

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

**PHẠM TUẤN ANH**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MỘT SỐ MÔ HÌNH  
TOÁN - ĐỊA CHẤT ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ TIN CẬY CỦA  
CÔNG TÁC THĂM DÒ THAN KHU MỎ KHE CHÀM,  
THÀNH PHỐ CẨM PHẢ, TỈNH QUẢNG NINH**

**Ngành: Kỹ thuật Địa chất**

**Mã số: 9520501**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT**

**Hà Nội, 2023**

Công trình được hoàn thành tại: **Bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò,  
Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất**

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. GS.TS Trương Xuân Luận**
- 2. PGS.TS Nguyễn Phương**

Phản biện 1: **PGS.TS Nguyễn Văn Lâm**

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Phản biện 2: **TS Nguyễn Tiến Dũng**

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Phản biện 3: **TS Hoàng Văn Khoa**

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Trường tại Trường đại học Mỏ - Địa chất, số 18 Phố Viên - Phường Đức Thắng - Quận Bắc Từ Liêm - Hà Nội vào hồi ...giờ ... ngày ... tháng... năm 2023.

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- 1. Thư viện Quốc Gia, Hà Nội**
- 2. Thư viện Trường đại học Mỏ - Địa chất**

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Khu mỏ Khe Chàm, thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh là một trong những khu mỏ có trữ lượng tài nguyên than lớn, điều kiện khai thác tương đối thuận lợi. Cũng như một số khu mỏ thuộc bể than Quảng Ninh, mạng lưới thăm dò đã thực hiện tại khu mỏ Khe Chàm theo lý thuyết đã đủ cho thiết kế khai thác mỏ. Song, trên thực tế mặc dù các khối trữ lượng đã được thăm dò ở cấp cao, nhưng khi triển khai dự án đầu tư khai thác mỏ, tài liệu địa chất vẫn cần phải bổ sung, điều chỉnh. NCS đã đề xuất và được phép thực hiện Luận án Tiến sỹ ngành kỹ thuật địa chất với Đề tài: “Nghiên cứu ứng dụng một số mô hình toán-địa chất đánh giá mức độ tin cậy của công tác thăm dò than khu mỏ Khe Chàm, thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh”.

### 2. Mục tiêu của luận án

Nghiên cứu áp dụng một số phương pháp toán - địa chất để đánh giá mức độ tin cậy của công tác thăm dò đã tiến hành tại khu mỏ Khe Chàm; từ đó đề xuất định hướng cho công tác thăm dò phát triển mỏ và khả năng áp dụng cho các khu mỏ than có tính chất tương tự.

### 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Các vỉa than khu mỏ Khe Chàm; tập trung đối với các vỉa than đại diện của khu mỏ.

### 4. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu chi tiết về đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than làm cơ sở ứng dụng các mô hình toán - tin địa chất phù hợp;
- Nghiên cứu, ứng dụng các phần mềm máy tính để xây dựng, quản lý các dữ liệu phục vụ các bước nghiên cứu; góp phần hiện đại hóa trong công tác quản lý, khai thác dữ liệu địa chất;
- Định lượng thống kê, phân tích cấu trúc không gian các thông số nghiên cứu (bằng hàm cấu trúc và hàm xu thế), nhằm đánh giá đầy đủ ba phương diện biến hóa của các thông số địa chất công nghiệp vỉa than;

- Áp dụng phương pháp Kriging phù hợp để nội suy tài liệu, đánh giá trữ lượng tài nguyên than tại khu mỏ Khe Chàm;

- Đối sánh kết quả áp dụng các mô hình toán với các phương pháp truyền thống trong các báo cáo địa chất được xây dựng trước đây; từ đó đánh giá độ tin cậy của công tác thăm dò đã thực hiện; góp phần định hướng công tác thăm dò phát triển tài nguyên than khu mỏ Khe Chàm và khả năng áp dụng cho các mỏ than có tính chất tương tự.

## **5. Các phương pháp nghiên cứu**

NCS sử dụng phối hợp các phương pháp: (i) Địa chất truyền thống kết hợp phương pháp tiếp cận hệ thống. (ii) Mô hình hóa (hình học mỏ và một số phương pháp toán địa chất). (iii) Địa thống kê. (iv) Ứng dụng một số phần mềm chuyên dụng để giải quyết các nội dung nghiên cứu. (v) Chuyên gia kết hợp kinh nghiệm thực tế.

## **6. Những điểm mới của luận án**

6.1. Lựa chọn được các phương pháp toán - địa chất gồm: Toán thống kê, hàm xu thế và hàm cấu trúc để đánh giá đầy đủ về 3 phương diện biến hóa cho các thông số địa chất công nghiệp (ĐCCN) chủ yếu của các vỉa than khu mỏ Khe Chàm.

6.2. Đã làm rõ 3 khối đồng nhất tương đối bậc cao có đặc điểm cấu trúc địa chất, đặc điểm phân bố và hình thái - cấu trúc vỉa than khác nhau: Khối Trung tâm (giữa đứt gãy F.E và đứt gãy F.L) thuộc nhóm mỏ thăm dò II, khối Tây nam đứt gãy F.E và khối Đông bắc đứt gãy F.L thuộc nhóm mỏ thăm dò III. Đây là cơ sở để đánh giá mức độ tin cậy của công tác thăm dò, luận giải về hình dạng và mạng lưới thăm dò và lựa chọn phương pháp tính trữ lượng tài nguyên hợp lý cho khu mỏ Khe Chàm.

6.3. Cùng với yếu tố địa chất và hệ thống thăm dò, mức biến đổi của các thông số địa chất công nghiệp vỉa than; trong đó chủ yếu thông số về chiều dày và góc dốc vỉa là những thông số cơ bản ảnh hưởng đến mức độ tin cậy của công tác thăm dò và tính trữ lượng than tại khu mỏ Khe Chàm.

6.4. Sử dụng phương pháp Kriging thông dụng để nội suy tài liệu với

sự trợ giúp của các phần mềm máy tính là tin cậy trong đánh giá trữ lượng tài nguyên than phục vụ thăm dò, thiết kế khai thác mỏ.

## **7. Ý nghĩa khoa học và giá trị thực tiễn**

7.1. Ý nghĩa khoa học: Góp phần hoàn thiện phương pháp luận thăm dò theo hướng toán - tin hiện đại. Cung cấp cơ sở lý luận, khả năng triển khai các phương pháp toán - tin ứng dụng cho các nhà quản lý, đơn vị thăm dò và khai thác mỏ. Cung cấp luận cứ khoa học trong việc luận giải hệ thống thăm dò; phương pháp đánh giá trữ lượng tài nguyên than phù hợp với đặc điểm cấu trúc địa chất khu mỏ Khe Chàm và các khu mỏ than có tính chất tương tự.

7.2. Ý nghĩa thực tiễn: Cung cấp giải pháp thực tiễn trong định hướng mạng lưới thăm dò, khả năng sử dụng phương pháp Kriging thông dụng để tính trữ lượng tài nguyên than khu mỏ Khe Chàm và các khu mỏ than có tính chất tương tự; là tài liệu tham khảo có giá trị cho các nhà quản lý, doanh nghiệp trong thăm dò phát triển mỏ than.

