

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CƯA CẮT ĐÁ GRANIT BẰNG MÁY CƯA ĐĨA QUA ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP QUYẾT ĐỊNH NHIỀU TIÊU CHÍ PROMETHEE

ThS. Phạm Văn Việt, PGS.TS. Nguyễn Anh Tuấn, TS. Trần Đình Bảo, Lê Long Hồ

Trường Đại học Mở - Địa chất

Trần Hữu Trọng – Sở Tài nguyên Môi trường Bình Định

Tóm tắt: Việt Nam có tiềm năng lớn về trữ lượng đá ốp lát tự nhiên. Những năm gần đây, với sự bùng nổ của quá trình đô thị hóa, nguồn đá ốp lát tự nhiên càng được sử dụng bởi sự sang trọng, bền đẹp với thời gian. Các mỏ đá ốp lát áp ngày càng mở rộng quy mô, áp dụng các phương pháp khai thác hiện đại nhằm tăng năng suất, chất lượng sản phẩm và giảm giá thành sản xuất. Trong đó, vấn đề giá thành chi phí cưa cắt phải được quan tâm. Một trong những các yếu tố đánh giá là năng suất của máy cưa đĩa, đánh giá theo điều kiện làm việc của máy cưa cụ thể và đặc tính cơ lý của đá, bao gồm độ bền nén một trục, độ bền kéo, độ mài mòn, thành phần thạch anh, độ ngậm nước, độ lỗ rỗng, độ cứng theo thang búa Schmidt, kích cỡ hạt. Do nhiều yếu tố cơ lý thay đổi theo từng mỏ gây khó khăn trong việc đánh giá khả năng cưa cắt đá ốp lát. Bài báo trình bày phương pháp đánh giá khả năng cưa của máy cưa đĩa với đặc tính cơ lý của đá các mỏ granit với phương pháp quyết định nhiều tiêu chí Promethee để lựa chọn mỏ phù hợp nhất với năng suất máy. Nghiên cứu đã tiến hành đánh giá 5 mỏ đá ốp lát ở khu vực tỉnh Bình Định dựa trên 8 tiêu chí tính chất cơ lý đất đá theo phương pháp trên, đã đưa ra được bảng xếp hạng các mỏ có đặc tính cơ lý đất đá thuận lợi cho khả năng cưa cắt của máy cưa đĩa giúp các mỏ có cơ sở nâng cao năng suất cho các thiết bị cưa đĩa trên mỏ.

Từ khóa: Đá granit, máy cưa đĩa, mỏ đá ốp lát, Promethee.

1 Đặt vấn đề

Năng suất máy cưa cắt đá có vai trò lớn trong các mỏ đá ốp lát khi xem xét chi phí khai thác một khối đá. Hiện nay có nhiều phương pháp khai thác đá ốp lát như cưa cắt dây kim cương, cưa đĩa, cưa tay rạch xích, nổ mìn, sử dụng bột nổ... Trong đó, phương pháp cưa cắt bằng máy cưa đĩa phù hợp cho khai thác đá ốp lát bởi vì nó có một số thuận lợi như độ an toàn tăng, chất lượng khối đá khai thác và công việc đỡ vất vả cho công nhân. Do những thuận lợi của máy cưa đĩa, phương pháp này sẽ thay thế hoàn toàn các phương pháp khác cho các mỏ đá ốp lát granit. Năng suất của máy phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như đặc tính cơ lý của đá, đặc trưng cấu tạo và các thông số vận hành máy. Do đó, để đánh giá năng suất, cần tiếp cận đầy đủ các thông tin về loại khoáng sản, đặc tính cơ học của đá và các thông số có thể điều chỉnh khác, bao gồm đặc tính máy và các thông số làm việc. Hoạt động cưa cắt đá ốp lát phụ thuộc vào đặc điểm địa chất của

