



ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỨ BẬC (AHP) VÀ LÝ THUYẾT MỜ TRONG VIỆC LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP KHAİ THÁC VĨA THAN DÀY TRUNG BÌNH ĐỐC ĐỨNG

Ngô Văn Ngọc^{1,*}, Wang Dong¹, Phạm Đức Thang²

¹Đại học Kỹ thuật Liêu Ninh, 88 Yulong, Fuxin, Liaoning, Trung Quốc

²Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh, Yên Thọ, Quảng Ninh Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 13/01/2025

Ngày nhận bài sửa: 18/02/2025

Ngày chấp nhận đăng: 26/02/2025

^{1,*}Tác giả liên hệ:

Email: ngovanngoc18101991@gmail.com

TÓM TẮT

Phương pháp phân tích thứ bậc và lý thuyết mờ được sử dụng để lựa chọn phương pháp khai thác tối ưu nhất phù hợp với điều kiện của mỏ than. Đối với vỉa than dày trung bình dốc đứng: đầu tiên cần thông qua phân tích các tài liệu của vỉa than và đưa ra các phương pháp có thể áp dụng để khai thác; thứ hai, sẽ vận dụng phương pháp phân tích thứ bậc để thiết lập mô hình thứ bậc về các yếu tố chính ảnh hưởng đến phương pháp khai thác và xác định trọng số của từng chỉ số; cuối cùng, căn cứ vào lý thuyết tập mờ tiến hành tổng hợp, phán đoán, đánh giá, xác định phương pháp khai thác tối ưu nhất cho vỉa than nghiên cứu.

Từ khóa: Phân tích thứ bậc (AHP), lý thuyết mờ, phương pháp khai thác

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để đạt được lợi ích toàn diện về mọi mặt trong khai thác than cần phải lựa chọn và áp dụng phương pháp khai thác tối ưu nhất, theo đó sẽ giảm chi phí sản xuất và nâng cao hiệu quả khai thác. Hàng năm, sản lượng khai thác từ các vỉa than dày trung bình, dốc đứng chiếm khoảng 7-8% tổng sản lượng than của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam [1]. Việc lựa chọn được phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng tối ưu nhất có ý nghĩa rất quan trọng. Để giải quyết vấn đề, bài báo lấy điều kiện vỉa than dày trung bình dốc đứng tại Công ty than Nam Mẫu- TKV làm đối tượng nghiên cứu. Tại đây sẽ áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) và lý thuyết mờ để tối ưu hóa việc lựa chọn phương pháp khai thác.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Giới thiệu phương pháp phân tích thứ bậc (AHP)

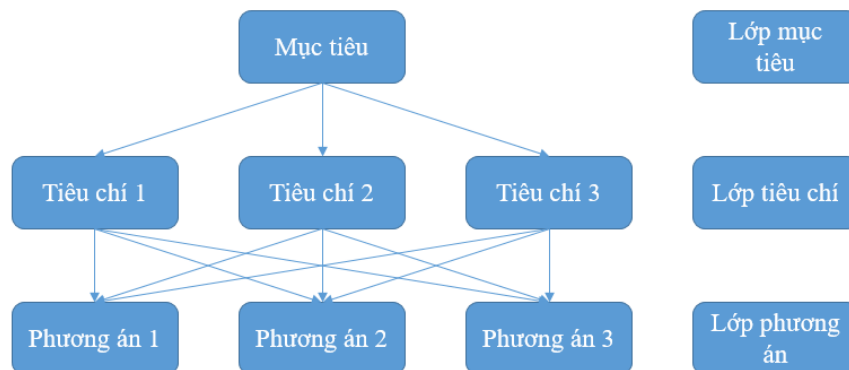
Phương pháp phân tích thứ bậc AHP [2-5] được ứng dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực kinh