## **8. Các luận điểm bảo vệ của Luận án**

**Luận điểm 1:** Sử dụng các phương pháp địa chất truyền thống, kết hợp phân tích hàm xu thế làm rõ được 3 khối đồng nhất tương đối bậc cao; trong đó khối Trung tâm (giữa đứt gãy F.E và đứt gãy F.L) thuộc nhóm mỏ thăm dò II, khối Tây nam đứt gãy F.E và khối Đông bắc đứt gãy F.L thuộc nhóm mỏ thăm dò III.

**Luận điểm 2:** Thông số chiều dày và góc dốc vỉa có vai trò quan trọng trong đánh giá mức độ tin cậy của công tác thăm dò và tính trữ lượng than khu mỏ Khe Chàm.

**Luận điểm 3:** Sử dụng phương pháp Kriging với sự trợ giúp của các phần mềm máy tính bảo đảm độ tin cậy trong đánh giá trữ lượng tài nguyên than phục vụ thăm dò phát triển mỏ và đặc biệt có hiệu quả trong thiết kế thi công và khai thác mỏ.

**9. Cơ sở tài liệu:** Các công trình nghiên cứu, các bài báo khoa học trong và ngoài nước về địa chất bể than Quảng Ninh. Các báo cáo kết điều tra

đánh giá, thăm dò than đã tiến hành trên khu mỏ Khe Chàm đã công bố từ trước đến năm 2015. Tài liệu cơ sở là Báo cáo kết quả thăm dò than khu mỏ Khe Chàm - Cẩm Phả - Quảng Ninh năm 2015.

**10. Nội thực hiện luận án:** Luận án được hoàn thành tại Bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò, khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất dưới sự hướng dẫn khoa học của GS. TS Trương Xuân Luận, PGS. TS Nguyễn Phương.

NCS xin trân trọng bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc về sự hướng dẫn và giúp đỡ tận tình của các Thầy hướng dẫn khoa học; sự quan tâm, tạo điều kiện của Trường Đại học Mỏ - Địa chất, các đơn vị: TKV, VITE. Cảm ơn các nhà khoa học, các nhà địa chất, các đồng nghiệp đã cho phép NCS than khảo, sử dụng và kế thừa tài liệu nghiên cứu trước đây để hoàn thành luận án này.

## Chương 1

### TỔNG QUAN VỀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU

#### **1.1. Vị trí địa chất mỏ Khe Chàm trong cấu trúc bể than Quảng Ninh:**

Khu mỏ Khe Chàm là phần cận đông của địa hào Hòn Gai, được giới hạn bởi hai đứt gãy A-A ở phía Nam và đứt gãy Bắc Huy ở phía Bắc, thuộc phần phía Đông phức nếp lồi Trung tâm Cẩm Phả.

#### **1.2. Mức độ nghiên cứu và thăm dò than trên bể than Quảng Ninh:**

Về tổng thể, diện tích bể than đã có công trình điều tra, đánh giá và thăm dò khá lớn; song không đều.

**1.3. Khái quát về khu mỏ Khe Chàm:** Thuộc khối kiến trúc bậc IV-Khối kiến trúc Cẩm Phả (Trần Văn Trị và nnk, 1990); có diện tích 16,2 km<sup>2</sup>.

##### **1.3.1. Đặc điểm cấu trúc địa chất và khoáng sản than**

a. Địa tầng: Tham gia vào cấu trúc khu mỏ có các thành tạo; Giới Mezozoic (MZ), Hệ Trias (T), Thống thượng (T<sub>3</sub>), Bậc nori - bậc reti (T<sub>3n-r</sub>), hệ tầng Hòn Gai (T<sub>3n-rhg</sub>) Các thành tạo hân bố hầu khắp khu mỏ, chiều dày khoảng 1.800m, chia thành 3 phân hệ tầng: *Phân hệ dưới* (T<sub>3n-rhg1</sub>)

chủ yếu là trầm tích hạt thô không chứa than. *Phân hệ giữa* ( $T_{3n-1}hg_2$ ) thành phần thạch học gồm các lớp cuội kết, cát kết, bột kết, sét kết, sét than và các vỉa than. *Phân hệ tầng trên* ( $T_{3n-1}hg_3$ ) nằm trên cùng của trầm tích hệ tầng Hòn Gai ( $T_{3n-1}hg$ ), gồm các trầm tích hạt thô không chứa than. Giới Cenozoic (KZ) - Hệ Đệ tứ (Q).

b. Đặc điểm cấu trúc, kiến tạo: Cấu trúc địa chất khu mỏ khá phức tạp, gồm các nếp uốn phát triển liên tiếp nhau, hầu hết được giới hạn bởi các đứt gãy cắt qua.

c. Đặc điểm các vỉa than: Các vỉa than khu mỏ Khe Chàm được chia thành 3 tập: *Tập vỉa dưới*: từ V.1 đến V.8, phân bố chủ yếu dưới mức -350m, chưa có nhiều công trình khống chế. *Tập vỉa giữa*: từ V.9 đến V.14-5, phân bố hầu khắp diện tích khu mỏ, gồm các vỉa than có chiều dày lớn, có giá trị công nghiệp, chiếm phần lớn trữ lượng/tài nguyên than của khu mỏ và cũng là đối tượng nghiên cứu chính của luận án. *Tập vỉa trên*: từ V.15 đến V.22, phân bố chủ yếu ở khu vực phía Đông bắc, các vỉa có giá trị công nghiệp từng phần.

### **1.3.2. Một số tồn tại cần nghiên cứu giải quyết trong công tác thăm dò**

- Vấn đề hình dạng, mật độ mạng lưới thăm dò: Kết quả tổng hợp tài liệu, NCS nhận thấy, sự sai khác về tài liệu địa chất trong quá trình khai thác chủ yếu xuất hiện ở các vị trí vỉa có cấu trúc phức tạp (phình thóp, tách, nhập vỉa,...) hoặc những nơi phát triển uốn nếp, đứt gãy nhỏ (bậc cao) mà trong giai đoạn thăm dò chưa thể khống chế được. Do đó, cần nghiên cứu, đánh giá sự phù hợp về xếp nhóm mỏ thăm dò, từ đó lựa chọn hình dạng, mật độ mạng lưới công trình thăm dò cũng như phương pháp nội suy tài liệu thực hiện tại khu mỏ; đặc biệt khi thăm dò xuống sâu (dưới mức -350 m).

- Công tác xác định trữ lượng than: Thực tế khai thác và đánh giá của các nhà địa chất mỏ, Sêcăng vẫn là phương pháp chủ đạo và khá phù hợp với đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than, mạng lưới thăm dò đã tiến hành và cho kết quả đáng tin cậy; đặc biệt đối với các khối tính có quy mô lớn, vỉa có hình thái cấu trúc đơn giản hoặc tương đối đơn giản. Tuy nhiên,

mức độ tin cậy của kết quả trữ lượng đạt được phụ thuộc nhiều vào nhiều yếu tố: quy mô, tính đồng nhất, đặc điểm hình thái-cấu trúc; sự biến hóa của các thông số ĐCCN (chiều dày, góc dốc,..); đặc biệt sự biến động của trữ via than trong phạm vi giữa các công trình thăm dò.

## **Chương 2**

### **CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

#### **2.1. Than khoáng và các lĩnh vực sử dụng**

**2.1.1. *Khái quát về than khoáng:*** Than (Coal) là khoáng sản rắn, cháy, có nguồn gốc trầm tích, là sản phẩm biến đổi của quá trình than hoá (coalification) các tàn dư thực vật và vi sinh.