mỏ (khe nứt, góc dốc và tính liên tục của lớp đá), độ bền đá nguyên khối (độ bền nén một trục, độ bền kéo một trục), các thông số máy (năng lượng, công suất, bộ phận cắt) và các thông số làm việc (tốc độ quay, tốc độ cắt) [1]. Chọn máy cưa cắt cũng phải xem xét phù hợp với đặc tính khối đá như độ bền nén một trục, độ bền kéo, khối lượng khối đá, mô đun đàn hồi, hệ số Poission, độ lỗ rỗng, trong đó hai thông số đặc trưng cho đặc tính cơ học của đá là độ bền nén một trục và độ bền kéo một trục là rất quan trọng [2]. Ngoài ra, việc đánh giá năng suất cưa cắt cũng sử dụng các thông số đặc tính khối đá như độ bền nén một trục, độ bền kéo một trục, chỉ số hấp thụ nước, chỉ số cứng theo búa Schmidt. Nghiên cứu [3] chỉ ra rằng: Khi độ bền nén một trục tăng thì năng suất cắt giảm; độ cứng đá có mối tương quan tới đặc tính cơ học đá và các thông số cắt như lực pháp tuyến và lực cắt. Một nghiên cứu khác cũng đã đưa ra rằng việc xác định năng suất của máy cưa cắt phụ thuộc vào đặc trưng làm việc của máy

cắt (tốc độ cắt, tốc độ máy) và các thông số cơ lý như độ bền nén một trục, độ mài mòn, độ cứng theo búa Schmidt [4]. Như vậy, các thông số cơ lý đá cần thu thập trong việc xác định khả năng cưa cắt cho mỏ đá ốp lát bằng máy cưa đĩa cần phải thu thập các thông số cần thiết như kích cỡ hạt (Gs), thành phần thạch anh (Qc), độ lỗ rỗng (P), độ bền nén một trục (UCS), độ bền kéo 1 trục (BTS), độ mài mòn (A), độ cứng theo búa Schmidt (H). Tổng hợp nhiều thông số đưa vào sẽ rất khó lựa chọn những mỏ nào (gương khai thác nào) có đặc tính thuận lợi nhất cho khả năng cưa cắt của máy cưa đĩa. Do đó, việc đánh giá các tiêu chí để đưa ra giá trị tổng hợp lựa chọn mỏ có điều kiện thuận lợi nhất cho năng suất máy cưa cắt là việc làm cần thiết, trong đó áp dụng phương pháp quyết định nhiều tiêu chuẩn (Promethee) dựa trên so sánh các tiêu chuẩn, tầm quan trọng để lựa chọn điều kiện mỏ có khả năng cho năng suất cắt tốt nhất khi sử dụng cùng loại thiết bị.

2 Phương pháp Promethee

Phương pháp Promethee I và Promethee II được phát triển bởi Brands [5] và đưa ra lần đầu năm 1982 tại một hội nghị ở Canada. Phương pháp đã được ứng dụng ở một số lĩnh vực khác nhau như ngân hàng, tài nguyên, đầu tư, y tế, hóa học, chăm sóc sức khỏe, du lịch. Các phương pháp đa tiêu chí cơ bản được phát triển giải quyết các vấn đề về tối ưu. Cấu trúc ưu thích của phương pháp Promethee là dựa vào so sánh theo cặp. Trong trường hợp này, xem xét độ lệch giữa các giá trị của 2 đối tượng khác nhau trong một tiêu chí cụ thể. Khi độ lệch nhỏ, người quyết định phân chia sự ưu tiên nhỏ tới thứ tốt hơn và ngay cả có thể không có sự ưu tiên nếu độ lệch không đáng kể. Sự ưu tiên này là các số thực thay đổi từ 0 đến 1. Điều này có nghĩa rằng, đối với mỗi tiêu chuẩn hàm ưu tiên (1) như sau:

$$P_j(a, b) = F_j[d_j[a, b]] \quad \forall a, b \in A \quad (1)$$

Trong đó: $P_j(a, b)$ – hàm ưu tiên giữa 2 đối tượng khác nhau “a” và “b”; $d_j(a, b)$ – biên độ lệch giữa

hai 2 đối tượng trong cùng tiêu chí thứ j_{th} ; A – một bộ các đối tượng đưa vào so sánh, $d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b)$, $0 \leq P_j(a, b) \leq 1$.

