

# MỘT CÁCH TIẾP CẬN TRONG VIỆC XÁC ĐỊNH CHIỀU SÂU KHAI THÁC HỢP LÝ CHO CÁC MỎ ĐÁ XÂY DỰNG NẸM DƯỚI MỨC THOÁT NƯỚC TỰ CHẢY

NGUYỄN TUẤN THÀNH - *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*  
 PHAN HỒNG VIỆT - *Sở Công Thương Bình Dương*  
 Email: nguyentuanthanh@humg.edu.vn

## 1. Mở đầu

Để thỏa mãn nhu cầu vật liệu xây dựng ngày càng tăng phục vụ cho kế hoạch phát triển hạ tầng, từng bước hiện đại hóa và công nghiệp hóa đất nước, trong thập kỷ gần đây trên địa bàn khu vực Đông

Nam Bộ-một trung tâm khai thác và chế biến vật liệu xây dựng lớn của Việt Nam, đặc biệt tập trung ở các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Bà Rịa-Vũng Tàu, đã có hàng loạt mỏ lộ thiên khai thác đá xây dựng, trong đó có nhiều mỏ khai thác dưới mức thoát nước tự chảy với quy mô sản lượng khác nhau.

Bảng 1. Biên giới chiều sâu khai thác và trữ lượng các mỏ đá thuộc khu vực Thường Tân-Tân Mỹ (xã Thường Tân và Tân Mỹ, huyện Bắc Thường Tân, Bình Dương)

No	Tên mỏ, tên doanh nghiệp	Trữ lượng, m <sup>3</sup>	Độ sâu khai thác, m	Diện tích mặt mỏ, ha
1	Mỏ Thường Tân 3 (Công ty cổ phần xây dựng Bình Dương)	12.109.892	-30 <sup>1</sup> (-47) <sup>2</sup> (-100) <sup>3</sup>	28.86 <sup>1</sup>
2	Mỏ Thường Tân 4 (Công ty cổ phần đá Hoa Tân An)	21.855.130	-50 <sup>1</sup> (-70) <sup>2</sup> (-100) <sup>3</sup>	52.16 <sup>1</sup>
3	Mỏ đá Tân Đông Hiệp (phường Tân Đông Hiệp, Dĩ An, Bình Dương)	7.891.018	-100 <sup>1</sup> (-120) <sup>2</sup> (-150) <sup>3</sup>	22.8 <sup>1</sup>
4	Mỏ Thường Tân (Công ty TNHH Liên Hiệp)	13.059.819	-50 <sup>1</sup> (-50) <sup>2</sup>	27 <sup>1</sup> (36) <sup>2</sup>
5	Mỏ Thường Tân (Công ty TNHH Hồng Đạt)	7.712.362	-50 <sup>1</sup> (-50) <sup>2</sup>	21 <sup>1</sup> (23) <sup>2</sup>
6	Mỏ Thường Tân (Công ty TNHH Phan Thanh)	11.831.333	-50 <sup>1</sup> (-47) <sup>2</sup>	17 <sup>1</sup> (27) <sup>2</sup>
7	Mỏ Thường Tân (Công ty TNHH đá xây dựng Bình Dương)	5.813.055	-30 <sup>1</sup> (-50) <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup> (10) <sup>2</sup>
8	Mỏ Thường Tân 2 (Công ty TNHH Long Sơn)	6.613.570	-30 <sup>1</sup> (-20) <sup>2</sup>	48.53 <sup>1</sup>
9	Mỏ Thường Tân 5 (Công cổ phần Hóa An)	18.166.656	-50 <sup>1</sup> (-50) <sup>2</sup>	33.5 <sup>1</sup>
10	Mỏ Tân Mỹ A (Công ty Tân Tân Mỹ)	23.274.210	-30 <sup>1</sup> (-70) <sup>2</sup>	64.6 <sup>1</sup>
11	Mỏ Tân Mỹ B (Công ty cổ phần khảo sát xây dựng Bình Dương)	9.757.504	-30 <sup>1</sup> (-70) <sup>2</sup>	34.7 <sup>1</sup>
12	Mỏ Tân Mỹ (Tổng Công ty Thanh Lễ)	8.974.409	-30 <sup>1</sup>	26.8 <sup>1</sup>

Ghi chú: 1 - Theo thiết kế ban đầu; 2 - Theo số liệu 2018; 3 - Theo quy hoạch bổ sung

Theo số liệu thống kê chưa đầy đủ tại 03 tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu, Đồng Nai và Bình Dương hiện có 67 mỏ đang hoạt động khai thác đá vật liệu xây dựng (không tính các mỏ đá vôi và granit), trong đó Bà Rịa-Vũng Tàu có 20 mỏ với trữ lượng đá 285.488.404 m<sup>3</sup>, tổng công suất khai thác 12.619.675 m<sup>3</sup>/năm; tỉnh Đồng Nai có 27 mỏ trữ lượng đá

476.855.217 m<sup>3</sup> với tổng công suất khai thác 29.388.500 m<sup>3</sup>/năm; tỉnh Bình Dương có 20 mỏ với trữ lượng đá 238.398.578 m<sup>3</sup>, tổng công suất khai thác 14.180.480 m<sup>3</sup>/năm [2], [3].

Trong phạm vi khảo sát 12 mỏ (Bảng 1) thuộc cụm mỏ Thường Tân-Tân Mỹ (tỉnh Bình Dương) có 6 mỏ có độ sâu khai thác dừng ở mức -30 m, 5 mỏ



có độ sâu khai thác dừng ở mức-50 m và 1 mỏ có độ sâu khai thác dừng ở mức-100 m. Điều đó cho thấy, tiềm năng đá xây dựng ở khu vực còn rất lớn nếu tiến hành khai thác ở mức sâu hơn [4].