#### **2.1.2. *Các kiểu nguồn gốc thành tạo than khoáng***

- Trên thế giới: Trong lịch sử phát triển địa chất của vỏ trái đất đã phát hiện 5 thời kỳ tạo than chính: Carbon (C), tích tụ trên 25%; Permi muộn ( $P_3$ ), Trias-Jura ( $T_3$ - $J_2$ ), hai thời kỳ này tích tụ trên 20%; Jura-Creta ( $J_3$  - K) và Paleogen-Neogen (E-N), hai thời kỳ sau này tích tụ than trên 54% tổng tiềm năng tài nguyên than trên thế giới.

- Ở Việt Nam: Đã phát hiện và xác định được 3 thời kỳ thành tạo các mỏ than: Permi muộn, Trias muộn và Paleogen - Neogen.

Trên thế giới có nhiều hệ thống phân loại, phân nhãn than theo nguồn gốc và công nghệ với các thông số đánh giá khác nhau. Thông dụng thường theo Tiêu chuẩn nhà nước Liên bang Nga (ГОСТ 25543-88) hoặc tiêu chuẩn Mỹ (ASTM 388-98a).

#### **2.1.3. *Các lĩnh vực sử dụng than khoáng***

Than khoáng hiện nay được sử dụng chủ yếu dưới dạng nhiên liệu (chất đốt); ngành hóa học,...

#### **2.2. Phương pháp nghiên cứu**

##### **2.2.1. *Phương pháp địa chất truyền thống kết hợp phương pháp tiếp cận hệ thống***

- Phương pháp địa chất truyền thống: Thu thập, lựa chọn tài liệu, dữ



liệu các công trình thăm dò; từ đó đánh giá, lựa chọn các dạng tài liệu để phục vụ nội dung nghiên cứu của luận án.

- Phương pháp tiếp cận hệ thống: Được tiến hành từ việc nghiên cứu các tài liệu tổng hợp của khu mỏ, về bể than Quảng Ninh, các phương pháp đánh giá về nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò,...

### **2.2.2. Phương pháp mô hình hóa**

- Phương pháp hình học mỏ truyền thống: Mô hình hóa dạng mặt cắt theo tuyến có các phương vị khác nhau, đặc biệt là các mặt cắt đặc trưng, bình đồ đẳng trụ cho một số vỉa chính để đánh giá về đặc điểm hình thái; quy luật và cấu trúc của sự biến hóa trụ vỉa than.

- Phương pháp toán thống kê: Phân tích, đánh giá các đặc điểm phân bố thống kê. Khai thác, xác định những đặc trưng thống kê của các thông số ĐCCN vỉa than; chủ yếu là thông số chiều dày (m) và góc dốc vỉa than ( $\alpha$ ), cũng như đánh giá ảnh hưởng các thông số này đến mức độ phức tạp về hình thái - cấu trúc các vỉa than khu mỏ Khe Chàm được định lượng thông qua các giá trị trung bình ( $\bar{X}$ ), phương sai ( $\sigma^2$ ) và hệ số biến thiên (V,%) của các thông số cần nghiên cứu.

- Phân tích mô hình hàm xu thế (Trend analysis): Sử dụng nhằm mục đích phân tách các thông tin trên bản đồ ở một khu vực nghiên cứu nào đó thành hai hợp phần: Hợp phần mang tính chất khu vực và thành phần có tính chất biến đổi cục bộ.

### **2.2.3. Phương pháp địa thống kê**

- Phân tích hàm cấu trúc (hàm Variogram): Nhằm mô tả quy luật biến đổi cho từng thông số địa chất trong không gian. Variogram thực nghiệm bao gồm các điểm rời rạc đặc trưng cho mức độ biến đổi của các thông số địa chất trong không gian với những khoảng cách khác nhau, được tính theo công thức:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z_{(x)} - Z_{(x+h)}]^2 \quad (1)$$

Trong đó: N(h)-Số lượng cặp điểm tính toán của mỗi khoảng tính.

Mô hình hàm cấu trúc giúp luận giải về tính biến đổi, tính đẳng hướng, dị hướng của thông số ĐCCN via than; là cơ sở để lựa chọn hình dạng và kích thước khối tính trữ lượng.

- Phương pháp Kriging: NCS sử dụng phương pháp Kriging để nội suy, xây dựng các mô hình bề mặt, mô hình khối thể tích và tính trữ lượng than; thành lập các bình đồ đồng đẳng trụ, đẳng chiều dày, đẳng góc dốc. Nội dung bài toán Kriging tóm tắt như sau:

Giả sử có  $n$  giá trị  $Z_{(x_1)}, Z_{(x_2)}, \dots, Z_{(x_n)}$  ở các điểm quan sát/lấy mẫu:  $x_1, x_2, \dots, x_n$  phân bố ở lân cận điểm hoặc khối cần ước lượng. Giá trị ước lượng tuyến tính cho  $x_0$  (hoặc cho  $V_0$ ) có dạng:

$$Z_{(x_0)}^* = \sum_{\alpha=1}^N \lambda_{\alpha} Z_{(x_{\alpha})} \quad \text{hoặc} \quad Z_{(V_0)}^* = \sum_{\alpha=1}^N \lambda_{\alpha} Z_{V(x_{\alpha})} \quad (2)$$

Trong đó:  $\lambda_{\alpha}$ - Lượng gia quyền thứ  $\alpha$ ;  $Z_{(x_{\alpha})}$  - Thông số đã biết ở lân cận  $X_{\alpha}$  của điểm (hoặc khối) cần ước lượng.

**2.2.4. Phương pháp chuyên gia:** NCS sử dụng trong việc lựa chọn các thông số đánh giá về đặc điểm, tính biến hóa của các thông số ĐCCN via than; đồng thời cũng giúp NCS khai thác các phần mềm máy tính và luận giải các kết quả tính toán.

**2.3. Phần mềm ứng dụng và thiết lập cơ sở dữ liệu:** Trong luận án, NCS sử dụng các phần mềm MS. Excel, Surpac, Surfer để hỗ trợ xây dựng các mô hình, tính các đại lượng thống kê, tính trữ lượng tài nguyên than. NCS tập trung xử lý số liệu của các công trình khoan cắt các vỉa than thuộc đối tượng nghiên cứu. Dữ liệu thăm dò được tổng hợp, tính toán thành bảng dữ liệu trong phần mềm MS.Excel.

### Chương 3

## ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ TIN CẬY CỦA CÔNG TÁC THĂM DÒ THAN KHU MỎ KHE CHÀM

### 3.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ tin cậy của kết quả thăm dò

Độ tin cậy của công tác thăm dò, mục tiêu cuối cùng là độ chính xác về

cấu trúc-hình thái vỉa than trong không gian và độ tin cậy/sai số của trữ lượng tài nguyên khoáng sản phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó, yếu tố địa chất - khoáng sản, các thông số ĐCCN, hệ thống thăm dò (hình dạng và mạng lưới thăm dò) là cơ bản.

## **3.2. Phân tích mức độ tin cậy của công tác thăm dò bằng các phương pháp mô hình truyền thống**

### ***3.2.1. Phân tích bằng phương pháp hình học mở truyền thống***

Dựa vào mô hình hoá bằng hệ thống mặt cắt địa chất và mô hình không gian trụ các vỉa than cho phép đánh giá tổng quan về đặc điểm phân bố, hình thái - cấu trúc, cũng như mối quan hệ giữa các vỉa than với đá vây quanh một cách trực quan, là cơ sở để thực hiện các bước nghiên cứu tiếp theo. Kết quả nghiên cứu rút ra một số kết luận:

- Phân tích chi tiết các bình đồ đẳng trụ cho phép xác định thêm một số uốn nếp và dự đoán về khả năng vị trí có đứt gãy nhỏ cắt qua mà trong các giai đoạn thăm dò đã thực hiện chưa và khó phát hiện.