tế, xã hội và khoa học tự nhiên. Phương pháp AHP được Thomas L. Saaty phát triển vào những năm đầu thập niên 1970, và được biết đến như là quy trình phân tích thứ bậc nhằm giúp xử lý các vấn đề ra quyết định đa tiêu chuẩn phức tạp. AHP cho phép người ra quyết định tập hợp được những kiến thức của các chuyên gia về vấn đề nghiên cứu, kết hợp được các dữ liệu khách quan và chủ quan trong một khuôn khổ thứ bậc logic. AHP cung cấp cho người ra quyết định một cách tiếp cận trực quan theo sự phán đoán thông thường để đánh giá sự quan trọng của mỗi thành phần thông qua quá trình so sánh cặp. AHP kết hợp được cả hai mặt tư duy của con người cả về định tính và định lượng: định tính qua sự sắp xếp thứ bậc và định lượng qua kết quả bộ trọng số cho từng yếu tố thứ bậc (Thomas 2000). AHP dựa vào 3 nguyên tắc: (1) Phân tích vấn đề ra quyết định (thiết lập mô hình thứ bậc các yếu tố ảnh hưởng); (2) Đánh giá so sánh các thành phần (so sánh cặp giữa các yếu tố); (3) Xác định trọng số của các yếu tố ảnh hưởng và mức độ ưu tiên của chúng (xác định các ma trận

trọng số). Trình tự thực hiện của phương pháp phân tích thứ bậc như sau:

Bước 1: Xây dựng mô hình phân cấp: Mô hình cấu trúc phân cấp chủ yếu bao gồm ba lớp: lớp mục tiêu, lớp tiêu chí (lớp tiêu chí phụ) và lớp các phương án cần lựa chọn. Các vấn đề thực tế cần được giải quyết là lớp mục tiêu và các yếu tố ảnh

hưởng khác nhau cũng như mối quan hệ qua lại của chúng ảnh hưởng đến việc thực hiện. Sau lớp mục tiêu là lớp tiêu chí; các phương án khả thi có thể hoàn thành mục tiêu là lớp phương án. Mô hình cấu trúc phân cấp được thể hiện trong sơ đồ Hình 1.



Hình 1. Mô hình cấu trúc phân cấp phương pháp phân tích thứ bậc (AHP)

Bước 2: Xây dựng ma trận phán đoán so sánh: Sau khi thiết lập mô hình phân cấp với n tiêu chí như Hình 1, thiết lập ma trận vuông cấp n . Sau đó 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 chạy theo hàng, j chạy theo cột). Các mức độ ưu tiên theo cặp của các tiêu chí được tra cứu từ Bảng 1, có các giá trị nguyên dương từ 1 đến 9 hoặc nghịch đảo của các số này. Lưu ý rằng cần phải ghi hai giá trị mức độ ưu tiên cho mỗi cặp tiêu chí tùy thuộc vào việc xem xét giá trị nào trước: Giả sử tiêu chí C1 có mức độ ưu tiên bằng 1/3 tiêu chí C3, khi ấy tiêu chí C3 sẽ có mức độ ưu tiên bằng 3 lần tiêu chí C1; tiến hành ghi vào dòng tương ứng với C1 và cột C3 giá trị 1/3, dòng tương ứng C3 và cột C1 giá trị 3 như trong Bảng 1.

Bảng 1. Ma trận số liệu xác định mức độ ưu tiên cho các tiêu chí

	C_1	C_2	C_3	...	C_n
C_1	1(a_{11})	1(a_{12})	1/3(a_{13})		1/7(a_{1n})
C_2	1(a_{21})	1(a_{22})	1/5(a_{23})		1/5(a_{2n})
C_3	3(a_{31})	5(a_{32})	1(a_{33})		1(a_{3n})
...
C_n	7(a_{n1})	5(a_{n2})	1(a_{n3})		1(a_{nn})

Giả sử một nhóm gồm n tiêu chí cần so sánh, kết quả so sánh cặp giữa các tiêu chí trong nhóm lập thành ma trận vuông cấp $n \times n$, được gọi là ma trận đối xứng với các phần tử a_{ij} , $j = 1/a_{ij}$ ($i, j = 1,$

n); $a_{ii} = 1$ khi $i = j$. Các phần tử a_{ij} là giá trị trung bình cộng các kết quả đánh giá của các chuyên gia. Có thể thấy ma trận trên nghịch đảo đối xứng theo đường chéo từ trái qua phải.

Bảng 2. Đánh giá các tiêu chí theo cặp dựa vào mức độ ưu tiên

Mức độ ưu tiên	Giá trị số
Ưu tiên bằng nhau	1
Ưu tiên bằng nhau cho đến vừa phải	2
Ưu tiên vừa phải	3
Ưu tiên vừa phải cho đến hơi ưu tiên	4
Hơi ưu tiên hơn	5
Hơi ưu tiên hơn cho đến rất ưu tiên	6
Rất ưu tiên	7
Rất ưu tiên cho đến vô cùng ưu tiên	8
Vô cùng ưu tiên	9

Bước 3: Tính toán trọng số của từng tiêu chí và kiểm tra tính nhất quán của chúng: Sau khi lập xong ma trận trên, người đánh giá sẽ tiến hành tính toán trọng số cho các tiêu chí bằng cách cộng 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 1 cột n hàng.

