

TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP MỎ

CƠ QUAN NGÔN LUẬN
CỦA HỘI KH&CN MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXIX
SỐ 3 - 2020

✪ Tổng biên tập:
GS.TS.NGND. VÕ TRỌNG HÙNG

✪ Phó Tổng biên tập
kiêm Thư ký Toà soạn:
TS. TẠ NGỌC HẢI

✪ Ủy viên Phụ trách Trị sự:
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

✪ Ủy viên Ban biên tập:
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG
TS. NGHIÊM GIA
PGS.TS.NGƯT. HỒ SĨ GIAO
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS.NGƯT. VÕ CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
TS. PHAN NGỌC TRUNG
GS.TS.NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

◆ TOÀ SOẠN:
Số 655 - Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm-Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: info@vinamin.vn
Website: http://vinamin.vn

◆ Tạp chí xuất bản với sự cộng tác của: Trường Đại học Mỏ-Địa chất; Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim; Viện Khoa học Công nghệ Mỏ; Viện Dầu khí

◆ Giấy phép xuất bản số:
319/GP-BVHTT ngày 13/7/2016 của
Bộ Văn hoá Thông tin và Thể thao

◆ In tại Xí nghiệp in 2
Nhà in Khoa học Công nghệ
18 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội
Điện thoại: 024.37562778

◆ Nộp lưu chiểu:
Tháng 06 năm 2020

MỤC LỤC

TIÊU ĐIỂM

- ❖ Ngành dầu khí trước biến động và khủng hoảng do tác động của đại dịch Covid-19 Lê Ngọc Anh, Phan Ngọc Trung 1

KHAI THÁC MỎ

- ❖ Nghiên cứu ảnh hưởng độ cứng truyền âm của môi trường nước chứa bọt khí đối với tải trọng sóng nổ Đàm Trọng Thắng 5
- ❖ Vấn đề quản lý và nâng cao hiệu quả hoạt động khai thác đá vôi tại nước CHDCND Lào Phonepaserth Soukhanouvong 9
- ❖ Ứng dụng máy quan sát lỗ khoan địa tầng trong chống giữ đường lò bằng kết cấu chống neo Đào Viết Đoàn 21

XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ

- ❖ Nghiên cứu sự phát triển vết nứt trong tường gạch xây có khoảng trống bằng phương pháp phân tử rời rạc Nguyễn Văn Mạnh 26
- ❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ biến dạng đến hệ số tăng động DIF của bê tông sử dụng trong xây dựng công trình ngầm Đặng Văn Kiên, Võ Trọng Hùng 30
- ❖ Sử dụng bê tông chất lượng siêu cao, tự đầm trong xây dựng Nguyễn Xuân Mãn Phạm Mạnh Hào 38

CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ❖ Nghiên cứu thiết lập hệ thống tự động điều khiển tốc độ quay và lực ấn mũi khoan trên máy khoan xoay cầu CБШ-250MH Phạm Thanh Liêm, Hà Thị Chúc 43
- ❖ Giải pháp đo và kiểm tra liên tục điện trở cách điện của mạng điện mỏ 1140 V trung tính Đinh Văn Thắng, Cung Quang Khang 48
- ❖ Ứng dụng phần mềm Creo Parametric để mô phỏng động học của giá thủy lực di động liên kết xích Nguyễn Đăng Tấn và nnk 51
- ❖ Nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển bù mờ nhằm giảm rung trên máy khoan xoay cầu CБШ-250T Lê Ngọc Dũng, Đặng Văn Chí 58

THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ❖ Nghiên cứu, lựa chọn giải pháp tháo khí mê tan tại mỏ than Mạo Khê Nguyễn Văn Thịnh 63
- ❖ Quản lý chất thải rắn là ưu tiên hàng đầu trong chiến lược bảo vệ môi trường của Tổng Công ty Thép Việt Nam-CTCP Nghiêm Gia Bùi Huy Tuấn 68
- ❖ Xác định chế độ làm việc của các quạt gió chính khu mỏ Giáp Khẩu, Công ty than Hòn Gai-TKV Nguyễn Cao Khải 73
- ❖ Giải pháp hoàn thiện hệ thống thông gió nhằm giảm tích tụ khí mê tan ở mỏ than Khe Châm 1 thuộc Công ty than Hạ Long-TKV Nguyễn Văn Thịnh và nnk 79

ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

- ❖ Đặc điểm các tầng chứa nước khu vực Nội Bài, Hà Nội và tính toán trữ lượng khai thác hợp lý phục vụ sản xuất và sinh hoạt Đỗ Văn Bình và nnk 85
- ❖ Đánh giá khả năng ứng dụng hàm mặt cắt trong dự báo lún do khai thác hầm lò tại Việt Nam Nguyễn Quốc Long 93

KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Đề xuất hoàn thiện thuế bảo vệ môi trường đối với than đá Nguyễn Cảnh Nam 100

THÔNG TIN, SỰ KIỆN

- ❖ Tin ngành mỏ Việt Nam CNM 105
- ❖ Tin ngành mỏ thế giới CNM 109

Ảnh Bìa 1: Tháp giáng đứng ở Công ty Than Núi Béo (Ảnh N.B.)