- Đặc tính dị hướng hình học; tính biến đổi đẳng trụ của các vỉa than (thông qua hình dạng các đường đẳng trị) là khá rõ nét và về cơ bản là khá tương đồng nhau; các vỉa than có xu hướng chung kéo dài theo phương á vĩ tuyến và tương đối ổn định ở trung tâm khu mỏ (từ đứt gãy F.L đến F.E). *Đây là những thông tin quan trọng trong việc định hướng bố trí tuyến thăm dò trong các giai đoạn tiếp theo.*

- Chiều dày tự nhiên của các vỉa than có mức độ biến đổi tương đối điều hòa và liên tục trong từng khối đồng nhất bậc cao.

### ***3.2.2. Phân tích bằng mô hình hàm xu thế***

Trong luận án, NCS sử dụng hàm xu thế (hàm Trend) dạng  $Z = f(x,y)$  để khảo sát đặc điểm biến đổi trụ vỉa than (Z); hàm Trend có thể là hàm số tuyến tính hoặc phi tuyến tính bậc 2, 3,... Phương trình Trend bậc 1, 2, 3, tóm tắt như sau:

- Hàm bậc 1:  $Z = a_1 + a_2y + a_3x$  (3)

- Hàm bậc 2:  $Z = a_1 + a_2y + a_3y^2 + a_4x + a_5xy + a_6x^2$  (4)

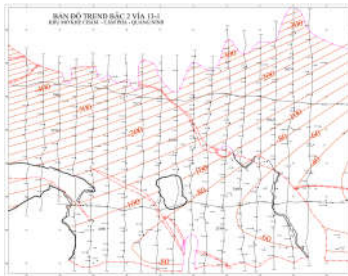
- Hàm bậc 3: 
$$Z = a_1 + a_2y + a_3y^2 + a_4y^3 + a_5x + a_6xy + a_7xy^2 + a_8x^2 + a_9x^2y + a_{10}x^3 \quad (5)$$

Dựa vào dữ liệu thực tế để xây dựng hàm Trend theo các bậc 1, 2, 3; từ đó thành lập bản đồ Trend và bản đồ độ lệch Trend; tính toán hệ số tương quan ( $R_{h(x,y)}$ ) tương ứng với các bậc Trend. (Bảng 1)

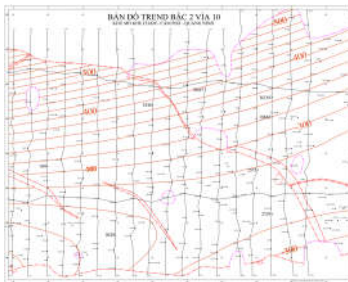
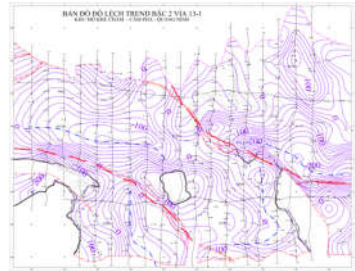
Bảng 1: Tổng hợp kết quả tính toán hệ số tương quan ( $R_{h(x,y)}$ )

Bậc của hàm Trend	Hệ số tương quan ( $R_{h(x,y)}$ )			
	V.10	V.13-1	V.14-1	V.14-5
Bậc 1	0,83	0,66	0,63	0,63
Bậc 2	0,84	0,72	0,76	0,73
Bậc 3	0,65	0,58	0,58	0,56

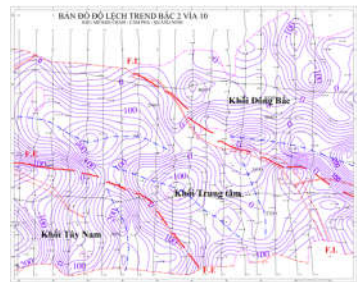
Theo Davic J. C,  $R \geq 0,3$  là có Trend;  $R \geq 0,7$  có Trend lý tưởng;  $R \geq 0,8$  là rất lý tưởng. Từ bảng 1 và dựa theo quan điểm của Davic J. C, NCS sử dụng bản đồ và bản đồ độ lệch Trend bậc 2 để phân tích, đánh giá. Bản đồ Trend, bản đồ độ lệch Trend bậc 2 trụ V13-1, V10 được trích dẫn tại hình 1.



V.13-1



V.10



Hình 1. Bản đồ Trend, độ lệch Trend bậc 2 trụ via13-1, 10

\* Trên cơ sở phân tích bằng mô hình hàm xu thế (phân tích Trend và độ lệch Trend), rút ra một số kết quả sau:

- Để phân tích xu thế và đặc điểm cấu trúc các vỉa than khu mỏ Khe Chàm, tốt nhất sử dụng bản đồ Trend và bản đồ độ lệch Trend bậc 2 ( $R = 0,72 \div 0,84$ ).

- Các đường đẳng trị thành lập theo nội suy Trend thể hiện rõ và chi tiết về sự biến đổi trữ vỉa than (trơn, điều hòa...), bảo đảm tính khách quan hơn so với phương pháp truyền thống.

- Trên bản đồ Trend trữ các vỉa 14-5, 14-1 và 13-1 nhận thấy, các vỉa than có xu thế chung cắm về Bắc - Tây bắc; riêng vỉa 10 có xu thế cắm về Bắc (Hình 1).

- Trên bản đồ độ lệch Trend, các vỉa than được nghiên cứu đều bị uốn nếp do các hoạt động kiến tạo về sau, trục các nếp uốn lớn đều có phương Tây bắc - Đông nam và bị phức tạp hóa bởi các nếp uốn bậc cao. Đứt gãy F.E có khả năng phát triển từ T.VIII về T.VIB và cùng với đứt gãy F.L phân chia khu mỏ thành 03 khối đồng nhất tương đối bậc VI: Khối Tây nam đứt gãy F.E, khối trung tâm và khối Đông bắc đứt gãy F.L. (Hình 1).

- Trên các bản đồ độ lệch Trend bậc 2 của vỉa 13-1, 10: có thể xác định khá rõ các nếp uốn bậc cao và các nếp oằn phát triển trên các cánh của nếp uốn lớn phương Tây bắc - Đông nam; đồng thời chính xác hóa vị trí của đứt gãy đã ghi nhận trong các báo cáo thăm dò (*Ví dụ: Đứt gãy F.G từ T.XIIIb - T.XIV, F.L từ T.XIVb về phía Đông, F.E từ T.VIII về T.VI,...*).

### **3.2.3. Phân tích bằng mô hình toán thống kê**

Các vỉa than khu mỏ Khe Chàm thuộc nhóm vỉa than có chiều dày từ trung bình đến dày, mức độ biến đổi thuộc loại từ tương đối ổn định đến không ổn định ( $40\% < V_m < 100\%$ ); hầu hết độ tro ( $A^d$ ) phân bố thuộc loại tương đối ổn định ( $V_A^d = 40 \div 75\%$ ), trừ vỉa V.10 thuộc loại không ổn định ( $V_A^d = 75 \div 100\%$ ).

