kinh tế – cộng đồng. Các phương án được đánh giá theo trọng số và tiêu chí cụ thể (Excel, chuyên gia), lựa chọn phương án tối ưu.

4.4. Xây dựng mô hình sử dụng mặt bằng sau khai thác

Trên cơ sở các tiêu chí bền vững và kinh nghiệm trong, ngoài nước, có thể đề xuất 8 mô hình sử dụng mặt bằng sau khai thác (MBSKT) cho các mỏ lộ thiên:

- Hồ chứa nước: Tận dụng moong khai thác làm hồ trữ lũ, tưới tiêu, bổ cập nước ngầm. Vốn đầu tư thấp nhưng hiệu quả kinh tế hạn chế, tiềm ẩn rủi ro đuối nước, ô nhiễm.
- Khu sinh thái – nghỉ dưỡng: Phù hợp mỏ có địa hình âm, hệ sinh thái đa dạng. Hiệu quả môi trường cao, yêu cầu vốn và quản lý lớn.
- Khu vui chơi – giải trí: Tận dụng mặt nước, gần khu dân cư. Hiệu quả kinh tế cao từ dịch vụ, nhưng vốn đầu tư lớn.
- Khu tham quan – nghiên cứu địa chất: Bảo tồn đặc điểm địa chất đặc thù, phục vụ đào tạo, du lịch. Đòi hỏi quản lý, đầu tư và an toàn cao.
- Khu công nghiệp, dân cư: Phù hợp mỏ địa hình dương, gần KCN/KDC. Hiệu quả kinh tế rõ rệt, ít nguy cơ ô nhiễm.
- Trồng rừng, nông nghiệp: Với mỏ lộ thiên khai thác không xuống sâu, đất có tiềm năng canh tác tốt. Vốn thấp, ít rủi ro, hiệu quả trung bình.
- Bãi chôn lấp chất thải: Cho mỏ địa hình âm, xa nguồn nước. Giải quyết rác thải, nhưng yêu cầu kỹ thuật cao.
- Điện mặt trời nổi (ĐMT): Tận dụng hồ nước moong mỏ. Giảm chiếm đất, hạn chế phá rừng; nhưng chi phí cao, công nghệ phức tạp, chịu rủi ro thiên nhiên.

Các mô hình trên giúp đa dạng hóa hướng sử dụng MBSKT, gắn lợi ích kinh tế với an toàn môi trường và phát triển bền vững.

5. Kết luận

Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, chuyển đổi năng lượng toàn cầu và yêu cầu phát triển bền vững, ngành khai thác mỏ lộ thiên Việt Nam vừa đứng trước thời cơ lớn, vừa đối diện nhiều thách thức. Việc định hướng chiến lược trong đào tạo, nghiên cứu khoa học và xây dựng bộ tiêu chí quản lý là yếu tố then chốt để đáp ứng nhu cầu nhân lực chất lượng cao, đồng thời khẳng định vị thế của Việt Nam trên bản đồ khai khoáng thế giới. Nghiên cứu này đã phân tích thực trạng, nhận diện cơ hội và thách thức, đồng thời đề xuất các định hướng trọng tâm: (i) Đào tạo hiện đại, hội nhập thông qua cập nhật chương trình theo chuẩn quốc tế, gắn kết với doanh nghiệp, tăng cường kỹ năng mềm, ngoại ngữ và ứng dụng công nghệ số; (ii) Nghiên cứu khoa học tiên tiến, bền vững, ưu tiên công nghệ khai thác thông minh, giải pháp khai thác xanh, mô phỏng – dự báo, và hợp tác nghiên cứu quốc tế; (iii) Phát triển nguồn lực và hạ tầng bằng cách nâng cao chất lượng giảng viên, đầu tư cơ sở vật chất hiện đại, mở rộng mô hình liên kết “ba nhà”.

Bên cạnh đó, nghiên cứu đã đề xuất bộ tiêu chí trong khai thác khoáng sản rắn bằng phương pháp lộ thiên nhằm đảm bảo hiệu quả, bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu. Bộ tiêu chí được xây dựng dựa trên bốn nội dung lớn: (1) chính sách và định hướng phát triển ngành mỏ; (2) khung tiêu chí ở Việt Nam và thế giới; (3) khả năng áp dụng công nghệ – thiết bị tiên tiến; và (4) bộ tiêu chí chi tiết cho khai thác khoáng sản rắn. Các đề xuất bám sát hệ thống pháp luật, quy chuẩn hiện hành, đồng thời đáp ứng yêu cầu của CMCN 4.0, gắn với chuyển đổi số, tự động hóa và ứng dụng hạ tầng dữ liệu quốc gia.