Phương pháp Promethee thực hiện dựa trên các so sánh theo cặp, các chỉ số ưu tiên theo cặp được xác định theo công thức (2) như sau [6]:

$$\begin{cases} \pi(a, b) = \sum_{j=1}^n P_j(a, b) w_j \\ \pi(b, a) = \sum_{j=1}^n P_j(b, a) w_j \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó: $\pi(a, b)$ thể hiện mức độ “a” được ưu tiên hơn “b” trong các tiêu chí; $\pi(b, a)$ thể hiện cách “b” được ưu tiên hơn “a”; w_j – trọng số các tiêu chí đưa vào so sánh.

Các giá trị $\pi(a, b)$ và $\pi(b, a)$ luôn là giá trị dương được thể hiện theo công thức (3) như sau:

$$\begin{cases} \pi(a, a) = 0 \\ 0 \leq \pi(a, b) \leq 1 \\ 0 \leq \pi(b, a) \leq 1 \\ 0 \leq \pi(a, b) + \pi(b, a) \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

Từ công thức (3) thấy rằng khi $\pi(a, b) \approx 0$, nghĩa là sự ưu tiên yếu của đối tượng “a” với “b” và $\pi(a, b) \approx 1$ là sự ưu tiên mạnh của đối tượng “a” với “b”. Khi các giá trị $\pi(a, b)$, $\pi(b, a)$ được tính toán theo mỗi cặp đối tượng trong ma trận, biểu đồ xếp hạng vượt trội sẽ được tính toán. Trong phương pháp này, mỗi đối tượng “a” so sánh với $m-1$ đối tượng khác trong ma trận. Việc xếp hạng vượt trội thể hiện qua công thức (4), (5):

$$\varphi^+(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (4)$$

$$\varphi^-(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad (5)$$

Trong đó: m – số lượng các đối tượng đưa so sánh.

Giá trị vượt trội dương $\varphi^+(a)$ thể hiện cách đối tượng “a” vượt trội tất cả đối tượng còn lại, giá trị cao hơn nghĩa là “a” tốt hơn các đối tượng khác. Giá trị vượt trội âm $\varphi^-(a)$ thể hiện cách đối tượng “a” bị vượt trội bởi đối tượng khác.

Phương pháp Promethee II đưa ra toàn bộ giá trị xếp hạng của các đối tượng. Khi giá trị tổng hợp $\varphi(\cdot)$ cung cấp một xếp loại toàn diện. Các bước thực hiện trong phương pháp Promethee II được thể hiện như sau [5, 7]:

- Bước 1: So sánh đánh giá ma trận quyết định theo công thức (6) sau:

$$R_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min x_{ij}]}{[\max x_{ij} - \min x_{ij}]} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

Đối với tiêu chí không có ích, công thức (6) có thể viết lại thành công thức (7) như sau:

$$R_{ij} = \frac{[\max x_{ij} - x_{ij}]}{[\max x_{ij} - \min x_{ij}]} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

Trong đó: x_{ij} – đánh giá của đối tượng i với tiêu chuẩn thứ j ; R_{ij} – giá trị so sánh của giá trị x_{ij} ; n – số lượng các tiêu chí đánh giá; $\min x_{ij}$ $\max x_{ij}$ – các giá trị max và min của x_{ij} .

Sau bước 1, tất cả các giá trị của các tiêu chí nằm trong giới hạn 0 và 1.

- Bước 2: Tính toán sự khác nhau giữa các đối tượng thứ j và các đối tượng khác. Bước này tính toán sự khác nhau về các giá trị tiêu chí giữa các cặp đối tượng khác nhau.