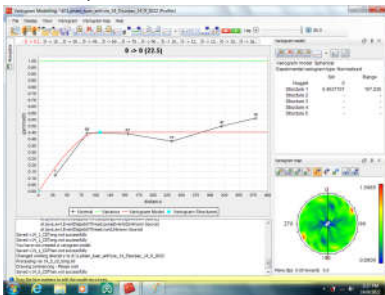
Mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa than: Chủ yếu thuộc nhóm vỉa ổn định có cấu tạo từ đơn giản đến phức tạp.

Đặc điểm hình dạng và mức độ biến đổi hình dạng via than: Chủ yếu thuộc nhóm via có hình dạng via đơn giản hoặc tương đối phức tạp ( $1,4 < \mu \leq 1,8$ ; V12, 10, 9, 8) và tương đối phức tạp đến phức tạp ( $\mu > 1,8$ ; V14-5, 14-4, 14-1, 13-1). Hình dạng các via than chủ yếu thuộc nhóm phức tạp và rất phức tạp (nhóm III và IV); cấu trúc, kiến tạo khu mỏ thuộc nhóm phức tạp ( $P_{bv}$  từ  $25 \div 100$ ).

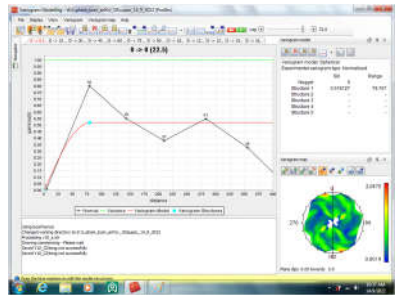
### 3.3. Phân tích bằng mô hình hàm cấu trúc không gian

**3.3.1. Thiết lập các hàm cấu trúc (Variogram):** Để giải quyết nhiệm vụ nghiên cứu và đánh giá đầy đủ tính biến đổi không gian của các via than, NCS tiến hành khảo sát theo 4 hướng cơ bản ( $0^0$ ,  $45^0$ ,  $90^0$ ,  $135^0$ ), với góc quét  $\pm 22,5^0$ . Luận án đã thực hiện khảo sát mô hình hàm cấu trúc với thông số chiều dày tự nhiên và chiều dày riêng than của các via 14-5, 14-1, 13-1 và 10.

**3.3.2. Kết quả khảo sát mô hình hàm cấu trúc:** Hình 2, 3, NCS trích dẫn kết quả khảo sát mô hình hàm cấu trúc với thông số chiều dày tự nhiên các via 14-5, 10.



Hình 2. Khảo sát Variogram hướng  $0^0$ , góc quét  $22,5^0$  V14-5



Hình 3. Khảo sát Variogram hướng  $0^0$ , góc quét  $22,5^0$  V10

\* Từ kết quả nghiên cứu, NCS rút ra một số nhận xét sau:

- Giá trị góc quét  $\pm 22,5^0$  cho mỗi hướng khảo sát là phù hợp với đối tượng nghiên cứu, tận dụng được tối đa các thông số nghiên cứu.

- Hiệu ứng tự sinh (Co) xuất hiện không phải là hiệu ứng tự sinh đúng nghĩa; sẽ phù hợp nếu gọi là “hiệu ứng kích thước mẫu”.

- Tính biến đổi chiều dày tự nhiên và chiều dày riêng than của các vỉa 14-5, 14-1, 10 tương tự nhau.

- Trong 4 vỉa than thuộc đối tượng nghiên cứu, với chiều dày riêng than: Vĩa 14-5, 13-1, thông số nghiên cứu thể hiện tính dị hướng khu vực, biến đổi mạnh nhất theo hướng Bắc - Tây bắc. Vĩa 10, cũng thể hiện tính dị hướng khu vực rõ nét, song hướng chủ đạo gần Bắc - Nam. Vĩa 14-1, gần như đẳng hướng.

- Dị hướng khu vực thể hiện tính phức tạp của thông số nghiên cứu và có thể suy nghĩ về tính không đồng nhất của thông số địa chất công nghiệp ngay trong từng vỉa; có thể nhận định rằng, sự thành tạo 4 vỉa than nghiên cứu cũng có những khác biệt nhất định.

### 3.4. Xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò

**3.4.1. Xác lập nhóm mỏ thăm dò:** Kết quả nghiên cứu cho thấy, để xác lập nhóm mỏ thăm dò khu mỏ Khe Chàm cần tập trung đánh giá hai thông số cơ bản: (1) Hệ số biến thiên chiều dày ( $V_m$ ); (2) Hệ số biến thiên góc dốc ( $K_\alpha$ , %).

Bảng 2: Chi tiêu xác lập nhóm mỏ thăm dò theo từng khối đồng nhất bậc cao trong khu mỏ Khe Chàm

T	Khối	Tây Nam	Trung tâm	Đông Bắc
T	Thông số	F.E		F.L
1	Hệ số biến thiên chiều dày ( $V_m$ ,%)	77	68	76
2	Hệ số biến thiên góc dốc ( $K_\alpha$ )	0,544	0,666	0,557
	Nhóm mỏ thăm dò	III	II	III

Tổng hợp kết quả đánh giá về đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than, mức độ phức tạp cấu trúc địa chất, phân tích bằng phương pháp hình học mỏ truyền thống, phân tích hàm xu thế và kết quả tại bảng 2, NCS nhận định rằng: *Khu mỏ Khe Chàm được chia thành 03 khối đồng nhất tương đối bậc VI, với nhóm mỏ thăm dò tương ứng như sau: Khối Trung tâm*

(khối giữa F.E và F.L) được xếp vào Nhóm mỏ thăm dò II, khối Tây nam đứt gãy F.E và khối Đông bắc đứt gãy F.L được xếp vào nhóm mỏ thăm dò III;

Điều này khẳng định: Ngay trong một mỏ/khu mỏ có thể phải thăm dò ở mức độ chi tiết khác nhau, phù hợp với kết quả nghiên cứu hàm cấu trúc là trong khu mỏ Khe Chàm tồn tại hiệu ứng khu vực.

**3.4.2. Xác lập mạng lưới thăm dò:** Để xác lập mạng lưới thăm dò, NCS đã khảo sát mô hình hàm cấu trúc đối với thông số chiều dày của các vỉa than. Kết quả khảo sát được tổng hợp tại bảng 3, 4.

Bảng 3: Kích thước ảnh hưởng theo kết quả khảo sát hàm cấu trúc đối với chiều dày tự nhiên các vỉa than

Tên vỉa than	Hướng khảo sát 0 <sup>0</sup>		Hướng khảo sát 90 <sup>0</sup>		Ghi chú
	Trần (kể cả HUTSg)	KT ảnh hưởng (m)	Trần (kể cả HUTSg)	KT ảnh hưởng (m)	
14-5	0,45	110	0,43	235	
14-1	0,69	90	0,60	90	
13-1	0,57	180	0,36	180	108 <sup>0</sup>
10	0,51	80	0,35	150	

Bảng 4: Kích thước ảnh hưởng theo kết quả khảo sát hàm cấu trúc đối với chiều dày riêng than các vỉa than

Tên vỉa	Hướng khảo sát 0 <sup>0</sup>		Hướng khảo sát 90 <sup>0</sup>		Ghi chú
	Trần (kể cả HUTS)	KT ảnh hưởng (m)	Trần (kể cả HUTS)	KT ảnh hưởng (m)	
14-5	0,54	110	0,52	210	
14-1	0,79	90	0,60	90	
13-1	0,39	210	0,38	330	108 <sup>0</sup>
10	0,49	80	0,41	150	

\* Từ các bảng 3, 4 nhận thấy:



- Với chiều dày tự nhiên: Các vỉa 14-1, 13-1 thể hiện tính đẳng hướng, chỉ số dị hướng  $I \approx 1$ . Riêng vỉa 14-5, 10, kích thước ảnh hưởng phương  $90^0$  (theo đường phương vỉa) lớn hơn nhiều so với hướng  $0^0$  (theo hướng dốc), thể hiện tính dị hướng khu vực với chỉ số dị hướng  $I = 2,14$  (V.14-5) và  $I = 1,88$  (V.10).

