



## CÁC GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ KHAI THÁC NÂNG CAO HIỆU QUẢ SẢN XUẤT CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN SÂU VIỆT NAM

**TS. Đoàn Văn Thanh, ThS. Lê Bá Phước**  
**TS. Đỗ Ngọc Tước, ThS. Đàm Công Khoa**  
**KS. Đỗ Văn Triều, KS. Hoàng Mạnh Thắng**  
*Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin*

*Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn*

### Tóm tắt:

Các mỏ than lộ thiên Việt Nam ngày càng khai thác xuống sâu với khối lượng đất bóc hàng năm rất lớn, dẫn tới phát sinh hàng loạt các vấn đề khó khăn như: Chiều cao bờ mỏ lớn, kích thước khai trường chật hẹp, cung độ vận tải xa, cường độ khai thác trên tầng lớn... Từ tính chất khai thác, giải pháp kỹ thuật trong tối ưu hóa sản xuất và đảm bảo an toàn tại các tầng sâu, nhóm nghiên cứu đề xuất một số giải pháp công nghệ phù hợp cho các mỏ than lộ thiên sâu theo 4 hướng chính: Giải pháp khoan nổ mìn (KNM); Giải pháp xúc bốc – vận tải; Giải pháp nâng cao ổn định bờ mỏ và đào sâu; Giải pháp tổ chức điều hành sản xuất.

### 1. Đặt vấn đề

Hiện nay, sản lượng than lộ thiên có tỷ trọng lớn từ 14,8 ÷ 16,86 triệu tấn/năm, chiếm 38 ÷ 40% tổng sản lượng toàn ngành (từ 41,2 ÷ 44 triệu tấn/năm). Khối lượng đất bóc thay đổi từ 171 ÷ 189 triệu m<sup>3</sup>/năm. Khi các mỏ xuống sâu, khối lượng than tập trung ở các tầng dưới mức thoát nước tự chảy, đất đá bóc chủ yếu ở các tầng cao. Công tác khai thác, đảm bảo an toàn sản xuất càng trở nên khó khăn do tác động của yếu tố địa chất công trình (ĐCCT), địa chất thủy văn (ĐCTV) thay đổi bất lợi.

Trong những năm tới, sản lượng than mỗi mỏ sẽ đạt từ 1,5 ÷ 4,0 tr.tấn than/năm, đất bóc từ 10 ÷ 50 tr.m<sup>3</sup>/năm, cung độ vận tải đất đá ra bãi thải ngoài từ 5 ÷ 10 km, chiều cao nâng tải từ 150 ÷ 450 m. Do đó, để đạt được mục tiêu kép là đảm bảo sản lượng theo kế hoạch đã đề ra và an toàn, tối ưu hóa chi phí vận hành sản xuất cho các mỏ, nghiên cứu đã đưa ra các giải pháp công nghệ

phù hợp cho các mỏ than lộ thiên sâu. Kết quả của nghiên cứu là cơ sở áp dụng các giải pháp công nghệ vào thực tế sản xuất trên các mỏ.

### 2. Hiện trạng tự nhiên và kỹ thuật các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam

Mỏ than lộ thiên sâu là những lộ thiên có chiều sâu khai thác lớn hơn 200 m. Ở Việt Nam có thể kể đến: Mỏ than Cọc Sáu, Cao Sơn, Đèo Nai, Hà Tu, Khánh Hoà, Na Dương.

**Đặc điểm ĐCTV:** Các trận mưa lớn thường tập trung vào tháng 8. Lượng mưa bình quân hàng tháng từ 400÷600 mm. Tại các tầng sâu được bổ sung lượng nước ngầm.