Các mỏ đá này được cấp phép với các thông số như: diện tích mặt mỏ (trên bản đồ địa hình), độ sâu khai thác cuối cùng của mỏ và trữ lượng địa chất (khối lượng mỏ giới hạn bởi diện tích mặt mỏ, chiều sâu khai thác của mỏ, diện tích đáy mỏ, biên giới xung quanh-xác định bởi góc dốc bờ mỏ, trên cơ sở tính chất cơ lý đất đá của khoáng sàng).

Phân tích mối quan hệ giữa biên giới trên của mỏ và chiều sâu khai thác của các mỏ đá xây dựng trong Bảng 1, có những nhận xét sau:

➤. Việc cấp giấy phép còn nhiều tồn tại thể hiện ở chỗ trên cùng một khu vực có cùng điều kiện địa chất và điều kiện khai thác nhưng các mỏ lại được cấp với diện tích và độ sâu không phù hợp. Ví dụ như có mỏ được cấp với diện tích lớn nhưng chiều sâu khai thác lại thấp, ngược lại có mỏ được cấp với diện tích nhỏ nhưng chiều sâu khai thác cho phép lại lớn (mỏ Tân Mỹ A theo thiết kế với diện tích được cấp 64,6 ha nhưng độ sâu khai thác dừng ở mức -30 m, trong khi mỏ Thường Tân thuộc công ty TNHH Phan Thanh với diện tích được cấp là 17 ha nhưng độ sâu khai thác ở mức -50 m). Một số mỏ khác có độ sâu khai thác như nhau nhưng diện tích mặt mỏ lại khác nhau rất nhiều, gấp 3 đến 6 lần;

➤. Khảo sát thực tế cuối năm 2018 cho thấy, một số mỏ của khu vực đang khai thác ở mức sâu hơn mức thiết kế ban đầu như mỏ đá Thường Tân 4 (Công ty cổ phần đá Hoa Tân An); mỏ đá Tân Mỹ A (Công ty Tân Tân Mỹ), mỏ đá Tân Mỹ B (Công ty cổ phần khảo sát xây dựng Bình Dương), cụm mỏ đá Tân Đông Hiệp (phường Tân Đông Hiệp, Dĩ An, Bình Dương). Ngoài ra, theo quy hoạch bổ sung của UBND tỉnh Bình Dương năm 2018, một số mỏ có thể được phép tăng chiều sâu khai thác so với độ sâu khai thác 2018 như mỏ Thường Tân 3 và Thường Tân 4 đến -100 m, cụm mỏ Tân Đông Hiệp đến -150 m.

Đặc trưng của các mỏ đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy là có khoáng sàng phân bố trên diện tích rất rộng và sâu, không có đá bóc, lớp đất phủ tương đối mỏng. Kết hợp với thực tế cấp mỏ hiện nay và điều kiện địa chất mỏ, để có cơ sở đánh giá khả năng tiếp tục khai thác sau khi kết thúc mỏ (theo giấy phép khai thác mỏ, đối với các mỏ đang khai thác) hoặc chiều sâu khai thác khả thi (đối với các mỏ chưa khai thác và đang xem xét trong quá trình xác định trong giai đoạn thăm dò thiết kế mỏ hay lập quy hoạch khai thác) cho các mỏ đá vật liệu xây dựng nằm dưới mức thoát nước

tự chảy, cần có cách tiếp cận phù hợp trong việc xác định chiều sâu khai thác hợp lý của mỏ dựa trên các thông tin trên.

## 2. Lựa chọn tiêu chí đánh giá chiều sâu khai thác hợp lý cho các mỏ đá xây dựng

Thực tế nghiên cứu khoa học và thiết kế mỏ lộ thiên cho đến ngày nay cho thấy, mặc dù còn có những cách tiếp cận khác nhau nhưng nhìn chung người ta vẫn lấy hiệu quả khai thác làm tiêu chí đánh giá [1], theo các biểu thức dưới đây:

$$C_{cp} \geq C_{tt}; \tag{1}$$

$$\Delta L \geq 0; \tag{2}$$

$$\Delta L = \max \text{ và } \Delta L > 0. \tag{3}$$

Chiều sâu của mỏ được coi là hợp lý nếu tại chiều sâu đó giá thành khai thác thực tế một đơn vị khoáng sản  $C_{tt}$  cân bằng với giá thành cho phép  $C_{cp}$  (biểu thức (1)) được áp dụng khá phổ biến để quy định biên giới mỏ cho các mỏ than và quặng. Hạn chế của tiêu chí này là không tính đến hết các yếu tố ảnh hưởng.

Khai thác không lợi nhuận hay hòa vốn (biểu thức (2)) không phù hợp với nền kinh tế thị trường hiện nay, nó chỉ được áp dụng trong trường hợp đặc biệt nhằm tận thu một loại khoáng sản cần thiết nào đó hoặc được bù đắp từ lợi nhuận cao sau chế biến của loại khoáng sản đó.

Chiều sâu hợp lý của mỏ được xác định trên cơ sở lợi nhuận thu được tối đa là phù hợp với nền kinh tế đa thành phần và nền kinh tế thị trường (biểu thức (3)). Kết quả tính toán có mức độ tin cậy cao do các yếu tố ảnh hưởng được xem xét khá đầy đủ.