- Với chiều dày riêng than: V14-5 và 13-1, thông số nghiên cứu thể hiện tính dị hướng khu vực, biến đổi mạnh nhất theo hướng Bắc - Tây bắc ( $I = 1,9$ ). V10, cũng thể hiện tính dị hướng khu vực rõ nét ( $I \approx 2$ ), song hướng chủ đạo gần Bắc - Nam (hướng dốc). V.14-1, gần như đẳng hướng.

Như vậy, đối với cả chiều dày tự nhiên và chiều dày riêng than các vỉa 14-5, 13-1, 10 có mức độ biến đổi phức tạp theo hướng dốc lớn hơn nhiều ( $\approx 2$  lần) so với theo đường phương của vỉa.

Theo mục 10, Điều 19 của Quyết định số 25/2007/QĐ-BTNMT ngày 31/12/2007 Quy định về thăm dò, phân cấp trữ lượng và tài nguyên than: *“Trường hợp áp dụng địa thống kê để xử lý các dữ liệu địa chất, chất lượng than và tính trữ lượng, vị trí các công trình khoan máy không bắt buộc phải bố trí theo mạng lưới hình học và trên các tuyến địa chất. Mật độ, khoảng cách các lỗ khoan thăm dò được xác định bởi các hàm cấu trúc (Variogram) của các thông số địa chất đặc trưng và chất lượng than”*.

Theo các nhà địa chất thăm dò trên thế giới và ở Việt Nam, mạng lưới thăm dò được lựa chọn phải bảo đảm yêu cầu: (i) Các khối tính trữ lượng cấp 121, khoảng cách tuyến cách tuyến không vượt quá  $2/3$  kích thước ảnh hưởng theo phương biến đổi ít nhất; khoảng cách công trình trên tuyến không vượt quá  $2/3$  kích thước ảnh hưởng theo phương biến đổi phức tạp nhất. (ii) Các khối tính trữ lượng cấp 122, khoảng cách tuyến cách tuyến  $\leq$  kích thước ảnh hưởng theo phương biến đổi ít nhất; khoảng cách công trình trên tuyến  $\leq$  kích thước ảnh hưởng theo phương biến đổi phức tạp nhất.

Từ nguyên tắc và kết quả xác định kích thước ảnh hưởng nêu trên, NCS đề nghị mạng lưới thăm dò phát triển mô hợp lý nhất cho khu mỏ

Khe Chàm như bảng 5.

Bảng 5: Mạng lưới đề nghị thăm dò than khu mỏ Khe Chàm

Trữ lượng chắc chắn (cấp 121)		Trữ lượng tin cậy (cấp 122)	
K/C tuyến (Từ - Đến,m)	K/C công trình (Từ - Đến,m)	K/C tuyến (Từ - Đến,m)	K/C công trình (Từ - Đến,m)
100 - 125	50 - 75	125 - 150	75 - 125

Đề tích hợp giữa kết quả xác định mạng lưới thăm dò theo “Quy định” và xác định bởi các hàm cấu trúc, NCS đề nghị áp dụng bảng 5 như sau: Giá trị “Từ” là mạng lưới thăm dò đề nghị đối với những khu vực/khối có đặc điểm cấu tạo địa chất, hình thái - cấu trúc phức tạp và mức độ biến hóa về đặc điểm địa chất các vỉa than không ổn định, tương ứng Nhóm mỏ thăm dò III; giá trị “Đến” là khoảng cách mạng lưới thăm dò đề nghị với các khu vực/khối thuộc Nhóm mỏ thăm dò II. Các con số đưa ra là định hướng, có thể  $\pm 10$  mét.

\* Từ các kết quả nghiên cứu, phân tích rút ra một số nhận xét:

- Các phương pháp toán địa chất sử dụng để đánh giá định lượng về mức độ phức tạp cấu trúc địa chất mỏ, về hình thái - cấu trúc; kết hợp phương pháp hình học mỏ và phân tích Trend cho phép nhận thức toàn diện hơn về 3 phương diện biến hóa của các thông số địa chất công nghiệp vỉa than. Đây là cơ sở khoa học để xác lập nhóm mỏ và lựa chọn hướng tuyến bố trí công trình thăm dò phát triển mỏ.

- Kết quả phân tích bản đồ Trend và độ lệch Trend của các vỉa 14-5, 14-1, 13-1, 10 cho thấy: Hướng tuyến thăm dò đang thực hiện trên khu mỏ Khe Chàm theo phương Bắc - Nam là chưa thật phù hợp với cấu trúc địa chất mỏ và đặc điểm biến hóa về hình thái - cấu trúc các vỉa than tính toán. Vì vậy, khi thăm dò bổ sung, thăm dò nâng cấp cần phải điều chỉnh hướng tuyến cho phù hợp với cấu trúc vỉa than trong từng khối đồng nhất bậc cao đã xác lập (tốt nhất áp dụng mạng lưới thăm dò dạng phi tuyến).

- Với đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than trong khu mỏ khá phức tạp

và thay đổi trong từng khối đồng nhất bậc cao, trong thăm dò cần áp dụng mạng lưới dạng tuyến song song, kết hợp với không song song. Một số khối, vỉa than có hướng cắm tương đối ổn định, góc dốc thoải (khối trung tâm) có thể sử dụng mạng lưới hình chữ nhật hoặc hình thoi. Hướng tuyến trùng hướng cắm biến đổi phức tạp nhất.

- Để xác định mạng lưới thăm dò hợp lý đối với khu mỏ Khe Chàm và các mỏ than có tính chất tương tự cần phân tích mô hình hàm cấu trúc với hướng và góc quét phù hợp để định lượng kích thước ảnh hưởng. Từ đó, xác định mạng lưới thăm dò theo nguyên tắc đã trình bày trên.

- Mạng lưới thăm dò than NCS đề xuất áp dụng cho khu mỏ Khe Chàm như bảng 5. Ngoài ra, trong quá trình thăm dò cần có 10 ÷ 15% công trình bố trí dạng phi tuyến, đặc biệt theo hướng mà hàm này khó và không thể quy nạp về hàm cấu trúc chuẩn nào đó.