Từ ma trận, tính các thành phần của ma trận véc tơ riêng $W = \left[w_{i,j} \right]_{n \times n}$ theo công thức:

$$w_{i,j} = \frac{a_{i,j}}{\sum_{n=1}^n a_{i,j}} \quad i = 1, n; j = 1, n \quad (1)$$

Bảng 3. Ma trận số liệu trọng số cho các tiêu chí

	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

Từ ma trận W, tính giá trị thành phần véc-tơ trọng số w_j theo công thức sau:

$$w_j = \frac{\sum_{n=1}^n w_{i,j}}{n} = j = 1, n \quad (2)$$

Trong đó: W_j là điểm trọng số của tiêu chí j

và $\sum_{n=1}^n w_{i,j} = 1$

Ưu điểm của phương pháp phân tích thứ bậc AHP chính là việc sử dụng tỷ số nhất quán để kiểm tra sự nhất quán trong cách đánh giá của chuyên gia, đảm bảo tính khoa học trong đánh giá. Tỷ số nhất quán (consistency ratio – CR) được xác định như sau:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Trong đó: CI (consistance index) là chỉ số nhất quán:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (4)$$

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

$$\lambda_{\max} = \sum_{n=1}^n \left(W_i \times \sum_{j=1}^n a_{i,j} \right) \quad (5)$$

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

toán. RI (random index) là chỉ số ngẫu nhiên; RI được xác định từ Bảng 4. Bảng này chỉ trình bày giá trị RI cho tối đa 9 tiêu chí)

Bảng 4. Bảng mức độ phụ thuộc tương đối của các yếu tố định tính

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,52	0,89	1,12	1,26	1,36	1,41	1,46

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

Bước 4: Tính độ ưu tiên của các phương án theo từng tiêu chí: Ở bước này sẽ 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 sẽ 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 5: Tính điểm cho các phương án và lựa chọn: Đây là bước cuối cùng trong quá trình đánh giá và đưa ra phương án. Tiến hành ghép n ma trận 1 cột m hàng là sản phẩm ở Bước 4 thành ma trận m hàng n cột. Nhân ma trận này với 1 cột n hàng là kết quả của Bước 3, 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. Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) xác định trọng số của các yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng

Như trình bày ở trên, để lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng tối ưu nhất, cần phải có được tập hợp các phương án khai thác khả thi và các tiêu chí để lựa chọn phương pháp khai thác tối ưu nhất trước khi tiến hành các tính toán cần thiết. Theo cơ sở trên và nội dung phương pháp phân tích thứ bậc AHP, tiến hành như sau:

(1) Thiết lập mô hình cấu trúc thứ bậc

Căn cứ vào điều kiện địa chất vỉa than dày trung bình dốc đứng và hiện trạng sản xuất của Công ty than Nam Mầu – TKV, bài viết đưa ra 4 phương pháp khai thác có thể áp dụng cho vỉa than dày trung bình dốc đứng là: khai thác buồng lò

thượng; khai thác lò dọc vỉa phân tầng; khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng giàn chống mềm ZRY; khai thác cơ giới hóa đồng bộ. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng là: điều kiện kỹ thuật sản xuất thực tế; các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật mỏ; và các chỉ tiêu lợi ích xã hội. Từ các yếu tố chính ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương pháp khai thác, có thể phân tách thành 8 yếu tố phụ ảnh hưởng tương ứng là: góc dốc và sự biến động góc dốc vỉa; chiều dày và sự biến động chiều dày vỉa; cấu tạo vỉa; đặc điểm đá vách; trụ vỉa than; công suất lò chợ và năng suất lao động; mức đầu tư; công tác quản lý an toàn; cường độ lao động của công nhân. Tất cả các yếu tố trên được xây dựng thành mô hình phân cấp và mỗi tiêu chí được xác định riêng lẻ.