- Bước 3: Tính toán hàm ưu tiên $P_j(a, b)$ [8]. Hàm ưu tiên được đơn giản hóa theo công thức (8) và (9) sau:

$$P_{ij}(a, b) = 0 \text{ nếu } R_{aj} \leq R_{bj} \quad (8)$$

$$P_{ij}(a, b) = (R_{aj} - R_{bj}) \text{ nếu } R_{aj} > R_{bj} \quad (9)$$

- Bước 4: Tính toán hàm ưu tiên tổng thể đưa vào các trọng số tiêu chí theo công thức (10):

$$\pi(a, b) = \left[\sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b) \right] / \sum_{j=1}^n w_j \quad (10)$$

- Bước 5: Xác định hạng vượt trội dương và vượt trội âm trong công thức (11) và (12):

$$\varphi^+ = \frac{1}{m-1} \sum_{b=1}^m \pi(a, b) \quad (a \neq b) \quad (11)$$

$$\varphi^- = \frac{1}{m-1} \sum_{b=1}^m \pi(b, a) \quad (b \neq a) \quad (12)$$

- Bước 6: Tính toán tổng thể hạng vượt trội

cho mỗi đối tượng theo công thức (13):

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) \quad (13)$$

Trong đó: $\varphi(a)$ – giá trị tổng thể hạng vượt trội cho đối tượng “a”.

- Bước 7: Xác định xếp hạng cho các đối tượng phụ thuộc vào giá trị $\varphi(a)$. Giá trị $\varphi(a)$ cao thể hiện hạng tốt hơn các đối tượng. Như vậy, đối tượng có thứ hạng cao nhất được thể hiện bằng giá trị $\varphi(a)$ cao nhất.

3 Nghiên cứu áp dụng cho mỏ đá ốp lát ở khu vực tỉnh Bình Định

3.1 Đặc điểm địa chất các mỏ đá ốp lát tỉnh Bình Định

Hầu hết các mỏ đá ốp lát ở khu vực tỉnh Bình Định nằm trong một số phức hệ địa tầng sau:

- *Phức hệ Vân Canh pha 1 ($\hat{U}/T_{2vc1}$):* Bao gồm các đá granosyenit, granit biotit hạt trung đến lớn dạng porphy. Đá có màu xám nâu, đốm đen, phốt hồng nhạt; đá bị phong hóa nhẹ có màu vàng, nâu vàng nhạt, xám nâu đen, nâu đỏ. Thành phần khoáng vật chính gồm plagioclas, feldspat kali, thạch anh, biotit, hornblend. Khoáng vật phụ có magnetit, sphel, zircon, ilmenit, turmalin... Kiến trúc hạt trung đến lớn, hạt nửa tự hình, đôi khi có dạng porphy. cấu tạo khối đôi nơi bị ép nén nhẹ.

- *Phức hệ Đèo Cả (Kđc):* Thành tạo magma xâm nhập phức hệ Đèo Cả chiếm diện tích chủ yếu trong toàn bộ các dãy núi có trong khu vực, bao gồm pha 2 và pha 3, nhưng chiếm chủ yếu là pha 2 (Kđc₂). Thành phần gồm granit biotit, granosyenit biotit, hạt trung đến lớn dạng porphy. Đá có màu xám, xám hồng, trắng sáng phốt hồng.

- *Phức hệ Phù Mỹ (Gb/MPpm):* Các thành tạo của phức hệ Phù Mỹ có màu xanh đen, dạng thấu kính phân bố chủ yếu phía tây bắc và tây nam của khu vực nghiên cứu. Thành phần thạch học chủ yếu gồm gabro-amphibolit. Ngoài ra còn gặp hornblendit hạt lớn, dạng thể dị ly trong gabro hạt vừa. Thành phần khoáng vật của đá

gabro-amphibolit chủ yếu gồm plagiocla 30-50%, hornblend 35-50%, pyroxen 5-15%, khoáng vật phụ có zircon, apatit và granat.

- *Phức hệ Hải Vân pha 2 (G/T1-2hv2)*: Phân bố thành từng chòm nhỏ ở phía nam khu vực nghiên cứu và xuyên cắt lên hệ tầng Kim Sơn. Thành phần thạch học gồm granit 2 mica, granit muscovit, đá sáng màu hạt nhỏ, cấu tạo khối, kiến trúc hạt nửa tự hình. Thành phần khoáng vật feldpat kali 33-36%, plagioclas 28-30%, thạch anh 28-30%, muscovit 5-6%.