### **3.5. Đánh giá trữ lượng và tài nguyên than**

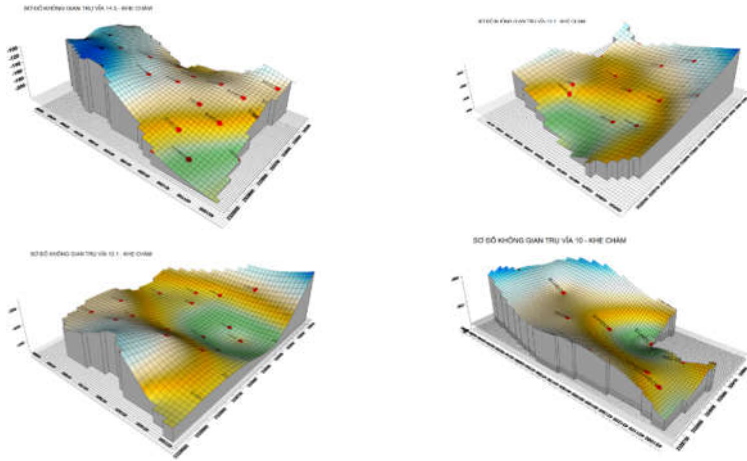
**3.5.1. Đối tượng:** gồm các vỉa 14-5, 14-1, 13-1 và 10, là những vỉa than được chọn nghiên cứu chi tiết (phân tích Trend, hàm cấu trúc).

#### **3.5.2. Chuẩn bị số liệu**

- Xây dựng sơ đồ vị trí các lỗ khoan trong không gian: NCS sử dụng phần mềm Surfer để hiển thị và thực hiện nhiệm vụ nghiên cứu.

- Nội suy mô hình số trụ vỉa, chiều dày và góc dốc vỉa: Sử dụng phương pháp Kriging thông dụng để nội suy mô hình số đối với trụ vỉa than, chiều dày riêng than, góc dốc vỉa cho các khối tính trữ lượng; các thông số như bán kính quét được định hướng theo kích thước ảnh hưởng được xác định theo mô hình hàm cấu trúc.

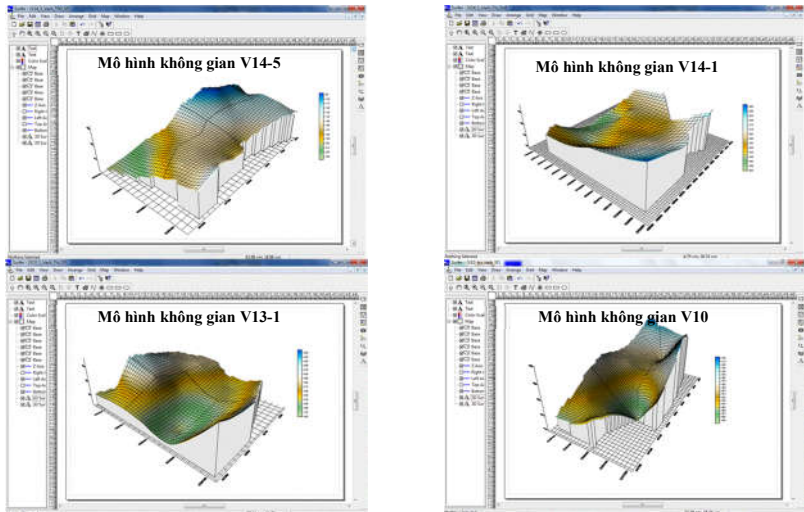
c. Xây dựng mô hình không gian bề mặt (Surface): Mô hình số không gian bề mặt đẳng trụ 4 vỉa than được thể hiện tại hình 4.



Hình 4. Mô hình không gian mặt trụ các vỉa 14-5, 14-1, 13-1, 10

- Xây dựng mô hình khối các vỉa than: Để xác định kích thước vi khối phù hợp, NCS đã thử nghiệm các phương án có kích thước giảm theo cấp số (1/2) h. Theo đó, kích thước các vi khối được thử nghiệm là (50x50)m, (20x20)m hoặc (20x15)m x [m] - bề dày vỉa (lựa chọn bề dày vỉa tối thiểu 0,8m).

Kết quả xây dựng mô hình khối trong không gian các vỉa than (bằng phần mềm Surfer) được được thể hiện tại hình 5.



Hình 5. Mô hình không gian các vỉa 14-5, 14-1, 13-1, 10.

### 3.5.3. Kết quả tính trữ lượng than theo phương pháp Kriging:

Kết quả tính trữ lượng than theo phương pháp Kriging (mô hình khối không gian) được tổng hợp tại bảng 6.

Bảng 6. Kết quả tính trữ lượng than bằng phương pháp Kriging

Tên vỉa than	Trữ lượng than (tấn)		Chênh lệch	
	KT vi khối 50x50x[m]	KT vi khối 20x20x[m]	Tấn	Tỷ lệ (%)
14-5	5 167 000	5 304 929	137 929	2,67%
14-1	804 000	804 490	490	0,06%
13-1	2 764 000	2 849 516	85 516	3,09%
10	7 460 000	7 471 385	11 385	0,15%
Tổng	16 195 000	16 430 320	235 320	1,45%

\* Từ kết quả tính toán trên rút ra một số nhận xét: Trữ lượng tính theo phương pháp Kriging với 2 kích thước của vi khối có sự chênh lệch là 235 320 tấn (1,45%), sự chênh lệch này không lớn. Tuy nhiên, tại những khối cụ thể, trữ lượng than có sự chênh lệch đáng kể.

**3.5.4. Đối sánh kết quả tính trữ lượng than theo phương pháp Kriging với phương pháp Secăng:** Tổng hợp, đối sánh kết quả tính trữ lượng than bằng phương pháp Secăng theo Báo cáo địa chất 2015 với kết quả tính theo phương pháp Kriging (mô hình khối) của các vỉa than, phạm vi tương ứng. Kết quả được tổng hợp trong bảng 7.

Bảng 7: Đối sánh kết quả tính trữ lượng than giữa phương pháp Kriging kích thước vi khối 20x20x[m] và phương pháp Secăng

Tên vỉa than	Trữ lượng than (tấn)		Chênh lệch	
	Phương pháp Secăng (BC2015)	PP Kriging KT vi khối 20x20x[m]	(Tấn)	(%)
14-5	5 406 669	5 304 929	-101 740	-1,88%
14-1	803 611	804 490	879	0,11%
13-1	2 772 543	2 849 516	76 973	2,78%

Tên vỉa than	Trữ lượng than (tấn)		Chênh lệch	
	Phương pháp Secăng (BC2015)	PP Kriging KT vi khối 20x20x[m]	(Tấn)	(%)
10	6 544 082	7 471 385	927 303	14,17%
Tổng	15 526 905	16 430 320	903 415	5,82%

Để có cơ sở đánh giá cụ thể hơn về mức độ tin cậy của phương pháp Secăng đã và đang sử dụng đối với các mỏ than, NCS sử dụng các tài liệu như bình đồ đồng đẳng trụ, chiều dày, góc dốc được nội suy theo Kriging để tính trữ lượng theo phương pháp Secăng. Kết quả tính và so sánh trữ lượng được tổng hợp trong bảng 8.

Bảng 8. Đối sánh kết quả tính trữ lượng than giữa phương pháp Kriging với Secăng khi tài liệu được nội suy theo Kriging

Tên vỉa than	Trữ lượng than (tấn)		Chênh lệch	
	PP Secăng-Kriging	PP Kriging KT vi khối 20x20x[m]	(Tấn)	(%)
14-5	5 406 669	5 304 929	- 101 740	-1,88%
14-1	803 611	804 490	879	0,11%
13-1	2 807 012	2 849 516	42 504	1,51%
10	7 410 126	7 471 385	61 259	0,83%
Tổng	16 427 418	16 430 320	2 902	0,02%

\* Từ kết quả nghiên cứu, rút ra một số kết luận:

- Kết quả tính trữ lượng than theo phương pháp truyền thống (Secăng) trong các báo cáo thăm dò ở khu mỏ Khe Châm bảo đảm độ tin cậy tương ứng cấp trữ lượng với hình khối tính có quy mô lớn trên từng vỉa; đồng thời có thể áp dụng nội suy Kriging để tính trữ lượng than.

