

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỨ BẬC TRONG LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN HỆ THỐNG KHAI THÁC MỎ VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Trần Đình Bảo, Phạm Văn Việt
Nguyễn Anh Tuấn, Hoàng Đình Nam
Trường Đại học Mỏ-Địa Chất

Vũ Đình Trọng
Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Email:trandinhbao@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Trong khai thác mỏ nói chung, khai thác đá vật liệu xây dựng (VLXD) nói riêng thì công tác lựa chọn phương án hệ thống khai thác (HTKT) là giai đoạn đầu tiên và có ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu quả về mặt kinh tế, kỹ thuật cũng như môi trường của quá trình mỏ hoạt động. Bài báo sử dụng phương pháp phân tích đa tiêu chí (MCA- Multi Criteria Analysis) kết hợp kỹ thuật phân tích thứ bậc (AHP- Analytic Hierarchy Process) và các thuật toán khác trên cơ sở 5 phương án đề xuất để lựa chọn phương án hợp lý, đáp ứng mọi yêu cầu về “Phát triển bền vững” cũng như nâng cao hiệu quả an toàn trong khai thác.

Từ khóa: hệ thống khai thác, vật liệu xây dựng, phân tích thứ bậc, đa tiêu chí, Lam Sơn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam có trữ lượng đá vôi lớn có nguồn gốc trầm tích biển phân bố diện rộng các tỉnh phía Bắc và Bắc Trung Bộ, với trữ lượng lên tới hàng trăm tỷ tấn được sử dụng cho ngành công nghiệp sản xuất xi măng và vật liệu xây dựng thông thường (VLXD TT). Trong đó, lượng đá cung cấp làm VLXD TT chiếm tỉ trọng lớn, được phân bố phân tán trải dài các tỉnh phía Bắc và Bắc Trung Bộ nhằm phục vụ nhu cầu vật liệu xây dựng địa phương với tổng số lượng giấy phép cấp cho loại mỏ này là 2.731 chiếm (55,6%) các loại giấy phép khai thác khoáng sản. Các mỏ đá vôi sản xuất VLXD TT khu vực Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ thường có địa hình núi đá cao, diện phân bố hẹp, thuộc điều kiện địa hình rất khó khai thác. Do giá trị của đá VLXD TT không cao, nhu cầu theo địa phương, năng lực của chủ đầu tư nên các mỏ đá VLXD TT có quy mô sản xuất nhỏ, công nghệ khai thác không được chú trọng đầu tư. Đặc biệt trong những năm gần đây, việc bùng phát hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản đá VLXD TT tại các địa phương trong cả nước đã xuất hiện một số nhà đầu tư chỉ chú trọng đến lợi nhuận, rút ngắn thời gian thu hồi vốn nên không tuân thủ đầy đủ các quy định, quy phạm an toàn trong khai thác mỏ. Hiện tượng khai thác

theo lớp nghiêng cắt tầng nhỏ bị biến tướng thành khai thác lớp nghiêng khẩu suốt đã gần như trở thành phổ biến tại các khu vực khai thác đá có quy mô nhỏ, việc này đã hình thành những “máng” khai thác có độ dốc lớn, hoặc để giảm chi phí làm tơi đất đá khai thác xuôi theo mặt trượt của lớp đá. Việc khai thác này tiềm ẩn các rủi ro mất an toàn trong khai thác như sạt lở núi (vụ lở núi Lèn Cờ, tỉnh Nghệ An; vụ lở đá khu D mỏ Trại Sơn, thành phố Hải Phòng;...). Ngoài ra hoạt động nổ mìn còn gây tác động tới xung quanh như đá bay, đá rơi, bụi ra môi trường xung quanh.

Hiện nay trong hoạt động khai thác mỏ nói chung, khai thác mỏ đá VLXD TT nói riêng, công tác thiết kế được tiến hành theo hai bước: Thiết kế cơ sở và Thiết kế bản vẽ thi công. Thiết kế cơ sở là thiết kế được thực hiện trong giai đoạn lập Dự án đầu tư xây dựng công trình, nó chỉ ra phương án thiết kế được lựa chọn, thể hiện được các thông số kỹ thuật chủ yếu phù hợp với các quy chuẩn, tiêu chuẩn được áp dụng, là căn cứ để triển khai các bước thiết kế tiếp theo. Trong bước thiết kế này, việc lựa chọn phương án chủ yếu dựa vào so sánh kinh phí tổng mức đầu tư (TMĐT) và phân tích sự hợp lý về giải pháp công nghệ mà chưa xem xét hết việc đảm bảo đầy đủ các mục tiêu của dự án,

đánh giá các mục tiêu về môi trường, xã hội chỉ được thực hiện cho phương án đã được lựa chọn (thông qua Báo cáo đánh giá tác động môi trường-xã hội hay Kế hoạch quản lý môi trường,...).