Bộ tiêu chí gợi ý cho khai thác mỏ lộ thiên ở Việt Nam trong tương lai tập trung vào ba trụ cột: kinh tế – kỹ thuật, môi trường và xã hội. Về kinh tế – kỹ thuật, mục tiêu là tối đa hóa thu hồi khoáng sản, ứng dụng công nghệ tiên tiến, sử dụng năng lượng sạch và tích hợp rủi ro khí hậu trong thiết kế mỏ. Về môi trường, tiêu chí nhấn mạnh sử dụng đất hợp lý, quản lý nước – chất thải hiệu quả, giảm phát thải carbon và bảo tồn đa dạng sinh học. Về xã hội, cần đảm bảo tham vấn cộng đồng, an toàn lao động, phát triển kinh tế địa phương và tái định cư công bằng. Bộ tiêu chí này góp phần định hướng ngành khai thác lộ thiên theo hướng hiệu quả, bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu.

Lời cảm ơn

Bài báo được thực hiện bởi nhóm tác giả cùng tập thể các nhà khoa học Bộ môn Khai thác lộ thiên và Trung tâm Nghiên cứu Cơ Điện Mỏ, dựa trên các kết quả nghiên cứu và chuyển giao công nghệ, trong đó có đề tài năm 2020 tại Bình Dương và các công bố gần đây trên Tạp chí Khoa học trái đất và mỏ trong và ngoài nước.

Tài liệu tham khảo

1. Hồ Sĩ Giao, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Anh Tuấn. Khai thác khoáng sản rắn. Hà Nội: Nhà Xuất Bản Khoa học kỹ thuật; 2009.
2. Thủ tướng Chính Phủ. Quyết định số 403/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ. 2016.
3. Trần Quang Hiếu, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Hoàng, Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Quốc Long, Đánh giá khả năng áp dụng một số công nghệ và thiết bị tiên tiến cho các mỏ khai thác lộ thiên ở Việt Nam, Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất (Chuyên đề: 55 đào tạo ngành Khai thác mỏ lộ thiên), 61, Kỳ 5 (2020), 16-32, 2020
4. Bộ Giáo dục và Đào tạo (2021). Chiến lược phát triển giáo dục giai đoạn 2021–2030, tầm nhìn 2045. Hà Nội.
5. Bộ Công Thương (2023). Quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng khoáng sản thời kỳ 2021–2030, tầm nhìn đến năm 2050. Hà Nội.
6. Chính phủ Việt Nam (2022). Chiến lược phát triển kinh tế – xã hội 2021–2030. Nghị quyết Đại hội XIII của Đảng.
4. Thủ tướng Chính phủ (2021). Quyết định số 450/QĐ-TTg ngày 13/4/2021 về *Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*.
5. Bui NX, Ho GS. Vietnamese Surface Mining - Training and scientific research for integrating the Fourth Industrial Revolution. Journal of Mining and Earth Sciences 2020;61:1–15.
6. Nguyen TA, Pham V Van, Bui NX, Le HTT, Le HT, Tran BD, và c.s. Modelisation of fractured rock mass for open pit mining in Vietnam. Journal of Mining and Earth Sciences 2020;61:80–96.
7. Tran HQ, Bui NX, Nguyen H, Nguyen TA, Nguyen LQ. Applicable possibility of advanced technologies and equipment in surface mines of Vietnam. Journal of Mining and Earth Sciences 2020;61:16–32.
8. Zabalawi I. Engineering Education for Future World: The CDIO Approach. 2018.
9. Nguyễn Quốc Long; Lê Văn Cảnh. Khả năng ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) kinh phí thấp để đo vẽ kiểm kê trữ lượng khoáng sản mỏ lộ thiên. Tạp chí Công nghiệp mỏ 2020;2:79–85.
10. Bùi Xuân Nam; Nguyễn Anh Tuấn. Đánh giá ảnh hưởng trong và sau khai thác xuống cote -100m mỏ đá Thường Tân III và Thường Tân IV xã Thường Tân, huyện Bắc Tân

Uyên, tỉnh Bình Dương. 2019.

11. Bộ Công Thương. QCVN 01:2019/BCT: An toàn trong sản xuất, thử nghiệm, nghiệm thu, bảo quản, vận chuyển, sử dụng, tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp và bảo quản tiền chất thuốc nổ. 2019.
12. Đỗ Ngọc Tước. Nghiên cứu các giải pháp nhằm đáp ứng sản lượng, nâng cao hiệu quả và mức độ an toàn các mỏ than hầm lò, lộ thiên công suất lớn khi khai thác xuống sâu. 2015.