- Trữ lượng than tính theo phương pháp mô hình với kích thước vi khối 20x20x[m] và phương pháp Secăng khi các tài liệu được nội suy theo Kriging có sự chênh lệch không lớn (2 902 tấn, chiếm 0,02%); ngay cả khi

so sánh với từng hình/khối nhỏ (chênh lệch dưới  $< \pm 5\%$ ).

- Về bản chất, sử dụng phương pháp Kriging để nội suy tính chất của các thông số địa chất công nghiệp via than sẽ không bị ảnh hưởng về điều kiện địa chất via than. Song, gián tiếp ảnh hưởng qua kết quả xác định mô hình hàm cấu trúc. Vì vậy, có thể hiểu: *Khi có kết quả khảo sát hàm cấu trúc có độ tin cậy thỏa đáng là có thể nội suy Kriging.*

- Áp dụng phương pháp Kriging để nội suy với các phần mềm máy tính, trữ lượng tài nguyên sẽ được tính toán chính xác cho từng khối kích thước nhỏ (vi khối), sẽ dễ dàng tự động hóa hơn so với phương pháp truyền thống và *có nhiều tiện ích khi sử dụng tài liệu, đặc biệt phục vụ cho thiết kế, theo dõi khai thác. Đây cũng là một điểm mạnh của phương pháp Kriging và các phần mềm tính toán trữ lượng/tài nguyên khoáng sản bằng mô hình.*

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết luận

1.1. Các yếu tố địa chất, hệ thống thăm dò, tính biến đổi của các thông số địa chất công nghiệp via than; trong đó tính biến hóa không gian của thông số chiều dày và góc dốc via là những yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến mức độ tin cậy của công tác thăm dò và tính trữ lượng than tại khu mỏ Khe Chàm.

1.2. Sử dụng kết hợp các phương pháp địa chất truyền thống, phân tích hàm xu thế đã làm rõ được 3 khối đồng nhất tương đối bậc cao; trong đó khối Trung tâm thuộc nhóm mỏ thăm dò II, khối Tây nam đứt gãy F.E và khối Đông bắc đứt gãy F.L thuộc nhóm mỏ thăm dò III.

1.3. Các phương pháp toán địa chất (trong đó có Địa thống kê hiện đại), kết hợp phương pháp mô hình hóa (hình học mỏ và phân tích Trend) cho phép nhận thức đầy đủ và toàn diện về ba phương diện biến hóa của các thông số địa chất công nghiệp via than. Đây là cơ sở để xác lập nhóm mỏ và lựa chọn phương vị tuyến bố trí công trình thăm dò phát triển mỏ; đặc

biệt khi thăm dò xuống sâu.

1.4. Sử dụng phối hợp phương pháp phân tích hàm xu thế và phân tích hàm cấu trúc sẽ làm sáng tỏ được đặc điểm hình thái - cấu trúc, kích thước ảnh hưởng, tính dị/đẳng hướng; từ đó lựa chọn mạng lưới thăm dò (phương vị tuyến và khoảng cách bố trí công trình thăm dò) bảo đảm gần sát nhất với đối tượng thăm dò, hạn chế được phương pháp theo quy định hiện đang được hướng dẫn sử dụng.

1.5. Kết quả tính trữ lượng than theo phương pháp Secăng trong các báo cáo thăm dò ở khu mỏ Khe Chàm bảo đảm độ tin cậy thỏa đáng tương ứng cấp trữ lượng đã khoan định với hình khối tính lớn trên từng vỉa, song còn nhiều hạn chế đối với vỉa có cấu trúc phức tạp, chiều dày, góc dốc biến đổi mạnh. Để khắc phục, cần sử dụng phối hợp phương pháp Kriging thông dụng với sự trợ giúp của các phần mềm máy tính để nâng cao độ tin cậy trong đánh giá trữ lượng than; đặc biệt cho thiết kế và khai thác mỏ.

## **2. Kiến nghị**

2.1. Cần tiếp tục nghiên cứu, áp dụng tổ hợp phương pháp phân tích mô hình hàm xu thế, kết hợp phân tích mô hình hàm cấu trúc không gian trong công tác thăm dò phát triển mỏ ở bể than Quảng Ninh, đặc biệt khi thăm dò xuống sâu.

2.2. Đẩy mạnh việc ứng dụng phương pháp toán tin hiện đại, mà chủ đạo là phương pháp Kriging với sự giúp đỡ của các phần mềm chuyên dụng trong nội suy tài liệu và tính trữ lượng tài nguyên than ở bể than Quảng Ninh.

2.3. Nghiên cứu, triển khai xây dựng cơ sở dữ liệu địa chất các mỏ khoáng sản để quản lý, tra cứu, chia sẻ,... các dữ liệu địa chất bằng công nghệ hiện đại./.



## DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

1. Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Hoàng Huân, Đinh Bá Tuấn (2016), “Tiềm năng vùng thềm lục địa Việt Nam”, *Tạp chí Tài nguyên & Môi trường*, Số 5 (235), 3-2016.

2. Nguyễn Phương, Phạm Tuấn Anh, Đào Như Chức, Đào Minh Chúc (2017), “Một số kết quả mới từ tổng hợp tài liệu và đề xuất định hướng công tác nghiên cứu tiếp ở bể than Đông Bắc”, *Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất, Tập 58 - Kỳ 1*.

3. Trương Xuân Luận, Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Tuấn Anh, Đinh Bá Tuấn (2017), “Nghiên cứu ứng dụng mô hình hàm cấu trúc đánh giá mức độ phức tạp về cấu trúc địa chất - khoáng sản; Ví dụ cho khu mỏ than Khe Chàm, Cẩm Phả, Quảng Ninh”, *Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất, Tập 58 - Kỳ 5*.

4. Tuan Anh Pham, Ba Tuan Dinh, Xuan Luan Truong, Xuan Quang Truong, Tuan Anh Nguyen (2017), “Geostatistical approach to estimating the geological parameter - quality and reserves of coal seams: a case study Khe Cham deposit, Quang Ninh province, Viet Nam”, *The International Forum of students and young researchers Topical Issues of Rational Use of Natural Resources, Saint-Petersburg Mining University, Russia*.

5. Xuan Luan Truong, Tuan Anh Pham, Ba Tuan Dinh, Xuan Quang Truong (2017), “Study the change of quality parameters of coal seams, serving task exploration: a case study Nga Hai deposit, Quang Ninh province, Viet Nam”, *The International Forum of students and young researchers Topical Issues of Rational Use of Natural Resources, Saint-Petersburg Mining University, Russia*.

6. Nguyễn Hoàng Huân, Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Tiến Dũng, Trần Văn Miến (2018), “Ảnh hưởng của các cấu tạo biến dạng địa chất đến

CGH trong khai thác than vùng Hòn Gai - Cẩm Phả”, *Tạp chí Công nghiệp mỏ*, số 5 - 2018.

7. Nguyễn Phương, Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Phương Đông, Đỗ Văn Định (2022), “Nghiên cứu áp dụng chuỗi Markov thăm dò than khu mỏ Lộ Trí, Quảng Ninh”, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 5 năm 2022.