Với điều kiện khai thác không có đá bóc và chỉ xử lý lớp đất phủ không dày lắm, giá trị của khoáng sản lại không cao, chiều sâu khai thác hợp lý của mỏ lộ thiên khai thác đá xây dựng nói chung có thể được xác định trên cơ sở tổng lợi nhuận thu được khi khai thác đến chiều sâu đó là lớn nhất:

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = V_{xd}(G_{xd} - C_{xd}) + V_p(G_p - C_p) \Rightarrow \max \text{ và } \Delta L > 0 \tag{4}$$

Trong đó:  $\Delta L_1 = X_{xd}(G_{xd} - C_{xd})$  - Lãi thu được khi khai thác đá xây dựng trong biên giới mỏ tương ứng với chiều sâu mỏ nghiên cứu, đồng;  $G_{xd}$  - Giá trị  $1 \text{ m}^3$  đá xây dựng,  $\text{đ/m}^3$ ;  $C_{xd}$  - Chi phí để khai thác và chế biến  $1 \text{ m}^3$  đá xây dựng,  $\text{đ/m}^3$ ;  $\Delta L_2 = V_p(G_p - C_p)$  - Hiệu quả kinh tế thu được (có thể dương hoặc âm) khi khai thác và sử dụng đất phủ, đồng;  $V_p$  - Khối lượng đất phủ phải bóc,  $\text{m}^3$ ;  $G_p$  - Giá trị  $1 \text{ m}^3$  đất phủ,  $\text{đ/m}^3$ ;  $C_p$  - Chi phí để bóc  $1 \text{ m}^3$  đất phủ,  $\text{đ/m}^3$ .

## 3. Xác định chiều sâu khai thác hợp lý cho các mỏ đá xây dựng đang khai thác dưới mức thoát nước tự chảy

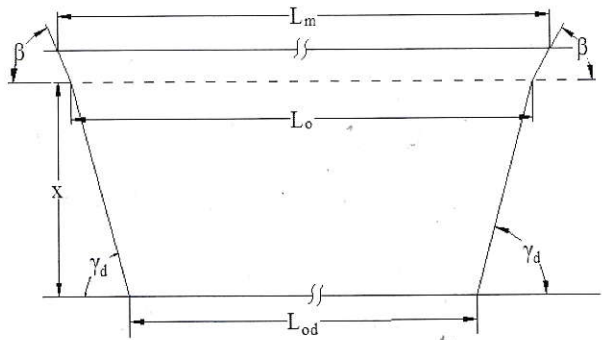
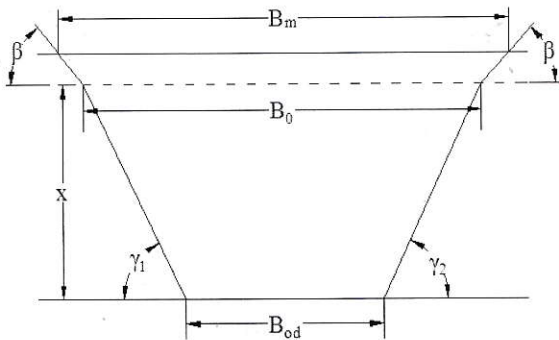


Để xác định chiều sâu khai thác hợp lý của mỏ đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy cần phải tiến hành tính toán hàng loạt thông số [5]. Các thông số này phụ thuộc vào chiều sâu khai thác như khối lượng đá xây dựng, giá thành trung bình khai thác 1 m<sup>3</sup> đá xây dựng và cũng là cơ sở để thực hiện hàm mục tiêu (biểu thức (4)) đã đặt ra.

**3.1. Xác định khối lượng đá xây dựng**

Giả sử mặt mỏ đá xây dựng có chiều rộng B<sub>m</sub>, chiều dài L<sub>m</sub>, chiều dày lớp đất phủ h<sub>0</sub>, chiều sâu mỏ tiến hành khai thác x (hình H.1) thì khối lượng đá xây dựng trong biên giới mỏ được xác định theo biểu thức:

$$V_{xd} = \frac{[S_o + S_{od} + \sqrt{S_o \cdot S_{od}}]}{3} \cdot x, m^3 \tag{5}$$



H.1. Sơ đồ xác định khối lượng đá xây dựng khi khai thác đến chiều sâu (x) khi mỏ có dạng hình chữ nhật trên bình đồ

Từ các biểu (6) và (7) cho thấy, với cùng một giá trị diện tích mặt mỏ S<sub>m</sub> nhưng nếu chu vi mặt mỏ P<sub>m</sub> giảm xuống thì diện tích S<sub>o</sub> và S<sub>od</sub> tăng lên dẫn đến sự gia tăng khối lượng đá xây dựng trong biên giới mỏ khi mỏ khai thác đến độ sâu x bất kỳ.

**3.2. Xác định chi phí khai thác và chế biến đá xây dựng**

Chi phí để khai thác và chế biến 1 m<sup>3</sup> đá xây dựng (tính theo nguyên khối) bao gồm chi phí khoan nổ mìn (C<sub>kn</sub>), xúc bốc (C<sub>xb</sub>), vận tải (C<sub>vt</sub>), nghiền sàng (C<sub>ns</sub>), thoát nước (C<sub>tn</sub>), đền bù đất đai (C<sub>d</sub>), bảo vệ môi trường (C<sub>mt</sub>), tiền đầu giá để được quyền khai thác (C<sub>g</sub>), các loại thuế và phí (C<sub>tp</sub>), chi phí quản lý (C<sub>ql</sub>) và các chi phí khác (C<sub>k</sub>).

$$C_{xd} = (C_{kn} + C_{xb} + C_{vt} + C_{ns} + C_{tn} + C_d + C_{mt} + C_g + C_{tp} + C_{ql} + C_k), đ/m^3 \tag{8}$$

Giá thành các khâu khoan nổ, xúc bốc, nghiền sàng trong xác định chiều sâu khai thác hợp lý của mỏ có thể lấy theo số liệu thực tế của khu mỏ có chọn lọc ở mức độ kỹ thuật khai thác tiến trung bình và được coi là không đổi theo chiều sâu khai thác. Ngoài ra các chi phí sau đây cũng có thể coi là không thay đổi như chi phí bảo vệ môi trường,