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG HÀM MẶT CẮT TRONG DỰ BÁO LÚN DO KHAI THÁC HÀM LÒ TẠI VIỆT NAM

NGUYỄN QUỐC LONG
 Trường Đại học Mở-Địa chất,
 Email: nguyennquoclong@humg.edu.vn

Quy luật, cường độ và quá trình sụt lún bề mặt chịu sự chi phối của đặc điểm địa hình, địa chất, thể nằm và tính chất cơ lý của các lớp địa tầng, công nghệ khai thác khoáng sản và thời gian khai thác [12],... Mức độ ảnh hưởng của các yếu tố kể trên được phản ánh thông qua kết quả quan trắc. Kết quả quan trắc đối với từng mỏ khác nhau hoặc từng khu vực của một mỏ có thể được sử dụng như đầu vào để xây dựng các hàm dự báo cho các trường hợp cụ thể. Các đại lượng dự báo sẽ phản ánh quy luật, tính chất của quá trình biến dạng bề mặt và là cơ sở để lựa chọn công nghệ khai thác, phương pháp xây dựng và bảo trì các công trình nhằm mục đích ngăn ngừa và giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực của quá trình khai thác mỏ, bảo vệ các công trình trên bề mặt.

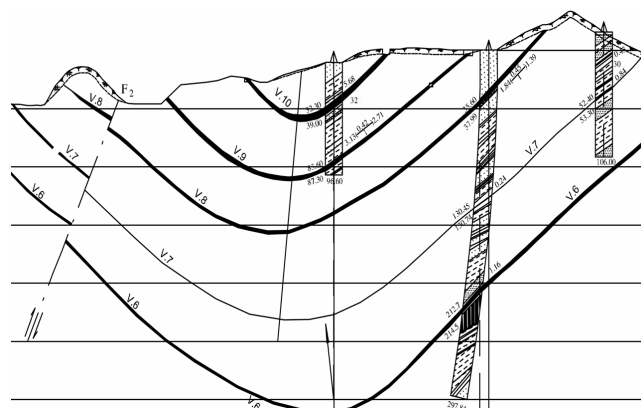
Hiện nay, có nhiều phương pháp khác nhau dự báo đại lượng lún bề mặt do khai thác hầm lò, mỗi phương pháp đều có ưu điểm, nhược điểm và điều kiện ứng dụng thích hợp [13, [14]. Theo [1] [6], các vỉa than có trữ lượng lớn tại bề than Quảng Ninh, Việt Nam hầu hết là vỉa nghiêng và dốc nghiêng, mặt khác hầu hết dữ liệu quan trắc trên bề mặt được bố trí theo tuyến [5], [8], [9] nên lựa chọn nhóm phương pháp hàm mặt cắt để dự báo lún bề mặt trong điều kiện khai thác hầm lò tại Quảng Ninh là phù hợp. Trong nhóm phương pháp này, tại Việt Nam phổ biến có phương pháp hàm mẫu chuẩn do VNIMI đề xuất [15], hàm mẫu chuẩn xây dựng từ số liệu quan trắc tại Quảng Ninh [9] và hàm mặt cắt Asadi [11].

Cần phải tiến hành khảo sát độ chính xác của cả 3 hàm dự báo trên trong điều kiện tại mỏ Mông Dương theo kết quả quan trắc để đánh giá khả năng ứng dụng của mỗi phương pháp trong điều kiện vỉa dốc nghiêng tại Việt Nam.

1. Đặc điểm vỉa than và dữ liệu quan trắc tại bề than Quảng Ninh

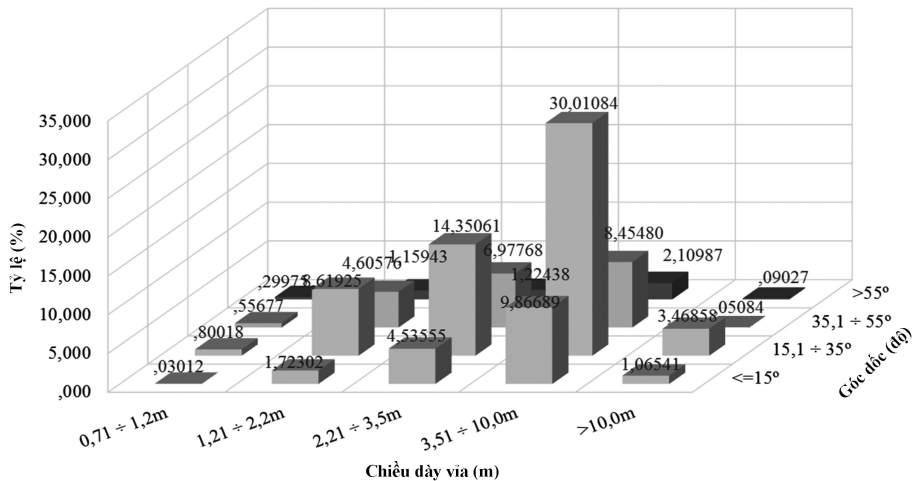
Trên bề than Quảng Ninh, các vỉa than có trữ

lượng lớn đều có thể nằm nghiêng hoặc dốc nghiêng [6]. Quy luật và tính chất biến dạng bề mặt do khai thác các vỉa nghiêng có những đặc điểm riêng khác với trường hợp khai thác các vỉa bằng và dốc thoải. Hình H.1 thể hiện mặt cắt địa chất một số vỉa than có độ dốc lớn tại mỏ Mông Dương [7].