Các dự án khai thác mỏ thường có thời gian tồn tại dài và phạm vi ảnh hưởng đến một vùng rộng lớn, bên cạnh đó các dự án này còn tác động đến môi trường và tác động đa dạng tới các đối tượng xã hội, có tính nhạy cao với cộng đồng. Chính vì vậy, một dự án khai thác có đảm bảo được mục tiêu bền vững hay không thì các yếu tố tác động đến môi trường, xã hội và cộng đồng cần phải được xây dựng thành các tiêu chí cụ thể và lượng hóa để đánh giá trong quá trình ra quyết định lựa chọn phương án hệ thống khai thác. Đây là một bài toán phức tạp, đa mục tiêu, đa tiêu chí bao gồm cả thông tin định tính và định lượng.

Ở Việt Nam, phương pháp phân tích đa tiêu chí (MCA) phối hợp kỹ thuật phân tích thứ bậc (AHP) đã được sử dụng ở nhiều lĩnh vực như: đánh giá tính bền vững trong sử dụng đất; lựa chọn mô hình cây trồng; đánh giá tăng trưởng cây xanh; đánh giá cảnh quan cho cây trồng; đánh giá tính bền vững trong sử dụng đất; lựa chọn mô hình cây trồng; đánh giá và lựa chọn vị trí quy hoạch sử dụng đất; chôn lấp rác thải;... Trong đó có kết hợp thêm các phương pháp PCA, PRA, SAW, PAM, MFA, F-AHP,

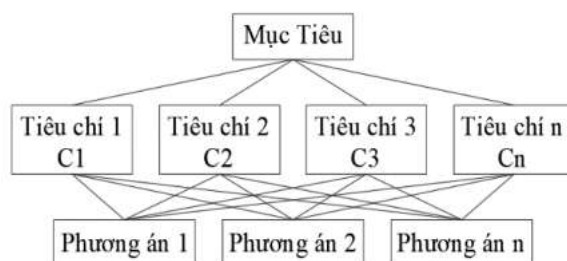
GIS,... [1, 4], 5, 6, 7, 8]. Tuy nhiên, vấn đề nghiên cứu ứng dụng MCA và AHP vào trong lĩnh vực khai thác mỏ nói chung, khai thác VLXDĐT nói riêng và cụ thể hơn là áp dụng vào việc đánh giá lựa chọn phương án hệ thống khai thác mỏ đang bị bỏ ngỏ.

Dựa trên phân tích đa chiều, tham vấn ý kiến chuyên gia, định hướng khai thác và phát triển bền vững nguồn tài nguyên khoáng sản VLXDĐT cùng với các kỹ thuật phân tích và đánh giá. Nghiên cứu đề xuất áp dụng MCA, AHP trong lựa chọn phương án hệ thống khai thác mỏ đá VLXDĐT. Phương án lựa chọn dựa trên bộ tiêu chí và các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định lựa chọn phương án tối ưu được xây dựng bằng MCA, AHP.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

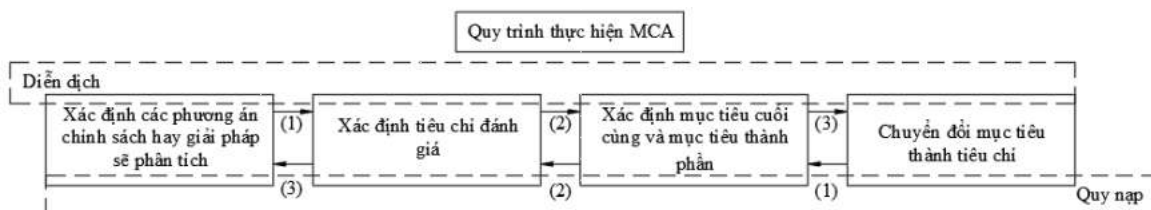
2.1. Phương pháp luận của phân tích đa tiêu chí (MCA), kỹ thuật phân tích thứ bậc (AHP)

AHP là một trong những phương pháp ra quyết định đa mục tiêu được đề xuất bởi Thomas L.Saaty- một nhà toán học người gốc Irắc vào năm 1980. AHP là một phương pháp định lượng, dùng để sắp xếp các phương án quyết định và lựa chọn một phương án thỏa mãn các tiêu chí cho trước. Dựa trên nguyên tắc so sánh theo cặp, phương pháp AHP có thể được mô tả với 3 nguyên tắc chính đó là: phân tích; đánh giá; và tổng hợp [2].