Trong đó: S<sub>o</sub>=(B<sub>o</sub>L<sub>o</sub>) - Diện tích mặt mỏ tính theo đá xây dựng, m<sup>2</sup>; L<sub>o</sub> và B<sub>o</sub> - Chiều dài và chiều rộng mặt mỏ tính theo đá xây dựng, m; S<sub>od</sub>=(B<sub>od</sub>L<sub>od</sub>) - Diện tích đáy mỏ khi khai thác đến chiều sâu x, m<sup>2</sup>; B<sub>o</sub>=(B<sub>m</sub>-2h<sub>0</sub>ctgβ); L<sub>o</sub>=(L<sub>m</sub>-2h<sub>0</sub>ctgβ); B<sub>od</sub>=[B<sub>o</sub>-(ctgγ<sub>1</sub>+ctgγ<sub>2</sub>).x]; L<sub>od</sub>=(L<sub>o</sub>-2.ctgγ<sub>d</sub>.x).

Thay các giá trị, ta có:

$$S_o = S_m - 0,5K_3P_m h_0 + K_3^2 h_0^2, m^2 \tag{6}$$

$$S_{od} = \{S_o - x[K_2B_m + K_1L_m - h_0(K_2K_3 + K_1K_3)] + K_0x^2\}, m^2 \tag{7}$$

Trong đó: S<sub>m</sub> - Diện tích mặt mỏ, m<sup>2</sup>; P<sub>m</sub> - Chu vi mặt mỏ, m; K<sub>1</sub>=(ctgγ<sub>1</sub>+ctgγ<sub>2</sub>); K<sub>2</sub>=2ctgγ<sub>d</sub>; K<sub>3</sub>=2ctgβ; K<sub>0</sub>=K<sub>1</sub>K<sub>2</sub>; γ<sub>1</sub>, γ<sub>2</sub> - Góc dốc bờ mỏ về hai phía, độ; γ<sub>d</sub> - Góc dốc bờ đầu mỏ, độ; β - Góc ổn định lớp đất phủ, độ.

tiền đầu giá để được quyền khai thác, các loại thuế và phí, chi phí quản lý và chi phí khác.

Nếu gọi C<sub>kđ</sub> là tổng các chi phí tính cho 1 m<sup>3</sup> đá xây dựng không phụ thuộc vào chiều sâu khai thác mỏ thì:

$$C_{kđ} = (C_{kn} + C_{xb} + C_{ns} + C_{mt} + C_g + C_{tp} + C_{ql} + C_k), đ/m^3 \tag{9}$$

Các chi phí khác phụ thuộc vào chiều sâu khai thác ký hiệu là C<sub>td</sub> và bao gồm:

**a. Chi phí vận tải**

Chi phí vận tải 1 m<sup>3</sup> đá xây dựng phụ thuộc vào khoảng cách vận tải L<sub>vt</sub> (m) bao gồm khoảng cách vận tải trong mỏ, trên bờ mỏ và từ miệng mỏ đến trạm nghiền sàng; và cước vận tải S<sub>c</sub> (đ/m<sup>3</sup>.km). Nó được xác định theo biểu thức:

$$C_{vt} = \frac{L_{vt} \cdot S_c}{1000} = \{0,5[B_m + L_m + h_0(\frac{K_d}{i} - K_3) + x \cdot (\frac{K_d}{i} - K_4) + L]\} \cdot \frac{S_c}{1000}, đ/m^3 \tag{10}$$

Trong đó: i - Độ dốc của tuyến đường hào; K<sub>d</sub> - Hệ số thể hiện đặc tính kéo dài tuyến đường hào; K<sub>4</sub>=0,5 (ctgγ<sub>1</sub>+ctgγ<sub>2</sub>)+ctgγ<sub>d</sub>.



Từ (10) cho thấy: đối với diện tích mặt mỏ  $S_m$  cho trước ( $S_m=B_m.L_m$ ) nếu kết cấu chu vi mỏ làm sao để tổng  $B_m+L_m$  là nhỏ nhất, sẽ giảm đáng kể khoảng cách vận tải trong mỏ và do đó giảm được chi phí vận tải.

**b. Chi phí thoát nước**

Chi phí thoát nước phụ thuộc vào lượng nước mua và lượng nước ngầm chảy vào mỏ cũng như công để bơm chúng ra khỏi mỏ.

Chi phí để bơm nước mưa ra khỏi mỏ được xác định theo biểu thức:

$$C_{tnm} = \left[ \frac{S_m F}{A_d} \cdot \frac{(x+h_0)}{2} \right] \cdot C_{bn}, \text{ đ/m}^3. \quad (11)$$

Chi phí bơm nước ngầm bằng:

$$C_{inn} = \left[ \frac{365 \cdot q_0}{A_d} \cdot \frac{x+h_0}{2} \right] \cdot C_{bn}, \text{ đ/m}^3. \quad (12)$$

Từ đó chi phí thoát nước bằng:

$$C_{tn} = C_{tnm} + C_{inn} = \frac{(x+h_0)}{2 \cdot A_d} [S_m \cdot F + 365 \cdot q_0] C_{bn}, \text{ đ/m}^3. \quad (13)$$

Trong đó:  $S_m$  - Diện tích mặt mỏ;  $F$  - Vũ lượng mưa trung bình năm của khu vực,  $m$ ;  $A_d$  - Sản lượng khai thác đá,  $m^3$ /năm;  $C_{bn}$  - Chi phí để bơm 1  $m^3$  nước lên cao 1m,  $đ/m^3$ ;  $q_0$  - Lượng nước ngầm chảy vào mỏ,  $m^3$ /ngày.đêm.

$$q_0 = \left\{ \frac{1,36 \cdot K \cdot S^2}{\log[(R+r_0)/r_0]} \right\}, m^3/\text{ngày.đêm}. \quad (14)$$

Trong đó:  $K$  - Hệ số thấm thấu,  $m$ /ngày.đêm;  $S$  - Trị số hạ thấp mực nước,  $m$ ;  $R$  - Bán kính hạ thấp mực nước,  $m$ ;  $R=2S \cdot (K \cdot S)^{1/2}$ ,  $m$ ;  $r_0$  - Bán kính quy đổi của mỏ lộ thiên,  $m$ .