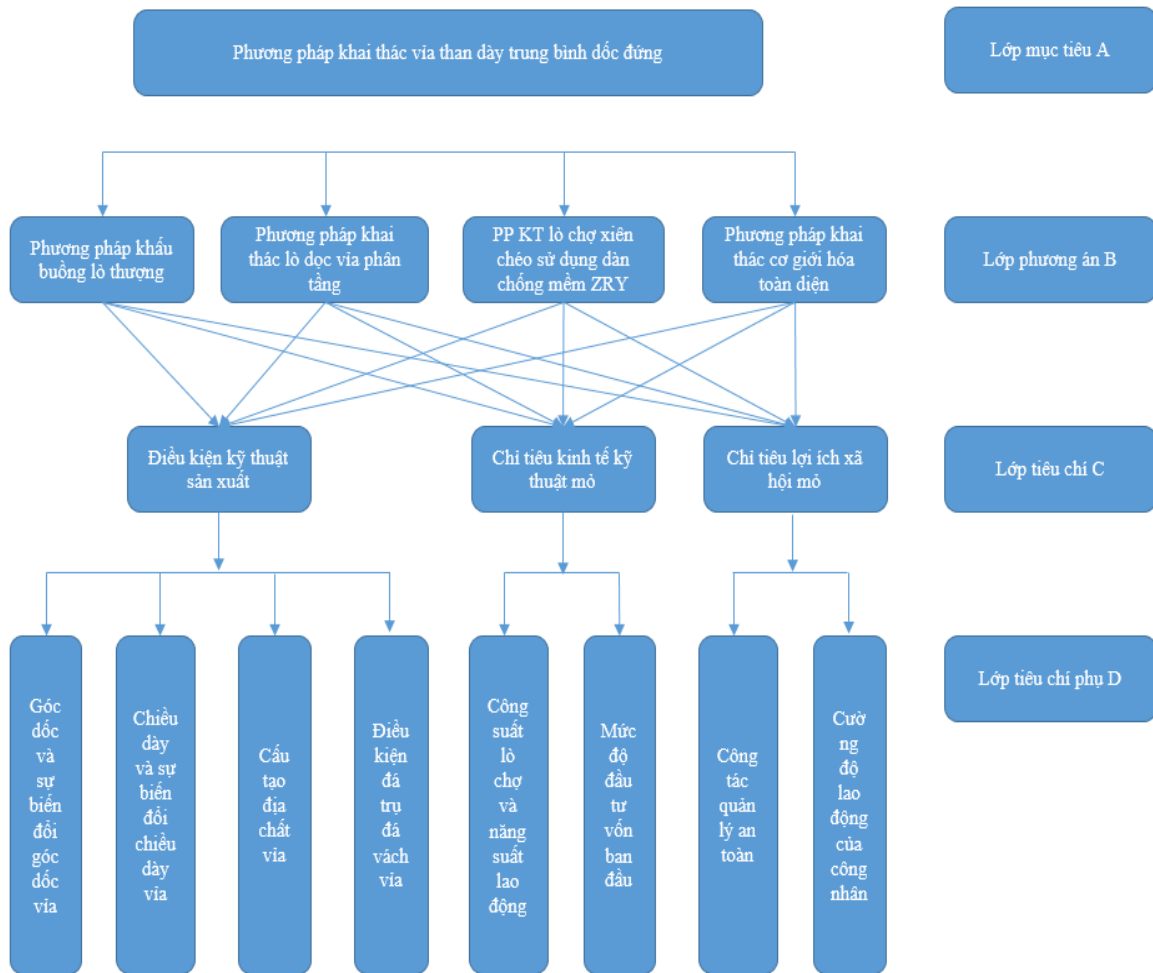
Mô hình phân tích thứ bậc dùng để đánh giá phương pháp khai thác vỉa than có độ dày trung bình dốc đứng tại Công ty than Nam Mẫu –TKV được thể hiện trong Hình 2. Mô hình cấu trúc thứ bậc được chia thành 4 lớp bao gồm:

- Lớp thứ nhất A: Là lớp mục tiêu lựa chọn phương pháp khai thác tối ưu cho vỉa than dày trung bình dốc đứng.

- Lớp thứ hai B: Là lớp các phương pháp khai thác có thể được lựa chọn để so sánh, bao gồm 4 phương pháp khai thác trình bày ở trên.

- Lớp thứ ba C: Là lớp các yếu tố chính ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương pháp khai thác như điều kiện kỹ thuật sản xuất thực tế, các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật mỏ và các chỉ tiêu lợi ích xã hội .

- Lớp thứ tư D: Là lớp 8 yếu tố phụ ảnh hưởng tương ứng.