3.2 Công nghệ cưa cắt đá ốp lát tỉnh Bình Định

Các mỏ đá ốp lát khu vực tỉnh Bình Định phần lớn đều sử dụng các phương pháp cưa cắt hiện đại trong khai thác đá ốp lát như cưa đĩa, cưa cắt dây kim cương. Trong đó, phương pháp cưa đĩa là phương pháp chính do năng suất lớn, mặt cắt phẳng tạo ra các khối đá theo đúng kích thước tiêu chuẩn cho nhà máy chế biến. Cấu tạo cưa đĩa gồm: Đĩa cưa có các kích thước Ø3,5m; hệ thống ray cưa; vi mạch điều khiển trên máy; ty chống (chuyển mạch ray); bánh xe di chuyển trên ray. Răng cắt là một loại hợp kim dùng để cưa cắt đá khối, chịu được mài mòn cao. Cưa đến thời gian nhất định tùy thuộc vào độ cứng của đá mà răng mài mòn chậm hay nhanh. Với hệ thống ray, tùy thuộc vào máy cưa có kích thước bánh xe khác nhau thì ta làm ray cho phù hợp, thông thường có kích thước 1,3 và 1,35 m. Ray gồm 2 thanh ray và hệ thống thanh giằng để cố định 2 ray không bị di chuyển trong khi máy đang hoạt động. Sau khi cưa hết mạch đá thì chuyển sang ray mới bằng bộ điều khiển ti chống và bánh xe hoặc cưa đĩa được lắp trực tiếp vào bộ phận thủy lực của máy xúc (hình 1).

Trình tự cưa cắt: Sau khi cưa đĩa với đường kính 2,2 m để tạo rạch trước, chuyển sang cưa đĩa với đường kính 3,5 m để tránh cong đĩa. Máy cưa hoạt động chạy từ từ theo hướng ray, cho đĩa cưa cắm sâu vào đá 15-20 cm tùy theo đá mềm hay cứng cho đến khi cưa đến độ sâu nhất định, trong đó đĩa cưa mới (2,2 m) cưa sâu khoảng 0,8m, còn

đĩa cưa lớn (3,5 m) cưa sâu khoảng 1,5 m. Máy cưa đĩa sau khi xong, tiến hành chuyển sang làn cưa mới. Năng suất của máy phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như thông số hoạt động (đường kính đĩa, tốc độ cưa cắt, khả năng cấp nước) và đặc tính cơ lý của đất đá (kích cỡ hạt (Gs), độ cứng theo búa Schmidt (H), độ lỗ rỗng (P), độ hấp thụ nước (W), thành phần thạch anh (Qc), độ mài mòn (A), độ bền kéo một trục (BTS), độ bền nén một trục (UCS)). Trong điều kiện nghiên cứu quan tâm đánh giá sự ảnh hưởng của các yếu tố cơ lý đất đá đến năng suất máy cưa đĩa.



Hình 1: Máy cưa đĩa trên mỏ đá tỉnh Bình Định

Tỉnh Bình Định có khoảng 15 mỏ đá ốp lát sử dụng máy cưa đĩa, nhưng nghiên cứu này chỉ thực hiện trên các mỏ có sử dụng cùng một loại thiết bị cưa đĩa phổ biến về hãng cung cấp, đường kính đĩa cưa và các thông số làm việc khác thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1: Thông số làm việc máy cưa đĩa khảo sát tại mỏ

TT	Thông số	Đơn vị	CXVQ-3300-2
1	Kích thước máy	m	3,45x1,35x2,6
2	Số đĩa	đĩa	2
3	Đường kính đĩa	m	2,2; 3,5
4	Chiều sâu cắt	m	0.85-1.5
5	Chiều rộng cắt	m	1.3-1.35
6	Trong lượng máy	tấn	9,5
7	Công suất	kW	2x45 kW

3.3 Thu thập thông số cơ lý đá

Công tác thu thập số liệu được thực hiện tại 5 mỏ đá ốp lát khu vực tỉnh Bình Định đều sử

dụng máy cưa đĩa CXVQ-3300-2 với các thông số được thể hiện trong bảng 1 là mỏ đá ốp lát Tân Long, Mỹ Quang, Hoàng Cầu, Tân Trung Nam 1 và Tân Trung Nam 2. Các thông số thu thập gồm kích cỡ hạt (Gs), độ cứng theo búa schmidt (H), độ lỗ rỗng (P), độ hấp thụ nước (W), thành phần thạch anh (Qc), độ mài mòn (A), độ bền kéo một trục (BTS), độ bền nén một trục (UCS) thông qua thí nghiệm và khảo sát trong phòng thí nghiệm.