H.1. Sơ đồ thực hiện kỹ thuật phân tích thứ bậc (AHP)

Phương pháp lựa chọn đa tiêu chí (MCA- Multicriteria Analysis) là công cụ đánh giá mức độ quan trọng của từng tiêu chí liên quan và phản ánh mức độ đó lên việc đưa ra quyết định cuối cùng [3, 9]. Quy trình lựa chọn tiêu chí bằng MCA như trên Hình H.2.



H.2. Quy trình thực hiện lựa chọn đa tiêu chí (MCA)

Cách tiếp cận diễn dịch (top-down) được thực hiện theo chiều từ trái sang phải, thứ tự lần lượt tại (1), (2) và (3). Cách tiếp cận quy nạp ngược chiều so với các tiếp cận diễn dịch.

Các bước thực hiện AHP theo thứ tự: (1) *Xác định mức độ ưu tiên cho các tiêu chí*; (2) *Tính trọng số cho các tiêu chí*; (3) *Xác định mức độ ưu tiên của các phương án theo từng tiêu chí*; (4) *Tính trọng số phương án theo tiêu chí*; (5) *Tính điểm phương án và lựa chọn*.

Trình tự các bước được trình bày cụ thể dưới đây:

Bước 1: Xác định mức độ ưu tiên cho các tiêu chí

Với n tiêu chí được đưa ra sau nghiên cứu kinh nghiệm lựa chọn các phương án hệ thống khai thác trong nước và trên thế giới, thực hiện lập ma trận vuông cấp n như ở Bảng 1.

Bảng 1. Lập Ma trận so sánh các tiêu chí theo từng cặp

	C_1	C_2	C_3	...	C_n
C_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}		a_{1n}
C_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}		a_{2n}
C_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}		a_{3n}
...					
C_n	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}		a_{nn}

Sau đó, ta tiến hành thực hiện việc so sánh các tiêu chí theo từng cặp và điền giá trị mức độ ưu tiên của các tiêu chí vào bảng (các giá trị a_{ij} , với i thứ tự hàng, j thứ tự cột). Các mức độ ưu tiên theo cặp của các tiêu chí được tra cứu từ Bảng 3, có các giá trị nguyên dương từ 1 đến 9 hoặc nghịch đảo của các số này. Lưu ý rằng ta phải ghi hai giá trị mức độ ưu tiên cho mỗi cặp tiêu chí tùy thuộc vào việc ta xem xét giá trị nào trước. Giả sử tiêu chí C_1 có mức độ ưu tiên bằng 1/3 tiêu chí C_3 , khi ấy tiêu chí C_3 sẽ có mức độ ưu tiên bằng 3 lần tiêu chí C_1 . Ta ghi vào dòng tương ứng với C_1 và cột C_3 giá trị 1/3, dòng tương ứng C_3 và cột C_1 giá trị 3 như trong Bảng 2.

Bảng 2. So sánh theo từng cặp giá trị

	C_1	C_2	C_3	...	C_n
C_1	1	1	1/3		1/6
C_2	1	1	1/3		1/4
C_3	3	3	1		1
...					
C_n	6	4	1		1

Có thể thấy ma trận trên nghịch đảo đối xứng theo đường chéo từ trái qua phải.

Bảng 3. Đánh giá các tiêu chí theo từng cặp dựa vào mức độ ưu tiên

Độ mạnh so sánh	Định nghĩa	Giải thích
1	Tầm quan trọng bằng nhau	Hai tiêu chí dự phần vào mục tiêu bằng nhau
3	Quan trọng	Đánh giá tiêu chí này quan trọng hơn tiêu chí kia
5	Cần thiết	Đánh giá tiêu chí này mạnh hơn tiêu chí kia
7	Rất quan trọng	Một tiêu chí tác động đến một tiêu chí rất mạnh
9	Quan trọng tuyệt đối	Thống kê số liệu chứng tỏ một tiêu chí tác động mục tiêu cao nhất
2, 4, 6, 8	Các giá trị trung gian giữa hai mức giá trị gần nhau	Dùng để điều hòa với các ưu tiên nêu trên
Các phân số		Tiêu chí i có giá trị so sánh với tiêu chí j , tiêu chí j có giá trị nghịch đảo khi so sánh với tiêu chí i