Hình 2. Mô hình cấu trúc phân cấp phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng

(2) Thiết lập các ma trận phán đoán so sánh, tính toán trọng số của các yếu tố ảnh hưởng

Căn cứ vào nguyên tắc cơ bản và các yêu cầu của phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) đã được trình bày tại mục (2.1), bài viết tiến hành thiết lập các ma trận phán đoán so sánh. Sau khi tính toán và kiểm tra tính nhất quán đảm bảo, kết quả trọng số ảnh hưởng được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5. Tổng hợp trọng số ảnh hưởng của các yếu tố cơ bản và các yếu tố phụ tương ứng

Yếu tố cơ bản	Trọng số	Yếu tố phụ	Trọng số
Điều kiện kỹ thuật sản xuất thực tế	0,571	Góc dốc và sự biến đổi góc dốc vỉa	0,133
		Chiều dày và sự biến đổi chiều dày vỉa	0,2
		Cấu tạo địa chất vỉa	0,4
		Đặc điểm đá trụ đá vách vỉa	0,267
Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật mỏ	0,286	Công suất lò chợ và năng suất lao động	0,6
		Mức đầu tư vốn ban đầu	0,4
Các chỉ tiêu về lợi ích xã hội của mỏ	0,143	Công tác quản lý an toàn	0,75
		Cường độ lao động của công nhân	0,25

2.3. Áp dụng lý thuyết mờ để lựa chọn phương pháp khai thác tối ưu nhất

2.3.1. Giới thiệu lý thuyết mờ

Lý thuyết mờ [6-8]: Lý thuyết mờ bao gồm lý thuyết tập mờ và logic mờ được Giáo sư L. Zadeh đề xuất vào năm 1965. Lý thuyết tập mờ và logic mờ là phần mở rộng của lý thuyết tập hợp và các khái niệm logic Boolean cổ điển và được sử dụng để chuyển đổi các vấn đề phức tạp từ đánh giá định tính sang đánh giá định lượng. Trong logic Boolean chỉ có 2 giá trị: Đúng nếu đúng và sai nếu sai. Trong logic mờ, có thêm các giá trị đúng một phần (giữa đúng và sai), biểu thị các giá trị đúng một phần. Logic mờ không chặt chẽ như logic cổ điển, nó linh hoạt hơn nên có thể biểu diễn sự không chắc chắn hoặc mơ hồ trong những lĩnh vực mà logic Boolean không thể làm được. Vì vậy, mặc dù lý thuyết mờ ra đời cách đây gần 60 năm nhưng nó vẫn thu hút được sự quan tâm rộng rãi của các nhà khoa học trên thế giới.

Đối tượng lựa chọn là phương pháp khai thác vỉa than dốc tối ưu nhất. Xuất phát từ vấn đề thực tế, tách và sàng lọc thành n yếu tố liên quan ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng, từ đó thiết lập bộ tiêu chí ảnh hưởng $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$; sau đó đối với đối tượng đưa ra m loại nhận xét hoặc phương án, tạo thành tập phán đoán $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$. Thông qua quan hệ mờ giữa U và V hình thành ma trận phán đoán $R = (r_{ij})_{n \times m}$, trong đó r_{ij} đại diện cho yếu tố thứ i và nhận xét thứ j. Thông qua tính toán mờ với tập trọng số $W = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ (a_i biểu thị trọng số của yếu tố thứ i), thu được vector đánh giá toàn diện B của từng yếu tố, B trở thành mức độ thành

viên tương đối của tập phán đoán. Ma trận đánh giá R được xây dựng dựa trên mối quan hệ mờ giữa bộ tiêu chí ảnh hưởng U và bộ tiêu chuẩn V.

$$R = \begin{bmatrix} R & u_1 \\ R & u_2 \\ \dots & \dots \\ R & u_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix}_{n,m} \quad (6)$$

Biểu thức vector trọng số của yếu tố ảnh hưởng là: $W = a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, trong đó a_i biểu thị cho trọng số của yếu tố thứ j.