Trong những thông số trên, có thông số càng lớn thì năng suất cắt của máy cưa càng lớn như cỡ hạt (Gs), độ lỗ rỗng (P), độ hấp thụ nước (W), độ mài mòn (A) và độ bền kéo một trục (BTS). Ngược lại, những thông số như độ cứng theo búa Schmidt (H), thành phần thạch anh (Qc) và độ bền nén một trục (UCS) càng lớn thì năng suất của máy cưa đĩa càng giảm. Các thông số thể hiện

Bảng 2: Tính chất cơ lý 5 mỏ đá ốp lát ở tỉnh Bình Định

STT	Tên mỏ	Ký hiệu	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
			GS (mm)	H (n)	P (%)	W (%)	Qc (%)	A (%)	BTS (MPa)	UCS (MPa)
1	Tân Long	M1	1,5	60	2,5	0,18	64,5	19,5	2,95	94,6
2	Mỹ Quang	M2	1,3	58	2,63	0,28	62	20	2,82	90,4
3	Hoàn cầu	M3	1,4	56	2,7	0,35	60	22	2,64	84,7
4	Tân Trung Nam 1	M4	1,5	62	3,77	0,21	65	18	3,125	100
5	Tân Trung Nam 2	M5	1,3	55	4,18	0,36	59	23	2,42	77,5

Ghi chú: Trong đó từ C1 đến C8 là ký hiệu các tiêu chí đánh giá; M1 đến M5 là ký hiệu tên mỏ

Dựa trên thực tế khảo sát và kinh nghiệm vận hành máy cưa đĩa tại các mỏ, vai trò của các tiêu chí để đánh giá năng suất máy cưa đĩa được thể hiện trong bảng 3 sau:

Bảng 3: Trọng số đánh giá các tiêu chí tới năng suất máy cưa đĩa

Các tiêu chí	Gs (mm)	H (n)	P (%)	W (%)	Qc (%)	A (%)	BTS (MPa)	UCS (MPa)
Trọng số đánh giá	0,20	0,15	0,10	0,05	0,10	0,12	0,13	0,15

4 Kết quả

Đánh giá lựa chọn mỏ có điều kiện tốt nhất cho máy cưa đĩa làm việc, nghiên cứu sử dụng phương pháp quyết định đa tiêu chí Promethee II trên cơ sở giá trị 8 tiêu chí và các trọng số đánh giá thể hiện bảng 1 và bảng 2 để lựa chọn xếp hạng cho 5 mỏ đá ốp lát. Các kết quả tính toán thể hiện ở các bảng 4 đến 8.

Qua kết quả phân tích theo phương pháp

quyết định đa tiêu chí Promethee, nhận thấy rằng theo thứ tự đánh giá thì mỏ Tân Trung Nam 2 (M5) sẽ là mỏ có nhiều thuận lợi giúp máy cắt đĩa đạt năng suất cao nhất, còn mỏ Mỹ Quang (M2) có điều kiện tính chất cơ lý đất đá khó khăn, ảnh hưởng tới năng suất cắt của máy cắt đĩa. Các mỏ Hoàn Cầu (M3), Tân Long (M1) và Tân Trung Nam 1 (M4) có điều kiện tính chất cơ lý gần như tương đồng ảnh hưởng tới năng suất máy cắt đĩa.