H.1. Đặc điểm độ dốc các vỉa than của mỏ Mông Dương

Theo thống kê [1], tại 12 dự án mỏ hầm lò lớn thuộc Vinacomin (tổng trữ lượng khoảng 630 triệu tấn), biểu đồ phân bố trữ lượng theo chiều dày và góc dốc của vỉa được biểu thị trên hình H.2. Từ biểu đồ phân bố trữ lượng dễ dàng nhận thấy rằng: hầu hết các vỉa than có độ dày trung bình và lớn có trữ lượng công nghiệp đáng kể đều nằm trong nhóm vỉa nghiêng và dốc nghiêng (sau đây gọi chung là vỉa dốc). Cho đến nay, hệ thống quan trắc biến dạng ở các mỏ Việt Nam được bố trí theo dạng tuyến: theo đường phương và hướng dốc của vỉa. Chiều dài các tuyến phụ thuộc vào kích thước lò chợ dự kiến khai thác. Khoảng cách giữa các mốc nằm trong khoảng từ 10÷30 m. Chu kỳ quan trắc thường lặp lại sau 2 đến 3 tháng, số chu kỳ quan trắc được thiết kế tùy theo mục đích, thông thường lớn hơn 6 chu kỳ [8]. Với đặc điểm dữ liệu quan trắc dạng tuyến đã có, dễ dàng kiểm chứng kết quả dự báo của các hàm dự báo mặt cắt.



H.2. Biểu đồ phân bố trữ lượng các dự án mỏ hầm lò [1]

2. Phương pháp nghiên cứu

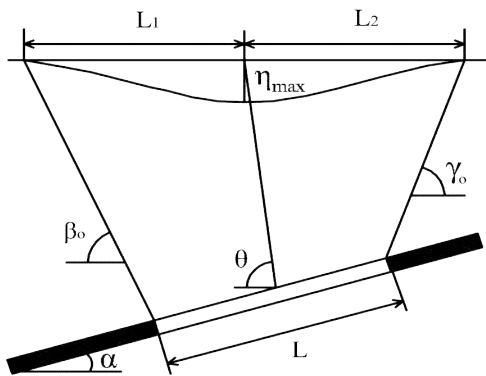
2.1. Hàm độ lún mẫu chuẩn $S(z)$

Độ lún mặt đất trên các mặt cắt cơ bản bồn dịch chuyển được xác định theo công thức tổng quát sau:

$$\eta_x = \eta_{max} \cdot S(z) \tag{1}$$

Trong đó: η_x - Độ lún của điểm trên mặt cắt có khoảng cách X tính từ tâm bồn dịch chuyển; η_{max} - Độ lún cực đại tại tâm bồn; $S(z)$ - Hàm số đường cong độ lún mẫu, xác định theo Bảng tra.

$Z=X/L_1$ hoặc $Z=X/L_2$ tương ứng đối với các điểm nằm trên mặt cắt cơ bản hướng xuôi dốc và ngược dốc của vỉa than (hình H.3).



H.3. Đường cong lún và các thông số của bồn dịch chuyển

Viện Nghiên cứu Trắc địa mỏ và Địa cơ mỏ (VNIMI), thuộc Trường Đại học Mỏ Saint Peterburg là trung tâm khoa học lớn chuyên nghiên cứu các vấn đề về dịch chuyển và biến dạng mỏ. Định hướng chủ đạo của VNIMI là xây dựng các công thức và mô hình thực nghiệm trên cơ sở các kết quả quan trắc thực địa nhiều vùng mỏ khác nhau. Hàm dự báo giá trị các đại lượng dịch chuyển biến

dạng BTY [15] của VNIMI xây dựng và phát hành đã và đang được sử dụng ở Nga và một số nước trên thế giới trong đó có Việt Nam [2], [4].

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin dựa trên các kết quả quan trắc nhiều tuyến, tổng hợp và xử lý số liệu, kết quả của nghiên cứu đã đề xuất hàm lún mẫu chuẩn tính cho Quảng Ninh [9]. Trên Bảng 1 thể hiện Bảng tra hàm độ lún mẫu chuẩn do Viện VNIMI đề xuất (khi khai thác hoàn toàn) và Viện KHCNM (Vinacomin) đề xuất tính cho vùng Quảng Ninh.

Bảng 1. Hàm độ lún mẫu chuẩn

X/L	VNIMI	KHCNM
0	1,00	1,00
0,1	0,99	0,97
0,2	0,95	0,89
0,3	0,86	0,74
0,4	0,66	0,55
0,5	0,38	0,32
0,6	0,17	0,16
0,7	0,08	0,08
0,8	0,03	0,03
0,9	0,01	0,01
1,0	0,00	0,00

2.2. Hàm mặt cắt Asadi

Hàm mặt cắt Asadi là phương pháp cho phép dự báo dịch chuyển đứng trong bồn liên tục ở trường hợp vỉa dốc. Asadi đề xuất xác định mặt cắt bồn dịch chuyển trong trường hợp khai thác vỉa dốc bằng cách kết hợp hai hàm mặt cắt dạng mũ [14]. Ưu điểm của hàm dự báo này không chỉ là được phát triển trên cơ sở lý thuyết Knothe đã và đang được ứng dụng rộng rãi mà trước hết ở tính chặt chẽ về lý thuyết và đơn giản trong tính toán. Một ưu điểm khác là yêu cầu về dữ liệu quan trắc

không cần nhiều nên đã được lựa chọn để thử nghiệm xây dựng hàm dự báo cho mô Thống Nhất như biểu thức (2) [3].

$$\eta(s) = \eta_{\max} \cdot \left[c \cdot e^{-6,46 \left(\frac{-s}{L_1} \right)^{2,75}} + d \cdot e^{-4,50 \left(\frac{s}{L_2} \right)^{1,82}} \right] \quad (2)$$

2.3. Đánh giá độ chính xác kết quả dự báo

Độ chính xác của kết quả dự báo được xác định thông qua các giá trị độ lệch (Δ_i) (sai số thực); sai số trung bình (MAE); sai số trung phương (RMSE) và tỷ số tương quan (r) giữa giá trị dịch độ lún quan trắc và dự báo như các công thức (3), (4), (5) và (6).