Đối với mặt mỏ có dạng hình chữ nhật:

$$r_0 = \left[ \frac{\eta \cdot (L_m + B_m)}{4} \right], m. \quad (15)$$

Tại đây:  $\eta$  - Hệ số quy đổi phụ thuộc vào tỷ số  $B_m/L_m$ .

Từ (14) và (15) cho thấy, đối với diện tích mặt mỏ cho trước, nên kết cấu chu vi mỏ làm sao để tổng  $(B_m+L_m)$  càng nhỏ thì lượng nước ngầm chảy vào mỏ càng giảm.

**c. Chi phí đền bù đất đai**

Chi phí đền bù đất đai để tổ chức một khai trường phụ thuộc vào diện tích mặt mỏ có tính đến phần diện tích không thể sử dụng do sụt lở bờ mỏ và giá đền bù (thuê) 1  $m^2$  đất  $S_d$  ( $đ/m^2$ .năm).

$$C_{dm} = \left[ \frac{S_m + 0,35P_m(h_0+x) + 0,5(h_0+x)^2}{A_d} \right] S_d, \text{ đ/m}^3. \quad (16)$$

Như vậy, tổng chi phí để khai thác và chế biến 1  $m^3$  đá xây dựng là:

$$C_{xd} = C_{kd} + C_{td} = C_{kd} + \left\{ 0,5[(B_m+L_m)+h_0 \left( \frac{K_d}{i} - K_3 \right) + x \cdot \left( \frac{K_d}{i} - K_4 \right)] + L \right\} \cdot \frac{S_c}{1000} + \frac{(x+h_0)}{2 \cdot A_d} \cdot [S_m \cdot F + 365 \cdot q_0] \cdot C_{bn} + \left[ \frac{S_m + 0,35P_m(h_0+x) + 0,5(h_0+x)^2}{A_d} \right] S_d, \text{ đ/m}^3. \quad (17)$$

**3.3. Xác định giá trị khoáng sản đá xây dựng**

Giá trị 1  $m^3$  đá xây dựng (đá nguyên khối) được xác định trên cơ sở tỷ lệ các loại đá thành phẩm thu được sau quá trình đập-sàng và giá bán của chúng:

$$G_{xd} = (G_1 \cdot \gamma_1 + G_2 \cdot \gamma_2 + \dots + G_n \cdot \gamma_n), \text{ đ/m}^3. \quad (18)$$

Trong đó:  $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$  - Tỷ lệ các loại đá thành phẩm thu được khi nghiền-sàng 1  $m^3$  đá nguyên khối,  $đ$ ;  $G_1, G_2, G_n$  - Giá bán các loại đá thành phẩm tương ứng,  $đ/m^3$ .

**3.4. Xác định khối lượng và chi phí bóc đất phủ**

Khối lượng đất phủ có thể được tính toán theo biểu thức:

$$V_p = B_m L_m h_0 \cdot 0,5 K_3 (B_m + L_m) h_0^2 + 0,5 K_3^2 h_0^3, m^3. \quad (19)$$

Còn chi phí bóc 1  $m^3$  đất phủ bao gồm chi phí xúc bóc ( $C_{xbp}$ ), chi phí vận tải đất phủ từ mỏ ra bãi thải ( $C_{vtp}$ ), chi phí thải đá ( $C_{tp}$ ).

$$C_p = C_{xbp} + \frac{L \cdot S_c}{1000} + C_{tp}, \text{ đ/m}^3 \quad (20)$$

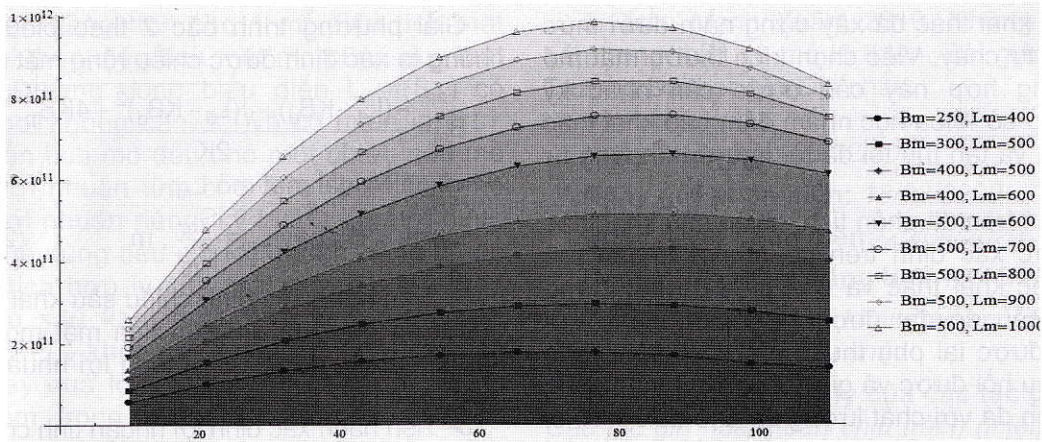
Trong đó:  $L$  - Khoảng cách vận tải đất phủ,  $m$ .