Trong quá trình phân tích thứ bậc có thể thấy rằng các vector trọng số của n yếu tố ảnh hưởng có mối quan hệ sau:

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1, a_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Thông qua vector trọng số (7) và ma trận đánh giá R (6) của các chỉ số tác động mờ, có thể thu được giá trị toàn diện của n tác động. Biểu thức của vector đánh giá toàn diện mờ B của báo cáo chỉ số là:

$$B = W \times R = a_1, a_2, \dots, a_n \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} = b_1, b_2, \dots, b_m \quad (8)$$

$$\text{Trong đó: } b_j = \sum_{i=1}^n W_i \cdot r_{ij}, j = 1, 2, \dots, m$$

Trên đây là quá trình đánh giá mờ mức độ đầu tiên. Để lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng, có nhiều yếu tố ảnh hưởng cần đánh giá nhiều cấp độ để đảm bảo tính

hợp lý, khách quan của kết quả. Bài báo áp dụng đánh giá mờ hai cấp độ.

Tương tự các bước trên, thiết lập ma trận phán đoán R_E cấp 2 như trong công thức 9. Biểu thức của vec tơ phán đoán toàn diện mờ cấp 2 D như trong công thức 10.

Ma trận phán đoán mờ cấp 2:

$$R_E = W_E \times R_E = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \dots \\ B_F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \times R_1 \\ W_2 \times R_2 \\ \dots & \dots & \dots \\ W_F \times R_F \end{bmatrix} \tag{9}$$

Vec tơ phán đoán mờ cấp 2:

$$D = A \times R_E = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{Em} \end{bmatrix} = c_1 \quad c_2 \quad \dots \quad c_m \tag{10}$$

2.3.2. Áp dụng lý thuyết mờ để lựa chọn phương pháp khai thác tối ưu nhất

Phương pháp khai thác được gọi là tối ưu nhất, phải phù hợp với điều kiện địa chất của mỏ, điều kiện kỹ thuật cụ thể, trình độ quản lý của mỏ và

đồng thời phải đáp ứng được các nguyên tắc cơ bản về an toàn, kinh tế, tỷ lệ thu hồi tài nguyên cao.

Căn cứ vào điều kiện kỹ thuật sản xuất thực tế, các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của mỏ và các chỉ tiêu lợi ích xã hội, có thể xác định mức độ phụ thuộc của từng chỉ tiêu định lượng bằng cách sử dụng hàm mức độ phụ thuộc và mức độ phụ thuộc tương đối. Mức độ phụ thuộc của từng chỉ số định tính có thể đạt được bằng cách sử dụng phương pháp xếp hạng. Từ đó có thể xây dựng được ma trận phán đoán thứ cấp. Vì khả năng ứng dụng của các giải pháp khả thi khác nhau là một chỉ tiêu định tính nên bài viết này sử dụng phương pháp xếp hạng để xác định mức độ phụ thuộc tương đối của từng chỉ tiêu định tính (Bảng 6). Bài viết đã phân tích, đánh giá khả năng áp dụng 4 giải pháp khả thi dựa trên các yếu tố ảnh hưởng khác nhau và tiến hành phân tích tính phù hợp dựa trên mức độ tác động tương đối của từng chỉ tiêu định tính được phản ánh trong Bảng 6. Tác động tương đối của 8 yếu tố phụ đối với 4 phương pháp khai thác khả thi nằm trong khoảng [0,1]. Trong đó yếu tố ảnh hưởng càng phù hợp với phương pháp khai thác thì mức độ phụ thuộc của nó càng cao.

Bảng 6. Mức độ phụ thuộc tương đối của các yếu tố định tính

Tiêu chuẩn	Vô cùng tốt	Rất tốt	Tốt	Tương đối tốt	Trung bình	Tương đối kém	Kém	Rất kém	Vô cùng kém
Mức độ phụ thuộc	0,95	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,25	0,15

Tính toán kết quả đánh giá mờ: Tiến hành lần lượt thay các trọng số mức độ phụ thuộc của các yếu tố phụ đánh giá cấp 2 (góc dốc vỉa và sự biến đổi của nó, chiều dày vỉa và sự biến đổi của nó, cấu tạo vỉa, đặc điểm đá vách và trụ vỉa, sản lượng khai thác và năng suất lao động, khả năng đầu tư vốn ban đầu, công tác quản lý an toàn, cường độ lao động của công nhân) vào biểu thức của vec tơ phán đoán toàn diện mờ cấp 2 (công thức 10) có thể thu được kết quả đánh giá mờ về mức độ ảnh hưởng của các yếu tố tương ứng cấp 1 (điều kiện

kỹ thuật sản xuất thực tế C1, các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật mỏ C2, các chỉ tiêu lợi ích xã hội C3) đối với 4 phương án khai thác khả thi. Cuối cùng thay trọng số mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đánh giá cấp 1 (điều kiện kỹ thuật sản xuất thực tế, các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật mỏ, các chỉ tiêu lợi ích xã hội) vào biểu thức vec tơ đánh giá tổng hợp mờ (công thức 9), có thể thu được kết quả đánh giá mờ cho việc lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng. Cụ thể từng kết quả được thể hiện trong các Bảng 9,10.