$$\Delta_i = \eta^p_{(si)} - \eta_{(si)} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\eta_i - \eta_i^p)^2} \quad (4)$$

$$MAE = \sum_{i=1}^n |\eta_i - \eta_i^p| / n \quad (5)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (\eta - \bar{\eta}_i)(\eta_i^p - \bar{\eta}_i^p)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\eta - \bar{\eta}_i)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (\eta_i^p - \bar{\eta}_i^p)^2}} \quad (6)$$

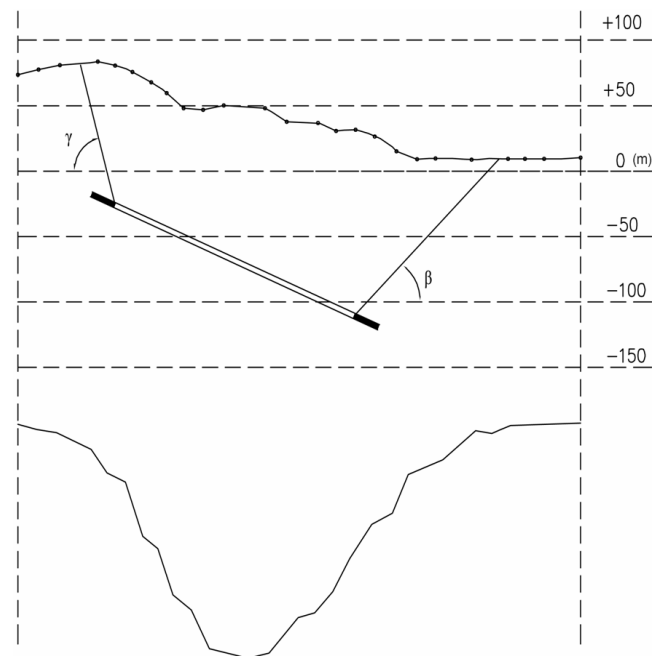
Trong đó: r - Hệ số tương quan giữa trị quan trắc và trị dự báo; η_i và η_i^p - Tương ứng là trị quan trắc và trị dự báo; $\bar{\eta}_i$ và $\bar{\eta}_i^p$ - Tương ứng là giá trị trung bình của trị quan trắc và trị dự báo.

3. Độ chính xác các hàm dự báo trong điều kiện mỏ than Mông Dương

3.1. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Mỏ Mông Dương thuộc địa phận thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh, cách trung tâm thành phố khoảng 10 km về hướng Bắc. Việc nghiên cứu sụt lún bề mặt do ảnh hưởng của khai thác hầm lò có ý nghĩa đặc biệt quan trọng khi trên bề mặt khu mỏ vẫn có một số khu dân cư sinh sống và nhiều công trình quan trọng của mỏ như: giếng chính và nhà trục giếng chính, giếng phụ và nhà trục giếng phụ, trạm quạt gió, băng tải than,... Số liệu quan trắc sử dụng cho mục đích nghiên cứu được lấy từ tuyến D nằm trên khu vực lò chợ số 2 của vỉa 9 khu Bắc Mông Dương. Đặc điểm địa chất-khai thác của khu vực nghiên cứu như sau: Chiều dày vỉa trung bình vỉa than 2,5 m, góc dốc vỉa trung bình: $\alpha=35$ độ. Lò chợ bắt đầu khai thác từ quý II năm 2013, đến quý II năm 2014 thì khai thác xong hoàn toàn. Các tuyến quan trắc được bố trí trên 2 hướng đường phương và hướng dốc, trong đó tuyến theo hướng dốc D xây dựng ban đầu gồm 34 mốc, tuy nhiên trong quá trình quan trắc nhiều mốc bị hỏng nên chỉ còn lại 25 mốc. Khoảng cách giữa các mốc từ 10÷30 m. Độ cao các mốc đầu tuyến được truyền từ mốc thủy chuẩn hạng IV nhà nước tại khu văn phòng của mỏ. Công tác quan trắc được tiến hành trong 2 năm với chu kỳ 2 tháng. Thiết bị

đo là máy thủy chuẩn Leica NAK2, công tác quan trắc đạt yêu cầu quy phạm về Trắc địa mỏ [10]. Mặt cắt tuyến quan trắc tuyến D theo hướng dốc ứng như hình H.4.



H.4. Mặt cắt tuyến quan trắc D mỏ Mông Dương

3.2. Kết quả dự báo và đánh giá độ chính xác

Sử dụng các hàm dự báo $S_{(z)}$ do Viện VNIMI và Viện KHCNM đề xuất như trong Bảng 1, và hàm Asadi (2) để dự báo dịch chuyển đứng bề mặt do khác hầm lò tại mỏ Mông Dương. Tiếp đến kết quả dự báo này được so sánh với số liệu quan trắc để đánh giá độ chính xác dự báo của các phương pháp đề xuất. Các thông số địa chất-khai thác bao gồm dịch chuyển đứng cực đại, góc dịch chuyển biên, góc lún cực đại, bán kính bồn dịch chuyển, chiều dày vỉa và độ sâu khai thác,... được thể hiện trên Bảng 2 [8].

Hàm dự báo Asadi (2) cho phép xác định được giá trị độ lún của bất kỳ điểm nào trên mặt cắt chính theo hướng dốc của vỉa. Do đó, sử dụng hàm này để dự báo độ lún của tất cả các điểm trùng với các điểm quan trắc trên tuyến D mỏ Mông Dương. Độ chính xác dự báo được đánh giá dựa trên độ lệch thực giữa giá trị độ lún dự báo và độ lún tại các điểm quan trắc. Kết quả cho thấy sai số tính từ hàm dự báo Asadi (2) và kết quả quan trắc là nhỏ. Với sai số RMSE=0,081 m, MAE=0,055 m lần lượt tương đương 9,9 % và 6,7 % dịch chuyển đứng cực đại của bồn dịch chuyển. Kết quả dự báo dịch chuyển đứng của các điểm trên tuyến D mỏ Mông Dương cũng như giá trị độ lệch Δ_i và các chỉ số RMSE, MAE, r được thể hiện trên Bảng 3.