Bước 2: Tính toán trọng số cho các tiêu chí

Sau khi lập xong ma trận trên, người đánh giá sẽ tiến hành tính toán trọng số cho các tiêu chí bằng cách cộng tổng các giá trị của ma trận theo cột, sau đó lấy từng giá trị của ma trận chia cho số tổng của cột tương ứng, giá trị thu được được thay vào chỗ giá trị được tính toán. Trọng số của mỗi tiêu chí $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ tương ứng sẽ bằng bình quân các giá trị theo từng hàng ngang. Kết quả là ta có một ma trận n cột n hàng (Bảng 4).

Bảng 4. Bảng xác định trọng số đối với từng giá trị

	C_1	C_2	C_3	...	C_n	Trọng số
C_1	w_{11}	w_{12}	w_{13}		w_{1n}	w_1
C_2	w_{21}	w_{22}	w_{23}		w_{2n}	w_2
C_3	w_{31}	w_{32}	w_{33}		w_{3n}	w_3
...						
C_n	w_{n1}	w_{n2}	w_{n3}		w_{nn}	w_n

Tuy nhiên, trước khi đưa ra kết luận cuối cùng, phải đảm bảo sự nhất quán trong cách đánh giá của chuyên gia trong suốt quá trình áp dụng phương pháp. Tỷ số nhất quán (CR- consistency ratio) được xác định như sau [11]:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

Trong đó: CI- chỉ số nhất quán:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (2)$$

Với λ_{max} là giá trị riêng của ma trận so sánh (eigenvalue), được tính như sau:

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n w_i * \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (3)$$

- n- số phần tử được so sánh theo cặp trong một lần tính toán, chính là kích thước ma trận tính toán.

- RI (random index)- chỉ số ngẫu nhiên. RI được xác định từ bảng số cho sẵn (Bảng 5):

Bảng 5. Chỉ số ngẫu nhiên RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41
n	9	10	11	12	13	14	≥15	
RI	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59	

Trong mọi trường hợp, CR cần ≤ 10%, với các ma trận kích thước 3x3, CR cần không lớn hơn 5%, và giá trị tương ứng cho ma trận kích thước 4x4 là 9%. Nếu CR lớn hơn các mức vừa đề cập, chúng tỏ có sự không nhất quán trong đánh giá của chuyên gia và cần phải đánh giá và tính toán lại [28].

Bước 3: Tính độ ưu tiên của các phương án theo từng tiêu chí

Ở bước này người ta tính toán cho từng tiêu chí, cách tính toán giống như trong Bước 1 và Bước 2, nhưng số liệu đưa vào đánh giá là kết quả so sánh mức độ ưu tiên của các phương án xem xét theo từng tiêu chí. Như thế, người đánh giá phải thực hiện n ma trận cho n tiêu chí khác nhau. Kết quả là ta có n ma trận 1 cột m hàng, cũng cần tiến hành kiểm tra tỷ số nhất quán để đảm bảo kết quả thu được có độ tin cậy phù hợp.

Bước 4: Tính điểm cho các phương án và lựa chọn

Đây là bước cuối cùng trong quá trình đánh giá và đưa ra phương án. Ta ghép n ma trận 1 cột m hàng là sản phẩm ở Bước 3 thành ma trận m hàng

n cột. Nhân ma trận này với 1 cột n hàng là kết quả của Bước 2, được kết quả là một ma trận m hàng 1 cột. Ma trận kết quả sẽ cho biết phương án tốt nhất nên chọn, là phương án có giá trị kết quả cao nhất.