Giá bán đất phủ  $G_p$  phụ thuộc vào chất lượng của đất và nhu cầu sử dụng của địa phương. Thay các thông số  $V_{xd}, C_{xd}, G_{xd} \dots$  vào biểu thức (4) xác định được tổng lợi nhuận thu được từ việc khai thác và chế biến đá xây dựng phụ thuộc vào chiều sâu khai thác  $x$ . Chiều sâu khai thác hợp lý sẽ tương ứng với tổng lợi nhuận thu được là lớn nhất.

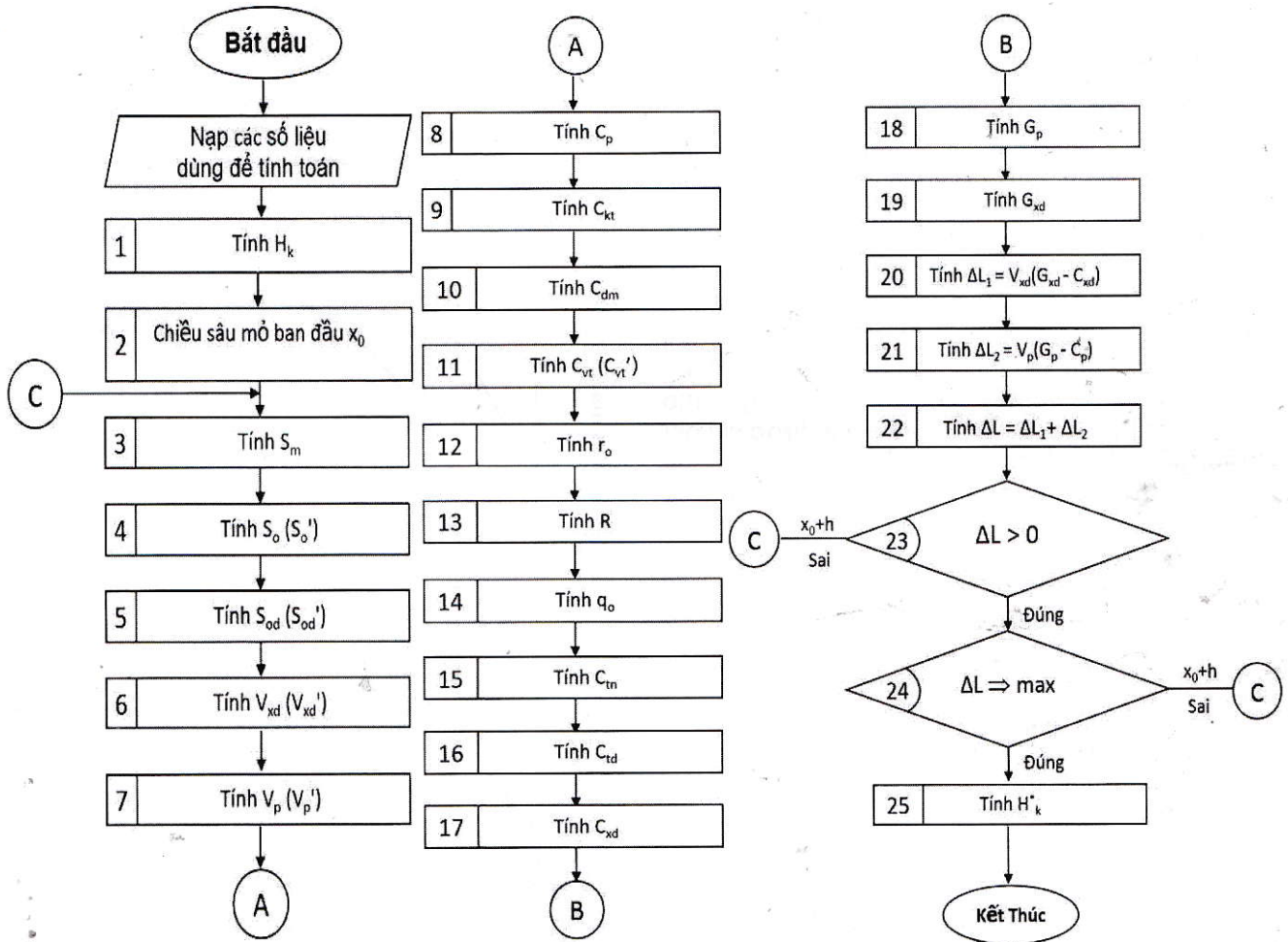
Khi ứng dụng công nghệ tin học có thể sử dụng giao diện phần mềm (hình H.3, H.4) và sơ đồ khối (hình H.5) để giải bài toán trên.

H.3. Giao diện phần mềm chương trình





H.4. Giao diện tính toán xác định chiều sâu khai thác hợp lý của mỏ lộ thiên khai thác đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy



H.5. Sơ đồ khối xác định chiều sâu khai thác hợp lý của mỏ đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy

**4. Xác định chiều sâu khai thác hợp lý cho mỏ đá xây dựng (nằm dưới mức thoát nước tự chảy) chưa khai thác**

Xác định chiều sâu khai thác hợp lý cho mỏ đá xây dựng (nằm dưới mức thoát nước tự chảy) chưa

khai thác là một nội dung quan trọng của bản thiết kế khai thác mỏ lộ thiên.

Cho dù chủ đầu tư xin giấy phép cấp mỏ hoặc cơ quan có thẩm quyền phân lô tổ chức đấu giá để được quyền khai thác, kích thước mặt mỏ vẫn là thông số chủ đạo trong việc khoanh định biên giới



mỏ lộ thiên khai thác đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy. Việc chọn kích thước mặt mỏ trong trường hợp này cần được cân nhắc kỹ lưỡng, có sở khoa học nhằm đảm bảo khai thác có hiệu quả và tận thu tối đa tài nguyên khoáng từ lòng đất.