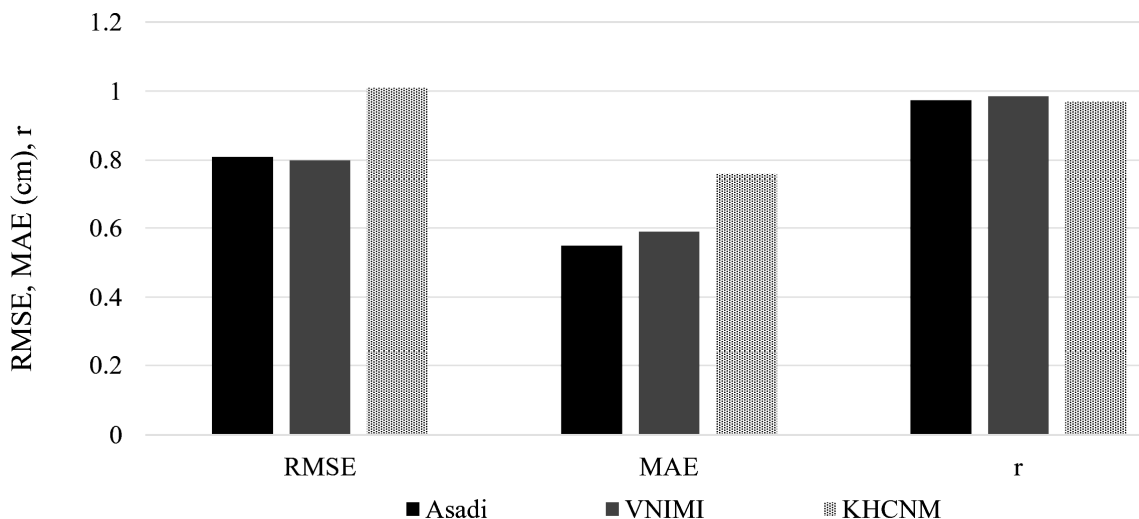
Bảng 2. Các tham số dịch động-địa chất-khai thác tuyến D mở Mông Dương.

Thông số địa chất-khai thác									
Góc dốc vỉa α , độ	Góc dịch chuyển β_0 , độ	Góc dịch chuyển γ_0 , độ	Góc lún cực đại θ , độ	Chiều dày vỉa m, m	Kích thước lò chợ L, m	Độ sâu khai thác TB H, m	Bán bồn L1, m	Bán bồn L2, m	Độ lún cực đại η_{max} , m
25	45	65	60	2,5	190	110	204	261	0,816

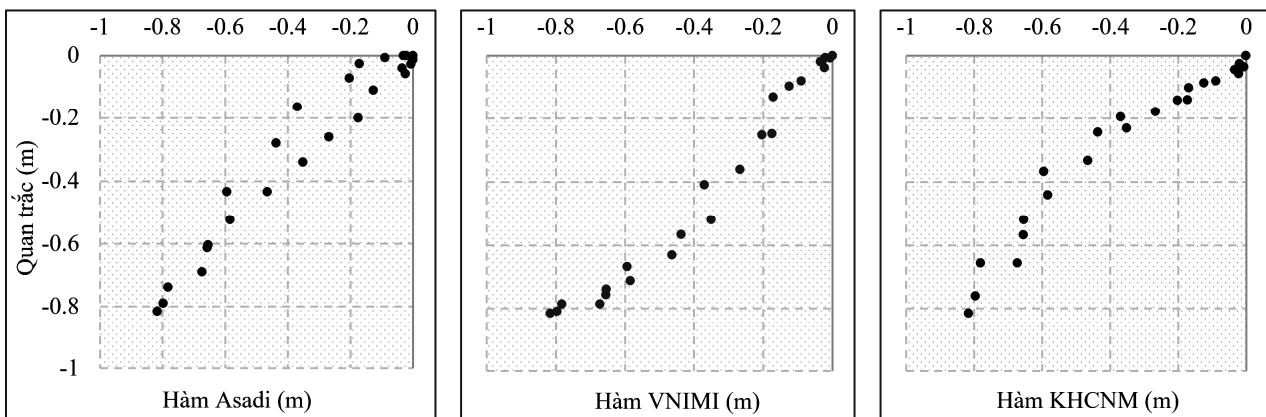
Kết quả dự báo độ lún của các điểm trên tuyến D mở Mông Dương sử dụng hàm mẫu chuẩn do VNIMI và KHCNM đề xuất cũng như giá trị độ lệch giữa trị dự báo và trị đo Δ_i và các chỉ số RMSE, MAE, r được thể hiện trên Bảng 3.

Từ các kết quả trên Bảng 3 có thể nhận thấy rằng: hàm dự báo Asadi (2) và hàm độ lún mẫu chuẩn VNIMI cho kết quả khá tương đồng. Hàm độ lún KHCNM cho kết quả thấp hơn hai hàm mặt cắt kể trên (RMSE bằng 0,101 m so với 0,081 m và 0,080 m; MAE bằng 0,076 m so với 0,055 m và 0,059 m). Tỷ số tương quan của cả

ba phương pháp đều khá tương đồng thể hiện qua các giá trị: $r_1=0,973$; $r_2=0,985$ và $r_3= 0,970$ tương ứng với hàm mặt cắt Asadi (2), hàm VNIMI và hàm KHCNM. Biểu đồ so sánh giữa các sai số RMSE, MAE và tương quan r của 3 hàm dự báo được thể hiện trên hình H.5. Biểu đồ tương quan giữa trị quan trắc và giá trị dự báo từ 3 hàm mặt cắt thể hiện trên hình H.6. Biểu đồ so sánh giữa đường cong lún quan trắc và đường cong dự báo của các hàm Asadi, VNIMI và KHCNM lần lượt được thể hiện trên các hình H.7, H.8 và H.9.