2.2. Xác định tiêu chí và các yếu tố ảnh hưởng đến phương án hệ thống khai thác mỏ đá vật liệu xây dựng

Việc lựa chọn công nghệ khai thác lộ thiên bị ảnh hưởng và liên quan tới nhiều yếu tố, có thể xác định các nhóm yếu tố cơ bản sau:

1) Yếu tố tự nhiên: Điều kiện địa hình, độ cao và mức độ phức tạp của địa hình, vị trí địa lý của khoáng sàng, cấu trúc của vỉa khoáng sản như: Chiều dày, góc cắm theo hướng dốc và đường phương... Đặc điểm địa chất công trình, chất lượng và trữ lượng của loại khoáng sản khai thác...;

2) Yếu tố an toàn: Các yêu cầu về an toàn đối với công trình công nghiệp và dân sinh tại khu vực khai thác, các yêu cầu về an toàn khi thực hiện các khâu công nghệ trong tổ chức khai thác;

3) Yếu tố Kỹ thuật: Đồng bộ thiết bị sử dụng, mức độ cơ giới hóa của các thiết bị trong các khâu công nghệ và năng suất của nó, hệ thống khai thác và các thông số của hệ thống khai thác,...;

4) Yếu tố kinh tế: Tổng vốn đầu tư xây dựng cơ bản, tỷ suất vốn đầu tư, thời gian thu hồi vốn, giá thành sản phẩm và giá bán sản phẩm, lãi thu được, số lao động và chất lượng lực lượng công nhân - cán bộ kỹ thuật của doanh nghiệp, ...

Để lựa chọn phương án hệ thống khai thác (HTKT) hợp lý cho mỏ đá VLXDTT cần phải xét tới mức độ tác động của các yếu tố tới các tiêu chí cần đạt được. Các tiêu chí lựa chọn phải có tính phân loại, tính công nghệ cao, hợp lý về kỹ thuật,

Bảng 6. Bộ tiêu chí (TC) đánh giá, lựa chọn phương án hệ thống khai thác

TC1. Đặc điểm tự nhiên	TC2. Yếu tố Kỹ thuật	TC3. Yếu tố an toàn -Môi trường	TC4. Hiệu quả kinh tế
Đặc điểm địa hình	Đồng bộ thiết bị khai thác	An toàn khu vực khai thác, dân sinh	Tổng vốn đầu tư xây dựng cơ bản
Vị trí địa lý	Hệ thống khai thác và các thông số	An toàn khi thực hiện các khâu công nghệ	Thời gian thu hồi vốn
Cấu trúc chất lượng khoáng sản	Quy mô sản lượng khai thác	Các thông số an toàn	Giá thành sản phẩm và tỷ suất vốn đầu tư
Trữ lượng khai thác	Khối lượng xây dựng cơ bản	Môi trường nước	Chi phí sản xuất thường xuyên
		Môi trường đất	Tổng giá trị sản phẩm
		Môi trường không khí	Lợi nhuận
			Số lao động thường xuyên

an toàn tuyệt đối cho hoạt động khai thác, bảo vệ tốt được cảnh quan môi trường và tối ưu về kinh tế. Đồng thời khi có tiêu chí, việc phân loại phải đơn giản, dễ thực hiện trong thực tế, nhờ đó việc lựa chọn hệ thống khai thác sẽ chi tiết, thuận tiện hơn; Cũng từ đó tăng cường công tác quản lý kỹ thuật, quản lý nhà nước về cấp phép khai thác, bảo vệ môi trường chặt chẽ hơn trong lĩnh vực hoạt động khai thác khoáng sản, kết hợp với các tiếp cận quy nạp trong phương pháp lựa chọn đa tiêu chí MCA. Nghiên cứu xây dựng 21 yếu tố ảnh hưởng đến phương án hệ thống khai thác mỏ đá VLXDTT, và phân nhóm các yếu tố đó thành 4 tiêu chí chính như Bảng 6.

2.3. Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) lựa chọn phương án hệ thống khai thác cho khu 2 mỏ đá Lam Sơn

Khu 2 mỏ đá vôi Lam Sơn cách khu vực nghiên cứu 450m, đầu đường kết nối với khu vực nghiên cứu là +32m tại vị trí cách cụm nghiên cứu là 30m, địa hình chên cao đến khu vực đỉnh cao nhất là +200m, địa hình tương đối dốc từ mức +80m đến +200m là từ 66-85%. Khu 2 được giao khai thác đạt sản lượng khoảng 1 triệu tấn/năm.