Như phần trên đã phân tích, chiều sâu khai thác hợp lý được xác định trên cơ sở lợi nhuận thu được từ việc khai thác và chế biến đá xây dựng đến chiều sâu đó đạt được trị số lớn nhất. Lợi nhuận thu được lại phụ thuộc vào khối lượng đá xây dựng thu hồi được và giá thành khai thác cũng như chế biến đá với chất lượng đá cho trước. Khối lượng đá khai thác được và chi phí khai thác lại phụ thuộc vào kích thước mặt mỏ và chiều sâu khai thác. Bởi vậy, việc xác định chiều sâu khai thác hợp lý trong trường hợp này cần phải được kết hợp với việc xác định diện tích mặt mỏ hợp lý.

Các bước tiến hành xác định chiều sâu khai thác hợp lý cho mỏ đá xây dựng chưa khai thác bao gồm:

➤ Chọn một số phương án diện tích mặt mỏ  $S_{mi}$  ( $S_{m1}, S_{m2}, \dots, S_{mi}$ ),  $m^2$ ;

➤ Đối với mỗi phương án diện tích mặt mỏ tiến hành xác định chiều rộng mặt mỏ  $B_m$  và chiều dài mặt mỏ  $L_m$  để làm sao tổng của chúng (suy rộng ra là một nửa chu vi mỏ) có một giá trị nào đó, khi khoanh định biên giới mỏ với giá trị đó sẽ tăng được khối lượng đá xây dựng trong biên giới mỏ (theo các biểu thức (6) và (7)) và giảm được chi phí vận tải (biểu thức (10)) cũng như giảm được chi phí bơm nước ngầm ra khỏi mỏ (biểu thức (14) và (15)), tức là tăng mức lợi nhuận khi khai thác đến độ sâu khai thác  $x$  nào đó.

Việc điều chỉnh trị số  $(B_m+L_m)$  có thể thực hiện thông qua tỷ số giữa chiều dài mặt mỏ và chiều rộng mặt mỏ  $K_m$  ( $K_m=L_m/B_m$ ). Tỷ số  $K_m$  càng lớn dẫn tới trị số  $(B_m+L_m)$  càng lớn do đó giảm hiệu quả khai thác mỏ.

Trị số cho phép lớn nhất giữa chiều dài mặt mỏ và chiều rộng mặt mỏ có thể xác định theo biểu thức sau đây:

$$K_{mo} = \frac{L_d + (B_m - B_d)K}{B_m} \quad (21)$$

Trong đó:  $K=(K_2/K_1)$ ;  $L_d, B_d$  - Chiều dài và chiều rộng đáy mỏ cho phép nhỏ nhất tính theo điều kiện kỹ thuật, m;  $B_m$  - Chiều rộng mặt mỏ cần tính toán, m.

Khi biết diện tích mặt mỏ  $S_m$  việc xác định trị số  $B_m$  và  $L_m$  thông qua biểu thức:

$$S_m = B_m \cdot L_m = B_m \cdot K_{mo} \cdot B_m = K_{mo} \cdot B_m^2 \quad (22)$$

Thay trị số  $K_{mo}$  (ở biểu thức (21)) vào biểu thức (22), qua một vài phép biến đổi ta có:

$$KB_m^2 + B_m(L_d - KB_d) - S_m = 0 \quad (23)$$

Giải phương trình bậc 2 theo biểu thức (23), chúng ta xác định được chiều rộng mặt mỏ:

$$B_m = \frac{-(L_d - KB_d) + \sqrt{(L_d - KB_d)^2 + 4KS_m}}{2K}, m \quad (24)$$

và chiều dài mặt mỏ  $L_m$ :

$$L_m = K_{mo} \cdot B_m \text{ hay } L_m = \frac{S_m}{B_m}, m \quad (25)$$

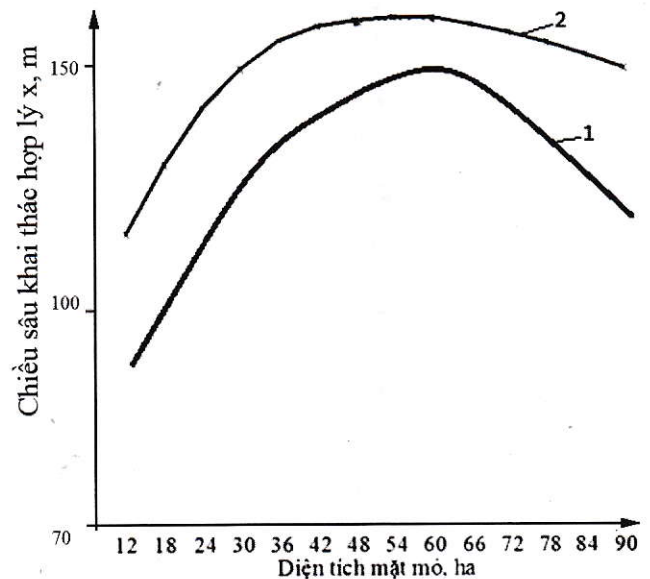
➤ Tiến hành xác định chiều sâu khai thác hợp lý cho từng phương án diện tích mặt mỏ  $S_{mi}$  (chiều sâu khai thác hợp lý  $x$  và tổng lợi nhuận  $\Delta L$ ) bằng biểu thức (22);

➤ Tiến hành xác định lợi nhuận tính cho  $1 m^2$  diện tích mặt mỏ cho từng phương án diện tích mặt mỏ:

$$L_R = \frac{\Delta L}{S_m}, đ/m^2. \quad (26)$$

➤ Chiều sâu khai thác và diện tích mặt mỏ được coi là hợp lý khi  $L_R = \max$ .