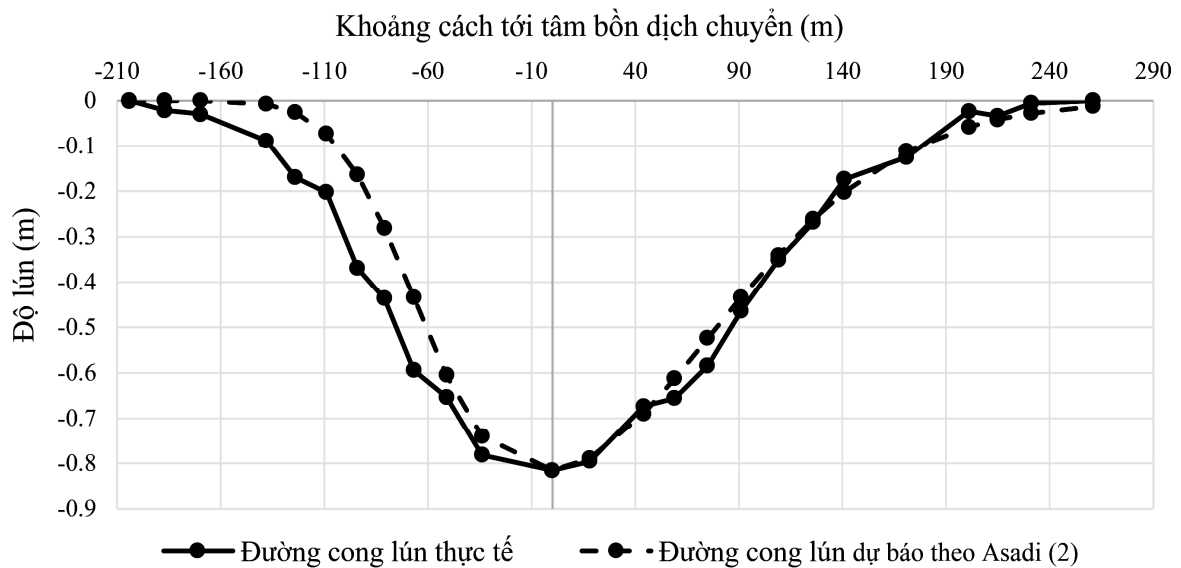
H.5. Biểu đồ so sánh sai số RMSE, MAE và tương quan r



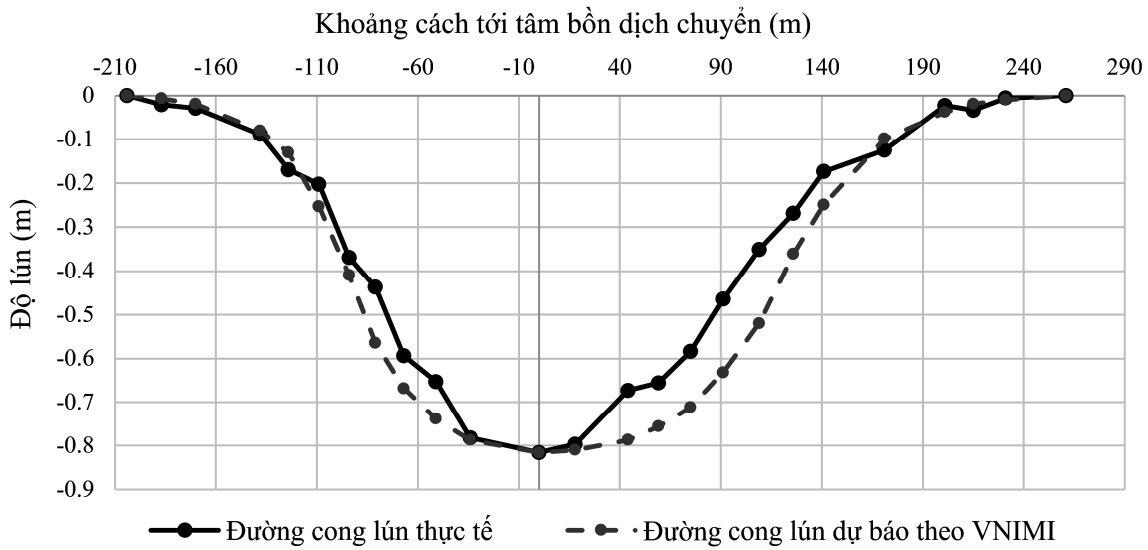
H.6. Biểu đồ tương quan giữa trị dự báo và quan trắc