**Bảng 7. Kết quả đánh giá mờ của điều kiện kỹ thuật sản xuất đối với các phương pháp khai thác khả thi**

Phương pháp khai thác	Góc dốc vỉa	Chiều dày vỉa	Cấu tạo vỉa	Đặc điểm đá vách, đá trụ	Kết quả
	Mức độ phụ thuộc				
Phương pháp khấu buồng lò thượng	0,6	0,8	0,7	0,2	0,57
Phương pháp khai thác lò dọc vỉa phân tầng	0,8	0,8	0,6	0,6	0,67
Phương pháp khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng dàn chống mềm	0,7	0,7	0,6	0,8	0,69
Phương pháp khai thác cơ giới hóa đồng bộ	0,3	0,7	0,5	0,8	0,59

Bảng 8. Kết quả đánh giá mờ của chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đối với các phương pháp khai thác khả thi

Phương pháp khai thác	Công suất lò chợ và năng suất lao động	Mức độ đầu tư vốn ban đầu	Kết quả
	Mức độ phụ thuộc		
Phương pháp khấu buồng lò thượng	0,2	0,8	0,44
Phương pháp khai thác lò dọc vỉa phân tầng	0,4	0,5	0,44
Phương pháp khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng dàn chống mềm	0,4	0,7	0,52
Phương pháp khai thác cơ giới hóa đồng bộ	0,8	0,1	0,52

Bảng 9. Kết quả đánh giá mờ của chỉ tiêu lợi ích xã hội đối với các phương pháp khai thác khả thi

Phương pháp khai thác	Công tác quản lý an toàn	Cường độ lao động của công nhân	Kết quả
	Mức độ phụ thuộc		
Phương pháp khấu buồng lò thượng	0,2	0,2	0,2
Phương pháp khai thác lò dọc vỉa phân tầng	0,5	0,3	0,45
Phương pháp khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng dàn chống mềm	0,7	0,4	0,63
Phương pháp khai thác cơ giới hóa đồng bộ	0,8	0,7	0,78

Bảng 10. Kết quả đánh giá mờ việc lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng tối ưu nhất

Phương pháp khai thác	Điều kiện kỹ thuật	Chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật	Chỉ tiêu lợi ích xã hội	Kết quả
	Mức độ phụ thuộc			
Phương pháp khấu bùồng lò thượng	0,57	0,44	0,2	0,48
Phương pháp khai thác lò dọc vỉa phân tầng	0,67	0,44	0,45	0,57
Phương pháp khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng dàn chống mềm	0,69	0,52	0,63	0,63
Phương pháp khai thác cơ giới hóa đồng bộ	0,59	0,52	0,78	0,60

Căn cứ vào Bảng 10. Kết quả đánh giá mờ việc lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng tối ưu nhất cho thấy mức độ phụ thuộc của các phương pháp khai thác như sau: Phương pháp khai thác khấu bùồng lò thượng 48%, phương pháp khai thác lò dọc vỉa phân tầng 57%, phương pháp khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng dàn chống mềm ZRY 63%, phương pháp khai thác cơ giới hóa đồng bộ 60%. Xếp theo mức độ ưu tiên về việc lựa chọn các phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng là Phương pháp khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng giàn chống mềm ZRY > Phương pháp khai thác cơ giới hóa đồng bộ > Phương pháp khai thác lò dọc vỉa phân tầng > Phương pháp khai thác khấu bùồng lò thượng. Từ đó có thể thấy phương pháp khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng giàn chống mềm ZRY là phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng tối ưu nhất.