Phương án đề xuất thể hiện được mối quan hệ chặt chẽ giữa đặc điểm tự nhiên - kỹ thuật của khu vực khai thác, các vấn đề về cảnh quan - môi trường cũng như hiệu quả kinh tế mang lại. Từ 4 tiêu chí và 21 yếu tố ảnh hưởng đến phương án HTKT đã nêu, để lựa chọn và sàng lọc phương án phù hợp đối với mỏ, nghiên cứu sử dụng kỹ thuật phân tích thứ bậc AHP, giá trị cốt lõi là bộ trọng số của tiêu chí và phương án theo tiêu chí. Trên cơ sở phân tích địa hình khu mỏ, khả năng áp dụng của HTKT với khả năng công suất của mỏ, nghiên cứu

đề xuất 5 phương án đưa vào lựa chọn như sau:

- Phương án 1: Sử dụng HTKT khấu theo lớp đứng cắt tầng nhỏ từ mức +170m đến mức kết thúc khai thác +80m;

- Phương án 2: Sử dụng HTKT khấu theo lớp bằng xúc (gạt) chuyển từ mức +170m đến mức kết thúc khai thác +80m;

- Phương án 3: Sử dụng HTKT khấu theo lớp bằng vận tải trực tiếp từ mức +170m đến mức kết thúc khai thác +80m;

- Phương án 4: Sử dụng HTKT khấu theo lớp bằng xúc (gạt) chuyển từ mức +170m đến mức +100m và HTKT khấu theo lớp bằng vận tải trực tiếp từ mức +100m đến mức kết thúc khai thác +80m;

- Phương án 5: Sử dụng HTKT khấu theo lớp bằng xúc (gạt) chuyển từ mức +170m đến mức +120m và HTKT khấu theo lớp bằng vận tải trực tiếp từ mức +120m đến mức kết thúc khai thác +80m.

Phương án đề xuất có những yêu cầu riêng để áp dụng khu vực nghiên cứu như: yêu cầu phù hợp về diện tích mặt bằng, độ dốc địa hình khu vực khai thác; sản lượng mỏ; đồng bộ thiết bị sử dụng; các yêu cầu về an toàn và bảo vệ môi trường; quy mô đầu tư;... Dựa trên 4 tiêu chí và 21 yếu tố ảnh hưởng đến phương án, kết hợp với ý kiến đánh giá, phân loại của chuyên gia. Nhóm tác giả thực hiện đánh giá sự phù hợp của 5 phương án theo từng đặc điểm về điều kiện kỹ thuật, tự nhiên, văn hóa - xã hội - kinh tế - môi trường của khu 2 mỏ Lam Sơn và của toàn mỏ, kết hợp với điều kiện ràng buộc để đưa ra quyết định cuối cùng được xác định bằng trọng số của 4 tiêu chí cho từng phương án đề xuất trên cơ sở đánh giá cho điểm của các chuyên gia đối với 4 tiêu chí.

Bảng 7. Kết quả so sánh theo cặp (bên trái) và trọng số của tiêu chí (bên phải)

	TC1	TC2	TC3	TC4		TC1	TC2	TC3	TC4	W
TC1	1,00	0,33	0,20	0,33	TC1	0,08	0,04	0,12	0,06	0,08
TC2	3,00	1,00	0,20	0,50	TC2	0,25	0,12	0,12	0,09	0,14
TC3	5,00	5,00	1,00	4,00	TC3	0,42	0,60	0,61	0,69	0,58
TC4	3,00	2,00	0,25	1,00	TC4	0,25	0,24	0,15	0,17	0,20
Tổng	12,00	8,33	1,65	5,83	Tổng	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Số tiêu chí là 4 => RI=0,9, λ_{max} = 4,24; CI=0,08; CR =0,09=9% đảm bảo tính nhất quán.



Từ công thức 1, 2, 3 cho thấy kết quả đánh giá, chấm điểm của các chuyên gia đảm bảo tính nhất quán giữa 4 tiêu chí. Số liệu tính toán so sánh theo cặp từ ý kiến chuyên gia và trọng số đối với 4 tiêu chí như Bảng 7.

Tiêu chí: Đảm bảo An toàn - Môi trường (TC3) đóng vai trò quan trọng chính trong bộ tiêu chí (Chiếm trên 50% trong bộ tiêu chí). Như vậy, tiêu chí 3 sẽ là tiêu chí quyết định phương án hệ thống khai thác cho khu 2 mỏ đá Lam Sơn.

Kết quả so sánh mức độ ưu tiên và trọng số chi tiết của phương án theo tiêu chí đối với khu 2 mỏ đá Lam Sơn. Dựa trên kết quả tính toán theo kỹ thuật phân tích thứ bậc AHP, Phương án HTKT phù hợp cho khu vực nghiên cứu như sau:

Mức độ ưu tiên của phương án theo từng tiêu chí được thiết lập với ma trận có kích thước tương ứng bằng số phương án. Số liệu tính toán lấy từ ý kiến chuyên gia chấm điểm theo cặp phương án theo từng tiêu chí.