Bảng 3. Kết quả dự báo và độ chính xác dự báo tuyến D mở Mông Dương

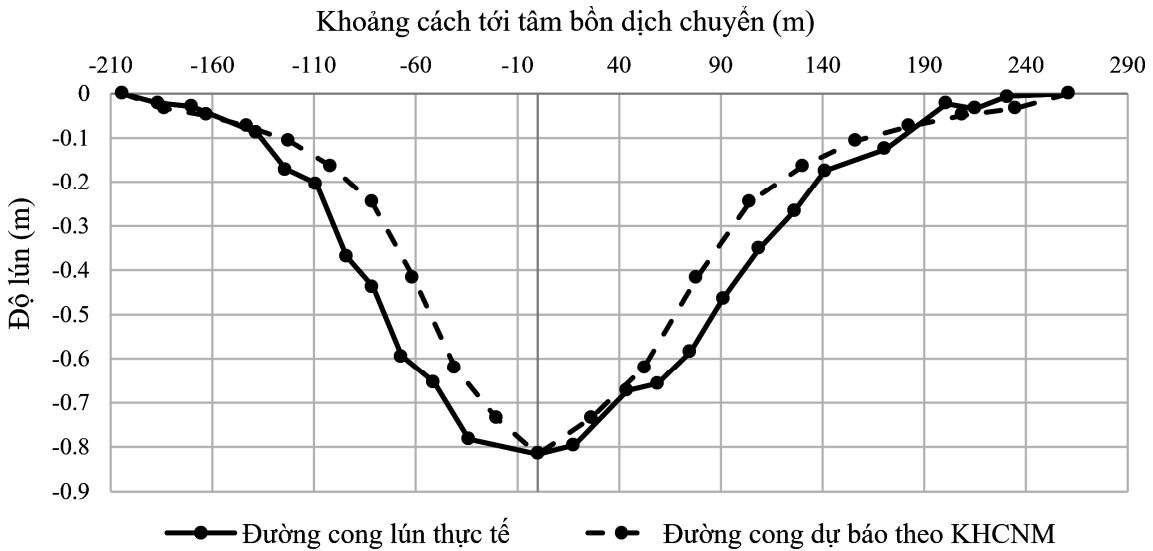
Tên điểm	Độ lún thực tế $\eta_{(s)}$, m	Asadi $\eta_{(s)}^p$, m	Độ lệch Δ_i , m	VNIMI $\eta_{(s)}^p$, m	Độ lệch Δ_i , m	KHCNM $\eta_{(s)}^p$, m	Độ lệch Δ_i , m
D1	0	-0,001	0,001	0	0,000	0	0,000
D2	-0,021	0,000	-0,021	-0,007	-0,014	-0,027	0,006
D3	-0,029	0,000	-0,029	-0,019	-0,010	-0,043	0,014
D4	-0,089	-0,008	-0,081	-0,081	-0,008	-0,080	-0,009
D5	-0,17	-0,026	-0,144	-0,131	-0,039	-0,102	-0,068
D6	-0,203	-0,073	-0,130	-0,253	0,050	-0,142	-0,061
D7	-0,369	-0,164	-0,205	-0,410	0,041	-0,195	-0,174
D8	-0,437	-0,281	-0,156	-0,565	0,128	-0,245	-0,192
D9	-0,594	-0,434	-0,160	-0,668	0,074	-0,367	-0,227
D10	-0,653	-0,605	-0,048	-0,739	0,086	-0,520	-0,133
D11	-0,782	-0,740	-0,042	-0,787	0,005	-0,658	-0,124
D12	-0,816	-0,816	0,000	-0,816	0,000	-0,816	0,000
D13	-0,796	-0,790	-0,006	-0,810	0,014	-0,761	-0,035
D14	-0,673	-0,690	0,017	-0,787	0,114	-0,657	-0,016
D15	-0,656	-0,613	-0,043	-0,756	0,100	-0,567	-0,089
D16	-0,584	-0,524	-0,060	-0,712	0,128	-0,441	-0,143
D17	-0,465	-0,435	-0,030	-0,632	0,167	-0,333	-0,132
D18	-0,351	-0,340	-0,011	-0,520	0,169	-0,231	-0,120
D19	-0,268	-0,261	-0,007	-0,361	0,093	-0,179	-0,089
D20	-0,174	-0,202	0,028	-0,249	0,075	-0,140	-0,034
D21	-0,125	-0,112	-0,013	-0,099	-0,026	-0,088	-0,037
D22	-0,023	-0,058	0,035	-0,038	0,015	-0,058	0,035
D23	-0,034	-0,042	0,008	-0,019	-0,015	-0,046	0,012
D24	-0,006	-0,028	0,022	-0,010	0,004	-0,036	0,030
D25	0	-0,013	0,013	0	0,000	0	0,000
RMSE (m)	0,081		0,080		0,101		
MAE (m)	0,055		0,059		0,076		
r	0,973		0,985		0,970		



H.7. So sánh đường cong lún thực tế và dự báo từ hàm Asadi (2)



H.8. So sánh đường cong lún thực tế và dự báo từ hàm VNIMI



H.9. So sánh đường cong lún thực tế và dự báo từ hàm KHCNM

4. Kết luận và kiến nghị

Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng: độ lệch thực giữa giá trị độ lún tính từ hàm dự báo Asadi và VNIMI với kết quả quan trắc thực tế là rất nhỏ, điều đó cho phép khẳng định tính phù hợp của các hàm này trong điều kiện của mỏ than Mông Dương.

Từ trị số các tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác, bao gồm: RMSE, MAE và tỷ số tương quan r cho phép khẳng định khả năng ứng dụng các hàm Asadi và hàm VNIMI để dự báo các đại lượng dịch chuyển cho các vỉa than có điều kiện địa chất, khai thác tương tự. Hàm dự báo Asadi cho kết quả rất tốt ở nửa mặt cắt phía xuôi dốc của bồn dịch chuyển (nửa bên phải), trong khi đó, hàm dự báo VNIMI cho kết quả tốt hơn ở phía ngược dốc (nửa bên trái).