Giữa chiều sâu khai thác hợp lý của mỏ và lợi nhuận tính cho  $1 m^2$  diện tích mặt mỏ có quan hệ phi tuyến với diện tích mặt mỏ như hình H.4.



H.6. Sự phụ thuộc của chiều sâu hợp lý của mỏ và lợi nhuận riêng  $L_R$  vào diện tích mặt mỏ: 1 - Đường cong biểu diễn sự phụ thuộc của chiều sâu khai thác hợp lý và diện tích mặt mỏ; 2 - Đường cong biểu diễn sự phụ thuộc của lợi nhuận riêng vào diện tích mặt mỏ

Từ kết quả nghiên cứu trên hình H.6 cho thấy: chiều sâu khai thác hợp lý của mỏ tăng dần theo diện tích mặt mỏ và sau khi đạt được trị số lớn nhất thì bắt đầu giảm dần khi tăng diện tích tiếp theo. Chiều sâu khai thác hợp lý của mỏ giảm khi tăng diện tích mỏ tiếp theo là do chi phí vận tải và chi phí thoát nước tăng.



Lợi nhuận riêng tính cho 1 m<sup>2</sup> diện tích mặt mỏ thay đổi theo diện tích mặt mỏ cũng quy luật tương tự. Đường cong biểu diễn  $L_R=f(S_m)$  có dạng parabol không cân đối và có miền cực trị. Mỗi một diện tích mỏ đều cho một chiều sâu mỏ hợp lý và lợi nhuận tính cho 1 m<sup>2</sup> diện tích mỏ (gọi tắt là lợi nhuận riêng, ký hiệu  $L_R$ ) nhất định. Vì vậy có thể dùng tiêu chí lợi nhuận riêng  $L_R$  để chọn diện tích hợp lý của mặt mỏ và kèm theo đó là chiều sâu khai thác hợp lý tương ứng. Theo tiêu chí  $L_R$  không nên cấp mỏ với diện tích quá nhỏ hay quá lớn. Diện tích cấp mỏ hợp lý nhất là nằm trong miền cực trị của biểu đồ  $L_R=f(S_m)$ .

**5. Kết luận**

Từ những kết quả nghiên cứu trên đây, chúng tôi rút ra một số kết luận:

➢ Bài báo đề xuất một cách tiếp cận trong việc xác định chiều sâu khai thác hợp lý cho các mỏ đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy dựa trên tiêu chí lợi nhuận thu được là tối đa cho hai trường hợp:

✦ Chiều sâu khai thác hợp lý cho các mỏ đang khai thác;

✦ Chiều sâu khai thác và kích thước mặt mỏ hợp lý cho các mỏ chưa khai thác (xác định trong giai đoạn thăm dò thiết kế mỏ hay lập quy hoạch);

➢ Các kết quả nghiên cứu có thể là tài liệu tham khảo bổ ích cho các cơ quan thiết kế, quản lý trong việc lập quy hoạch khai thác, cấp giấy phép khai thác có cơ sở khoa học, góp phần nâng cao hiệu quả khai thác, tận dụng tốt tài nguyên khoáng sản từ lòng đất, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Bùi Xuân Nam (chủ biên) và nnk, 2015. Nâng cao hiệu quả khai thác các mỏ đá xây dựng khu vực Nam Bộ. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội

2. Quy hoạch (điều chỉnh, bổ sung) thăm dò, khai thác và sử dụng khoáng sản làm vật liệu xây dựng thông thường tỉnh Bình Dương giai đoạn 2016-2020, tầm nhìn đến năm 2030. UBND tỉnh Bình Dương, 2018.

3. Quy hoạch (điều chỉnh, bổ sung) thăm dò, khai thác và sử dụng khoáng sản làm vật liệu xây dựng thông thường tỉnh Đồng Nai giai đoạn 2016-2020, tầm nhìn đến năm 2030. UBND tỉnh Đồng Nai, 2016.

4. Phan Hồng Việt, 2010. Khai thác đá xây dựng ở tỉnh Bình Dương 1997-2010 và định hướng phát triển trong thời gian tới. Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 2/2010, Tr. 30-31.

5. Trần Mạnh Xuân, 2010. Những vấn đề cơ bản trong thiết kế mỏ lộ thiên. Bài giảng cao học, Trường Đại học Mỏ-Địa chất.

**Ngày nhận bài:** 25/02/2020

**Ngày gửi phản biện:** 18/03/2020

**Ngày nhận phản biện:** 25/09/2020

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/10/2020

**Từ khóa:** chiều sâu khai thác, mỏ đá xây dựng, dưới mức thoát nước tự chảy

**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 đề xuất một cách tiếp cận trong việc xác định chiều sâu khai thác hợp lý cho các mỏ đá xây dựng (đang khai thác và sẽ khai thác) nằm dưới mức thoát nước tự chảy, nhằm nâng cao hiệu quả khai thác mỏ, tận dụng tốt đa tài nguyên khoáng sản, góp phần bảo vệ môi trường và phát triển bền vững ngành khai thác và chế biến đá xây dựng của đất nước.

**An approach in determining the appropriate exploitation depth for quarries mines below the gravity discharge level**

**SUMMARY**

The paper proposes an approach in determining the suitable mining depth for quarries located under the sea level drainage in order to increase mining effect, use maximal reserves of natural resources, protect environment and develop sustainably the mining and processing industry of building materials in Vietnam.



1. Tình yêu ngọt ngào cần tới sự chân thành, tin cậy, không giấu giếm, không ích kỷ. Carl Gustav Jung.

2. Một cuộc đời đáng sống là một quá trình, không phải một trạng thái; nó là phương hướng, chứ không phải là chung điểm. Carl Ransom Rogers.

VTH sưu tầm