Giá trị trọng số phương án theo các tiêu chí và trọng số tiêu chí được xác định. Thực hiện nhân ma trận kích thước 5x4 (W_1, W_2, W_3, W_4) và giá trị trọng số W_{LS} của tiêu chí là vectơ 1 chiều kích thước 4x1, thu được kết quả như Bảng 8:

Bảng 8. Tổng hợp giá trị trọng số phương án theo 4 tiêu chí và mức độ tiên của các phương án hệ thống khai thác cho khu 2 mỏ đá Lam Sơn

	W1	W2	W3	W4	W_{LS}	Mức độ ưu tiên	
PA1	0,10	0,06	0,06	0,11		7,59%	5
PA2	0,18	0,24	0,09	0,25	0,14	15,26%	3
PA3	0,07	0,10	0,18	0,09	0,58	14,06%	4
PA4	0,43	0,44	0,33	0,43	0,08	37,59%	1
PA5	0,22	0,16	0,33	0,12	0,20	25,50%	2

Từ các kết quả tính toán ở trên, nhận thấy, phương án 4- Sử dụng HTKT khấu theo lớp bằng xúc (gạt) chuyển từ mức +170m đến mức +100m và HTKT khấu theo lớp bằng vận tải trực tiếp từ mức +100m đến mức kết thúc khai thác +80m, phương án 5- Sử dụng HTKT khấu theo lớp bằng xúc (gạt) chuyển từ mức +170m đến mức +120m và HTKT khấu theo lớp bằng vận tải trực tiếp từ mức +120m đến mức kết thúc khai thác +80m là hai phương án có thể được sử dụng trong việc khai thác khu 2 mỏ đá Lam Sơn. Để lựa chọn ra phương án phù hợp hơn cho khu 2 mỏ đá Lam Sơn, tác giả

đã tiến hành tính toán và đánh giá hiệu quả kinh tế các phương án HTKT theo các chỉ tiêu kinh tế như tổng mức đầu tư, giá thành khai thác, lợi nhuận, giá trị hiện tại thuần, thời gian hoàn vốn,... Đây là cơ sở lựa chọn bổ sung trong việc lựa chọn HTKT hợp lý cho mỏ.

Hiệu quả kinh tế của HTKT khai thác hỗn hợp theo phương án 4 và 5 được xác định trong bảng tổng hợp kinh tế Bảng 9.

Bảng 9. Bảng tổng hợp kinh tế kỹ thuật phương án

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương án 1	Phương án 2
1	Tổng sản lượng đá vôi nguyên khai	10 ³ tấn	4.700	4.700
4	Tổng mức đầu tư	10 ³ đồng	76.904.811	79.460.534
5	Tổng doanh thu	10 ⁶ đồng	459.399	459.399
6	Tổng chi phí SX-KD	10 ⁶ đồng	432.580	429.634
7	Giá đá vôi	đ/m ³	260.000	260.000
8	Giá thành bình quân	đ/m ³	244.822	243.154
9	Lợi nhuận trước thuế	10 ⁶ đồng	26.819	29.766
10	Lợi nhuận ròng (Pn)	10 ⁶ đồng	17.294	19.814
11	Giá trị hiện tại thuần (NPV)	10 ⁶ đồng	1.917	2.792
12	Tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR)	%	15,8%	16,4%
13	Lãi vay ngân hàng	%/năm	6%	6%
14	Thời hạn hoàn vốn (T)	năm	1,51	1,46

Qua đánh giá về kinh tế - kỹ thuật chọn được 2 phương án phù hợp với HTKT hỗn hợp phù hợp với điều kiện địa hình, công suất mỏ. Qua đánh giá về kỹ thuật nhận thấy phương án 2 là phương án đem lại hiệu quả hơn qua một loạt chỉ số. Mặc dù vốn đầu tư nhiều hơn 2,5 tỷ đồng, nhưng chi phí khai thác thấp hơn, dẫn tới lợi nhuận dòng nhiều hơn 2,5 tỷ đồng và thời gian thu hồi vốn nhanh hơn 6 tháng.