Bảng 4: Kích thước ma trận quyết định (theo công thức 4)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
M1	1,000	0,286	0,000	0,000	0,082	0,300	0,752	0,240
M2	0,000	0,571	0,077	0,556	0,500	0,400	0,567	0,427
M3	0,500	0,857	0,119	0,944	0,833	0,800	0,312	0,680
M4	1,000	0,000	0,756	0,167	0,000	0,000	1,000	0,000
M5	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000

Bảng 5: Ma trận so sánh theo cặp trong 5 mỏ (theo công thức 9)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
M12	1,000	-0,286	-0,077	-0,556	-0,418	-0,100	0,184	-0,187
M13	0,500	-0,571	-0,119	-0,944	-0,752	-0,500	0,440	-0,440
M14	0,000	0,286	-0,756	-0,167	0,082	0,300	-0,248	0,240
M15	1,000	-0,714	-1,000	-1,000	-0,918	-0,700	0,752	-0,760
M21	-1,000	0,286	0,077	0,556	0,418	0,100	-0,184	0,187
M23	-0,500	-0,286	-0,042	-0,389	-0,333	-0,400	0,255	-0,253
M24	-1,000	0,571	-0,679	0,389	0,500	0,400	-0,433	0,427
M25	0,000	-0,429	-0,923	-0,444	-0,500	-0,600	0,567	-0,573
M31	-0,500	0,571	0,119	0,944	0,752	0,500	-0,440	0,440
M32	0,500	0,286	0,042	0,389	0,333	0,400	-0,255	0,253
M34	-0,500	0,857	-0,637	0,778	0,833	0,800	-0,688	0,680
M35	0,500	-0,143	-0,881	-0,056	-0,167	-0,200	0,312	-0,320
M41	0,000	-0,286	0,756	0,167	-0,082	-0,300	0,248	-0,240
M42	1,000	-0,571	0,679	-0,389	-0,500	-0,400	0,433	-0,427
M43	0,500	-0,857	0,637	-0,778	-0,833	-0,800	0,688	-0,680
M45	1,000	-1,000	-0,244	-0,833	-1,000	-1,000	1,000	-1,000
M51	-1,000	0,714	1,000	1,000	0,918	0,700	-0,752	0,760
M52	0,000	0,429	0,923	0,444	0,500	0,600	-0,567	0,573
M53	-0,500	0,143	0,881	0,056	0,167	0,200	-0,312	0,320
M54	-1,000	1,000	0,244	0,833	1,000	1,000	-1,000	1,000

Bảng 6: Xác định chỉ số ưu tiên tích lũy (theo công thức 10)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	π
M12	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,224
M13	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,057	0,000	0,157
M14	0,000	0,043	0,000	0,000	0,008	0,036	0,000	0,036	0,123
M15	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,098	0,000	0,298
M21	0,000	0,043	0,008	0,028	0,042	0,012	0,000	0,028	0,160
M23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,000	0,033
M24	0,000	0,086	0,000	0,019	0,050	0,048	0,000	0,064	0,267
M25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,074	0,000	0,074
M31	0,000	0,086	0,012	0,047	0,075	0,060	0,000	0,066	0,346
M32	0,100	0,043	0,004	0,019	0,033	0,048	0,000	0,038	0,286
M34	0,000	0,129	0,000	0,039	0,083	0,096	0,000	0,102	0,449
M35	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,041	0,000	0,141
M41	0,000	0,000	0,076	0,008	0,000	0,000	0,032	0,000	0,116
M42	0,200	0,000	0,068	0,000	0,000	0,000	0,056	0,000	0,324
M43	0,100	0,000	0,064	0,000	0,000	0,000	0,089	0,000	0,253
M45	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130	0,000	0,330
M51	0,000	0,107	0,100	0,050	0,092	0,084	0,000	0,114	0,547
M52	0,000	0,064	0,092	0,022	0,050	0,072	0,000	0,086	0,387
M53	0,000	0,021	0,088	0,003	0,017	0,024	0,000	0,048	0,201
M54	0,000	0,150	0,024	0,042	0,100	0,120	0,000	0,150	0,586

Bảng 7: Tính toán hạng vượt trội dương ϕ^+ và âm ϕ^- (theo công thức 6)