3. KẾT LUẬN

Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc AHP và lý thuyết tập mờ, bài báo đã tiến hành nghiên cứu lựa chọn phương pháp khai thác cho vỉa than dày trung bình dốc đứng tại Công ty Than Nam Mấu và rút ra kết luận như sau:

Các yếu tố chính ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng bao gồm: 1- Điều kiện kỹ thuật sản xuất, 2- Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật mỏ, 3- Các chỉ tiêu lợi ích xã hội. Tương ứng có thể phân tách thành 8 yếu tố phụ bao gồm: 1- Góc dốc và sự thay đổi góc dốc vỉa, 2- Chiều dày và sự thay đổi chiều dày vỉa, 3- Cấu tạo vỉa than, 4- Điều kiện đá vách và đá trụ vỉa, 5- Sản lượng khai thác và năng suất lao động, 6- Mức đầu tư vốn ban đầu, 7- Công tác quản lý an toàn, 8- Cường độ lao động của công nhân. Trọng số ảnh hưởng của 3 yếu tố chính và 8 yếu tố phụ lần lượt là (0.571, 0.286, 0.143) và (0.133, 0.2, 0.4, 0.267, 0.6, 0.4, 0.75, 0.25).

Phương pháp khai thác vỉa than có mức độ ảnh hưởng và trọng số của nó càng cao thì càng tối ưu. Trọng số ảnh hưởng của 4 phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng khả thi: (phương pháp khai thác khấu bùồng lò thượng, khai thác lò dọc vỉa phân tầng, khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng dàn chống mềm ZRY, và phương pháp khai thác cơ giới hóa đồng bộ) lần lượt là (0.48, 0.57, 0.63, 0.6). Theo mức độ ưu tiên có thể kết luận rằng, phương pháp khai thác lò chợ xiên chéo sử dụng dàn chống mềm ZRY là phương pháp khai thác vỉa than dày trung bình dốc tối ưu nhất

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Đào Trọng Cường, Đỗ Mạnh Phong, Đặng Vũ Chí, Nguyễn Quế Thanh (2017). Nghiên cứu xây dựng điều kiện áp dụng các loại hình công nghệ khai thác vỉa than dày trung bình dốc đứng. *Khoa học kỹ thuật và công nghệ*, 2017, 22 (11)
- [2]. Phạm Quang Thanh (2019). Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc AHP để lựa chọn phương thức thực hiện dự án đầu tư xây dựng. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng NUCE*, 2019, 13 (3V): 125-135
- [3]. 李莎莎, 基于改进层次分析法和熵权法的采矿方法 优选研究 [J]. 化工矿物与加工, 2020, 49 (03): 1-4
- [4]. 郝永青, 宋选民, 基于层次分析理论的特厚煤层开采方法优选研究 [J]. 煤炭技术, 2017, 36 (09):35-37
- [5]. 陈久良, 层次分析法在急倾斜煤层 采煤方法选择中的应用 [J]. 科技进步与对策, 2000, (06):162-163
- [6]. 郝长胜, 盛军坤, 利用层次分析和模糊数学法优选采矿方案 [J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版), 2016, 35 (07): 695-700
- [7]. 朱获天, 王沉, 罗来和, 夏国进, 基于层次分析和模糊数学法的采矿方法优选 [J]. 矿业工程研究, 2020, 35 (04):13-19
- [8]. 蒋永兄, 层次分析和模糊数学法在采矿工程中的应用及选择 [J]. 世界有色金属, 2023 (06): 54-56

APPLICATION OF ANALYTICAL HIERARCHY METHOD (AHP) AND FUZZY THEORY IN SELECTING METHODS FOR MINING OF MEDIUM-THICK STEEP COAL SEAMSNgoc Van Ngo^{1,*}, Dong Wang¹, Thang Duc Pham²¹Liaoning Technical University, 88 Yulong, Fuxin, Liaoning, China²Quang Ninh University of Industry, Yen Tho, Quang Ninh, Viet Nam**ARTICLE INFOR**

TYPE: Research Article

Received: 13/01/2025

Revised: 18/02/2025

Accepted: 26/02/2025

^{1,*}Corresponding author:

Email: ngovannoc18101991@gmail.com

ABSTRACT

Hierarchical analysis and fuzzy theory are used to optimize mining methods and select the most optimal mining method suitable to the conditions of the coal mine. First, through analysis of coal mine documents, methods can be applied to exploit steep, medium-thick coal seams; Second, apply the hierarchical analysis method to establish a hierarchical analysis model of the main factors affecting the mining method and determine the weight of each index; Finally, based on fuzzy set theory, synthesize judgments and evaluate to determine the most optimal method to exploit steep, medium-thick coal seams..

Keywords: Analytical hierarchy (AHP), fuzzy theory, mining methods.

@ Vietnam Mining Science and Technology Association