Dịch chuyển biến dạng do ảnh hưởng của khai

thác hầm lò là một quá trình phức tạp, phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Cùng với quá trình công nghiệp và đô thị hoá, mật độ xây dựng các công trình trên bề mặt mỏ ngày càng lớn. Dự báo các đại lượng dịch chuyển biến dạng là nội dung quan trọng trong hoạt động khai thác mỏ, kiến nghị cần có những nghiên cứu tiếp theo kết hợp kết quả từ hàm Asadi và VNIMI nhằm xác định được kết quả dự báo lún tốt nhất cho cả mặt cắt của bồn dịch chuyển. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Thanh Hải, và nnk (2016), "Phát triển áp dụng cơ giới hóa đào lò và khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh giai đoạn 2013-2015, lộ trình đến năm 2020", Báo cáo tổng kết đề tài Viện KHCN Mỏ, Hà Nội.

2. Vương Trọng Kha, Nguyễn Quốc Long (2011), "Nghiên cứu lựa chọn phương pháp tối ưu dự báo các đại lượng dịch chuyển và biến dạng bề mặt do ảnh hưởng quá trình khai thác than hầm lò, mỏ than Thống Nhất", Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ-Địa chất, số 34, Hà Nội.

3. Nguyễn Quốc Long (2019), Nghiên cứu phương pháp dự báo các đại lượng dịch chuyển đất đá và biến dạng bề mặt phù hợp với điều kiện khai thác hầm lò ở Việt Nam, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội.

4. Nguyễn Quốc Long, Lê Văn Cảnh (2018), "Giải pháp xác định ranh giới vùng ảnh hưởng do khai thác hầm lò các vỉa than chưa tiến hành quan trắc", Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số 59, Hà Nội.

5. Nguyễn Tam Sơn, Phạm Văn Chung (2005), " Báo cáo kết quả quan trắc trên bề mặt địa hình vỉa I (12) mỏ than Mông Dương", Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội.

6. Bộ Công nghiệp (2006), "Quy phạm kỹ thuật khai thác hầm lò than và diệp thạch 18-TCN-5-2006".

7. Công ty CP Tư vấn Đầu tư mỏ và công nghiệp (2018), "Bản vẽ mặt cắt địa chất tuyến III, IIIA khu Đông Bắc tỷ lệ 1/2000, bản vẽ H13-2DC-01-18", Công ty CP than Mông Dương, Quảng Ninh.

8. Trung tâm hỗ trợ phát triển khoa học kỹ thuật (2017), "Tính toán xác định ranh giới dịch chuyển và biến dạng trên bề mặt do khai thác các vỉa II.11, I.12, G9, H10 khu Vũ Môn và Cánh Đông mỏ than Mông Dương", Trung tâm hỗ trợ phát triển khoa học kỹ thuật, Hà Nội.

9. Viện khoa học công nghệ mỏ (2011), "Nghiên cứu xử lý, tổng hợp các kết quả quan trắc thực địa xác định các thông số dịch chuyển và biến dạng đất đá cho một số mỏ vùng than Quảng Ninh", Báo cáo tổng kết đề tài KHCN, Bộ Công Thương, Hà Nội.

10. Viện Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam (2015), Tiêu chuẩn Việt Nam ngành Trắc Địa Mỏ, Hà Nội.

11. Asadi A., Shahriar K., Goshtasbi K., Najm K. (2005), "Development of a new mathematical model for prediction of surface subsidence due to inclined coal-seam mining", Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, 105 (1), 15-20.

12. Long N.Q, Adeel Ahhmad, Cao Xuan Cuong, Le Van Canh (2018), "Designing observation lines: A case study of the G9 seam in the Mong Duong colliery", Journal of Mining and Earth Sciences, 61 (6).

13. Long N.Q, My V.C, Luyen B.K (2016), "Divergency verification of predicted values and monitored deformation indicators in specific condition of Thong Nhat underground coal mine (Vietnam)", Geoinformatica Polonica, 2016 (2016)), 15-22.

14. My V.C, N.T Thanh, Long N.Q, Luyen B.K (2014), "Applicability of neural networks for surface subsidence prediction caused by underground mining", Advances in Mining and Tunneling the 3rd conference, Publishing house for science and technology, Hanoi.

15. ВНИМИ (1998), Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях, С-Петербург.

Ngày nhận bài: 18/09/2019

Ngày gửi phản biện: 19/12/2019

Ngày nhận phản biện: 25/05/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/06/2020

Từ khóa: *hàm mặt cắt, hàm dự báo lún, khai thác vỉa nghiêng, mỏ Mông Dương*

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*

Tóm tắt: *Bài báo trình bày kết quả khảo sát độ chính xác dự báo lún bề mặt của ba phương pháp bao gồm hàm mặt cắt Asadi, các hàm độ lún mẫu VNIMI và KHCNM trong điều kiện khai thác hầm lò vỉa dốc nghiêng tại mỏ than Mông Dương. Kết quả cho thấy rằng: hàm mặt cắt ASADI và hàm độ lún mẫu chuẩn VNIMI có độ chính xác khá tương đồng khi có sai số RMSE lần lượt là 0,081 m và 0,080 m, sai số trung bình MAE lần lượt là 0,055 m và 0,059 m. Trong khi đó, hàm KHCNM có độ chính xác thấp hơn không nhiều với các sai số RMSE và MAE lần lượt là 0,101 m và 0,076 m.*

Applicability Evaluation Of Profile-Based Functions For Surface Subsidence Prediction Caused By Underground Mining In Vietnam

SUMMARY

In this paper, an investigation on three methods of ground subsidence prediction including the Asadi profile function, VNIMI and IMSAT subsidence function was conducted in case of inclined seam mining in Mong Duong mine. The result showed that the ASADI function and VNIMI function were almost equally accurate with RMSE of 0.081 m and 0.080 m, MAE of 0.055 m and 0.059 m, respectively, while the KHCNM function was the least accurate with the RMSE and MAE of 0,101 m and 0.076 m, respectively.