	M1	M2	M3	M4	M5	ϕ^+
M1	0,000	0,224	0,157	0,123	0,298	0,200
M2	0,160	0,000	0,033	0,267	0,074	0,134
M3	0,346	0,286	0,000	0,449	0,141	0,305
M4	0,116	0,324	0,253	0,000	0,330	0,256
M5	0,547	0,387	0,201	0,586	0,000	0,430
ϕ^-	0,292	0,305	0,161	0,356	0,211	

Bảng 8: Xếp hạng các mỏ theo khả năng cưa cắt máy cưa đĩa

Lựa chọn	ϕ^+	ϕ^-	ϕ	Hạng
M1	0,200	0,292	-0,092	3
M2	0,134	0,305	-0,172	5
M3	0,305	0,161	0,144	2
M4	0,256	0,356	-0,100	4
M5	0,430	0,211	0,220	1

5 Kết luận

Qua kết quả nghiên cứu đánh giá khả năng cưa cắt bằng máy cưa đĩa cho các mỏ đá ốp lát granit, thấy rằng việc sử dụng các tiêu chí kích cỡ hạt (Gs), độ cứng theo búa Schmidt (H), độ lỗ rỗng (P), độ hấp thụ nước (W), thành phần thạch anh (Qc), độ mài mòn (A), độ bền kéo một trục (BTS), độ bền nén một trục (UCS) cho đánh giá khả năng năng suất của máy cưa đĩa là phù hợp với thực tế trên mỏ đá ốp lát và các nghiên cứu

đã đưa ra. Phương pháp quyết định đa tiêu chí Promethee phù hợp với đánh giá khả năng cưa cắt của máy cưa đĩa cho các mỏ đá ốp lát granit do tồn tại nhiều các yếu tố tác động đến năng suất máy cưa đĩa. Để có giá trị áp dụng tốt trong các mỏ nhằm lựa chọn được các điều kiện làm việc tốt nhất cho máy cưa đĩa, cần có các nghiên cứu cụ thể hơn về các tiêu chí tới năng suất máy cưa đĩa nhằm đưa ra vai trò của các tiêu chí đánh giá chính xác hơn nữa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Copur H., Balci C., Bilgin N., Tumac D. Cutting Performance of Chain Saws in Quarries and Laboratory. *Proc. 15th Int. Symp. Mine Plan. Equip. Sel. MPES, Torino, Italy, 2006.*
2. Copur H., Balci C., Tumac D., Bilgin N., Avunduk E. Field and Laboratory Studies on Performance of Chain Saw Machines. *Rock Mech. Civ. Environ. Eng. - Proc. Eur. Rock Mech. Symp. EUROCK 2010, PP. 823-826, doi: 10.1201/b10550-197.*
3. Tumac D., Avunduk E., Copur H., Bilgin N., Balci C. Estimation of The Performance of Chain Saw Machines from Shore Hardness and The Other Mechanical Properties. *Rock Characterisation, Model. Eng. Des. Methods - Proc. 3rd ISRM SINOROCK 2013 Symp., PP. 261-265, doi: 10.1201/b14917-47.*
4. Mohammadi J., Ataei M., Khaloo Kakaie R., Mikaeil R., Shaffiee Haghsheenas S. Performance Evaluation of Chain Saw Machines for Dimensional Stones Using Feasibility of Neural Network Models. *J. Min. Environ., vol. 0, no. 0, 2018, doi: 10.22044/jme.2018.7013.1542.*
5. Doumpos M., Zopounidis C. A Multicriteria Classification Approach Based on Pairwise Comparisons. *Eur. J. Oper. Res., vol. 158, no. 2, 2004, PP. 378-389, doi: 10.1016/j.ejor.2003.06.011.*
6. Brans J.P., Vincke P., Mareschal B. How to Select and How to Rank Projects: The Promethee Method. *Eur. J. Oper. Res., vol. 24, no. 2, 1986, PP. 228-238, doi: 10.1016/0377-2217(86)90044-5.*
7. Brans J., Vincke P. A Preference Ranking Organization Method: The Promethee Method for MCDM. *Manage. Sci., vol. 31, no. 6, 1984, PP. 647-656..*
8. Brans J.P., Mareschal B., Vincke P. Promethee: A New Family of Outranking Methods in Multicriteria Analysis. *1984, PP. 477-490.*