4. KẾT LUẬN

➢ Tiếp cận phát triển bền vững trong mọi hoạt động phát triển kinh tế xã hội là tất yếu trong bối cảnh suy thoái môi trường như hiện nay. Vì lẽ đó, các dự án đầu tư khai thác mỏ nói chung, các dự án khai thác mỏ vật liệu xây dựng nói riêng cần hướng tới đảm bảo các tiêu chí cho mục tiêu phát triển bền vững về kinh tế, xã hội và môi trường;

➢ Phương pháp đánh giá đa tiêu chí được sử dụng trong nhiều lĩnh vực đời sống xã hội, trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường. Tuy nhiên, vấn đề nghiên cứu ứng dụng phương pháp phân tích đa tiêu chí vào trong lĩnh vực khai thác mỏ nói chung,

khai thác vật liệu xây dựng nói riêng và cụ thể hơn là áp dụng vào việc đánh giá lựa chọn phương án hệ thống khai thác mỏ đang bị bỏ ngỏ;

➤ Dựa trên phân tích đa chiều, tham vấn ý kiến chuyên gia, định hướng khai thác và phát triển bền vững nguồn tài nguyên khoáng sản vật liệu xây dựng cùng với các kỹ thuật phân tích và đánh giá. Nghiên cứu đề xuất áp dụng phương pháp phân

tích đa tiêu chí (MCA) – kỹ thuật phân tích thứ bậc (AHP) trong lựa chọn phương án hệ thống khai cho khu 2 mỏ đá Lam Sơn. Phương án lựa chọn đảm bảo tính nhất quán với 4 tiêu chí và 21 yếu tố về điều kiện tự nhiên, đặc điểm kinh tế - xã hội, an toàn môi trường và hiệu quả kinh tế. An toàn môi trường luôn được đặt lên hàng đầu. Kết quả đã lựa chọn được phương án có hiệu quả nhất □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Thị Thanh Hương (2015), “Đề xuất quy hoạch vùng trồng nho đến năm 2030 ở tỉnh Bình Thuận trên cơ sở tích hợp GIS và AHP”, Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Số 23, tr. 35-39.
2. Chế Đình Lý (2012), Hướng dẫn phương pháp đánh giá đa tiêu chí dung trong phân hạn các đối tượng nghiên cứu doanh nghiệp hay địa phương.
3. Chế Đình Lý (2012), *Phương pháp cộng trọng số đơn giản và độ thị rada*.
4. Lưu Đức Cường (2009), “Phương pháp phân tích đa tiêu chí để chọn địa điểm chôn lấp chất thải rắn”, Tạp chí Quy hoạch xây dựng. Số 37, tr. 80-81.
5. Lưu Quốc Đạt và các cộng sự. (2017), “Xây dựng mô hình ra quyết định đa tiêu chuẩn tích hợp để lựa chọn và phân tích nhóm nhà cung cấp xanh”, Tạp chí Khoa học Quốc gia Hà Nội: Kinh tế và Kinh doanh. Số 33(1), tr. 43-54.
6. Nguyễn Xuân Linh và các cộng sự. (2017), “Ứng dụng công nghệ GIS và phương pháp phân tích đa chỉ tiêu F-AHP trong đánh giá tính hợp lý về vị trí quy hoạch đất khu công nghiệp huyện Hưng Hà, tỉnh Thái Bình”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. Số 166(06).
7. Center for International Forestry Research (CIFOR) (1999), *Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators. Indonesia*.
8. Hing Kai Chan, Xuting Sun and Sai-Ho Chung (2019), “When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process?”, *Decision Support Systems*. 125, pages 113114.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo được thực hiện với kinh phí hỗ trợ từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp Đại học Mở-Đà Nẵng, mã số T22-38.

APPLICATION OF ANALYTIC HIEARCHY PROCESS IN SELECTING OF MINING SYSTEM FOR RAW MATERIALS QUARRIES

Tran Dinh Bao, Pham Van Viet, Nguyen Anh Tuan,
Hoang Dinh Nam, Vu Dinh Trong

ABSTRACT

Selection of mining system is the initial stage which affects directly the economic, technical and environmental efficiency of mining operations. This paper applies Multi Criteria Analysis (MCA) and Analytic Hierarchy Process (AHP) and some other mathematical algorithms to propose five solutions of mining system which meet the entire requirements of sustainable development and mining safety conditions.

Keywords: *mining system, building raw material, Multi Criteria Analysis (MCA), Analytic Hierarchy Process (AHP), Lam Son*

Ngày nhận bài: 2/10/2022;

Ngày gửi phản biện: 3/10/2022;

Ngày nhận phản biện: 20/11/2022;

Ngày chấp nhận đăng: 22/11/2022.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.