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Số 08 Tầng Bạt Hồ, phường Cửa Nam, TP. Hà Nội

ĐT: 024.39424620 - 39423346 * Fax: 024.38224784

Website: www.nxbgtvt.vn * Email: nxbgtvt@fpt.vn

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN, NỘI DUNG:

Giám đốc - Tổng Biên tập: Nguyễn Minh Nhật

BIÊN TẬP: Trần Anh Thu

THIẾT KẾ: Phương Linh

Đối tác liên kết: Trường Đại học Mở - Địa chất

Địa chỉ: Số 18 phố Viên, phường Đông Ngạc, TP. Hà Nội

In 500 cuốn khổ 20,5 x 29,5cm, tại Công ty cổ phần in Bản Việt

Địa chỉ: Thôn Hậu Ái, xã Sơn Đồng, TP. Hà Nội.

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3108-2025/CXBIPH/2-57/GTVT.

Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-3193-3.

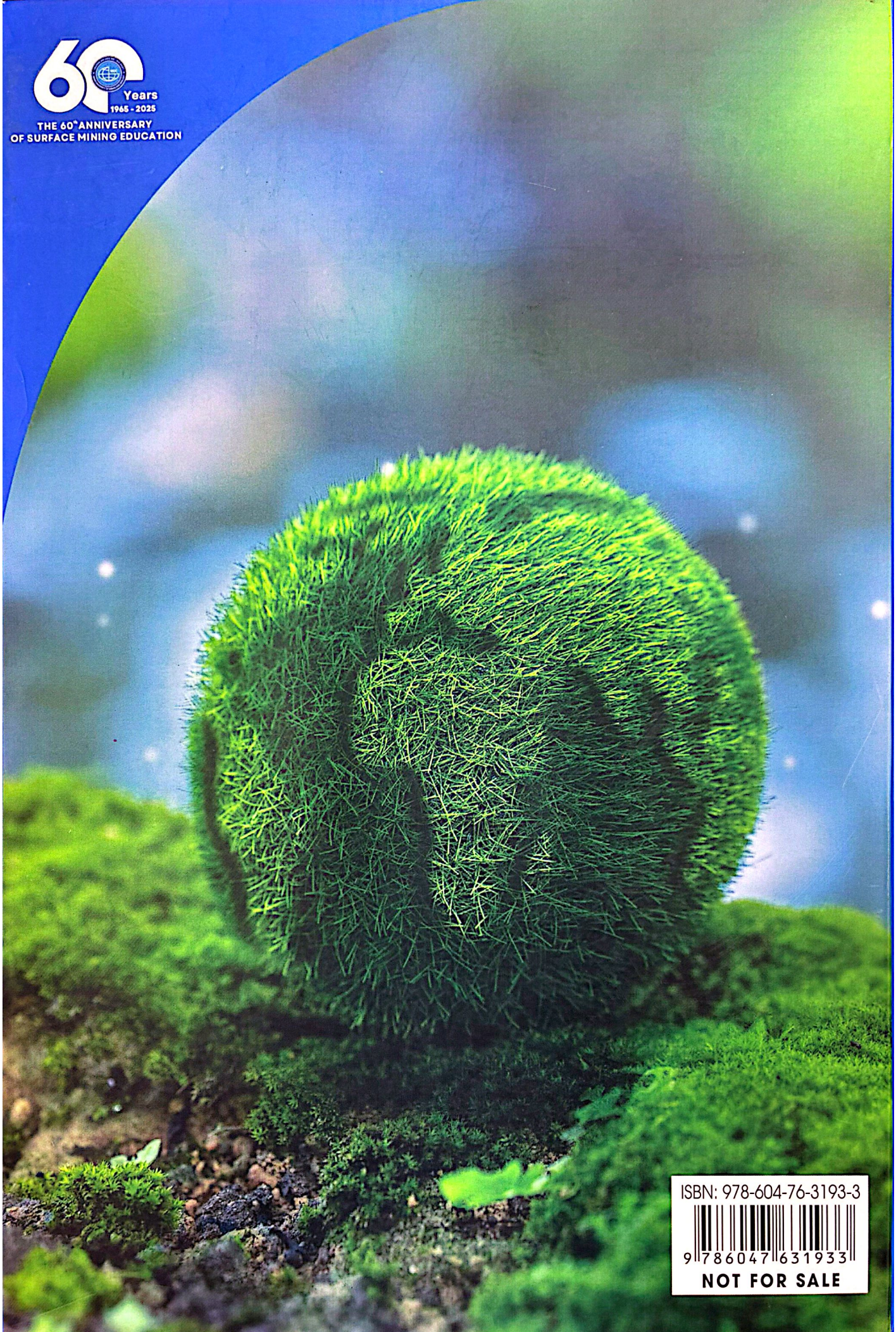
Quyết định xuất bản số: 76 LK/QĐ-XBGT ngày 8/10/2025.

In xong và nộp lưu chiểu năm 2025.



1965 - 2025

THE 60th ANNIVERSARY
OF SURFACE MINING EDUCATION



ISBN: 978-604-76-3193-3



9 786047 631933

NOT FOR SALE