**Đặc điểm ĐCCT:** Khi khai thác xuống sâu, độ cứng đất đá tăng lên, độ khối tăng và độ nứt nẻ giảm,...

**Đặc điểm chung về hình học mỏ:** Các mỏ thường có dạng “trên sườn núi, dưới moong sâu”, thông số hình học mỏ cơ bản của các mỏ thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Các thông số hình học mỏ cơ bản của một số mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam

TT	Tên mỏ	Chiều dài trên mặt, m	Chiều rộng trên mặt, m	Cao độ đáy mỏ, m	Chiều cao bờ mỏ, m
1	Đèo Nai	3.370	1.620	-225	497
2	Cọc Sáu	2.220	1.680	-300	615
3	Cao Sơn	3.220	2.350	-325	695
4	Hà Tu	2.585	1.315	-250	420
5	Na Dương	2.898	1.840	+18	320
6	Khánh Hòa	1.550	1.140	-400	440



Hình 1. Hiện trạng giải pháp công nghệ giám sát chất tải và ổn định bờ mỏ, bãi thải

**Hiện trạng công nghệ khai thác:** Các mỏ sử dụng hệ thống khai thác (HTKT) dọc, một hoặc hai bờ công tác có vận tải, đổ thải bãi thải ngoài hoặc trong, khấu theo lớp dốc. Đồng bộ thiết bị (ĐBTB) gồm:

- Thiết bị khoan: Sử dụng các loại máy khoan xoay, xoay cầu  $d = 165\div 250$  mm và máy khoan thủy lực  $d = 200\div 230$  mm. Công tác khoan nổ mìn phá đá quá cỡ được thực hiện bằng máy khoan thủy lực Diesel có đường kính  $89\div 127$  mm;
- Thiết bị xúc đất đá: Sử dụng các loại máy xúc  $E = 4,6\div 10$  m<sup>3</sup> và máy xúc thủy lực gàu ngược  $E = 3,5\div 12,0$  m<sup>3</sup>;
- Thiết bị vận tải: Các loại ô tô khung động tải trọng  $37\div 42$  tấn để vận chuyển tại khu vực đáy mỏ, các loại ô tô khung có tải trọng từ  $55\div 130$  tấn để vận chuyển đất đá ra bãi thải. Ngoài ra, mỏ than Cao Sơn đang vận hành tuyến băng tải ra bãi thải Bàng Nâu có công suất 20 triệu m<sup>3</sup>/năm.

**Hiện trạng công tác giám sát chất tải và ổn định bờ mỏ, bãi thải:** Công nghệ được các mỏ sử dụng chủ yếu bằng hệ thống camera giám sát hoặc quan sát trực tiếp để giám sát chất tải (hình 1c) và toàn đặc điện tử trong giám sát ổn định (hình 1a). Riêng tại bờ trụ mỏ than Na Dương, công tác quan trắc ổn định được thực hiện bằng các lỗ khoan quan trắc dịch động sâu (hình 1b) với thiết bị Inclinometer do hãng Slope Indicator.

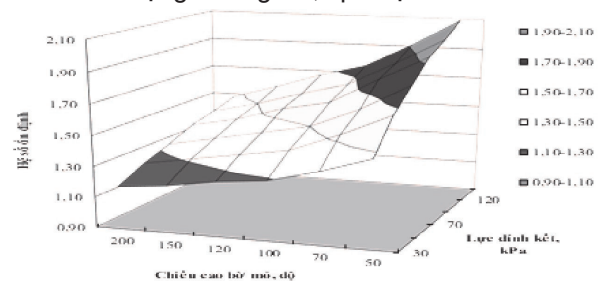
**Hiện trạng sử dụng vật liệu nổ công nghiệp:** ANFO (rời, bao gói), nhũ tương; Các phương tiện, phụ kiện nổ bao gồm: Mìn nổ, kíp vi sai trên mặt 17 ms, 25 ms, 42 ms; kíp nổ xuống lỗ KVP-400 ms; kíp điện số 8; dây nổ chịu nước 10 g/m; kíp điện vi sai KVD-2 m; kíp khởi nổ điện hoặc phi điện.

Nhìn chung, tại các mỏ than lộ thiên sâu, bờ mỏ được chia thành các đới công tác theo chiều sâu khai thác: Khu vực trên cao, khối lượng đất bóc, lượng nước ngầm ít, đất đá có độ cứng, nứt

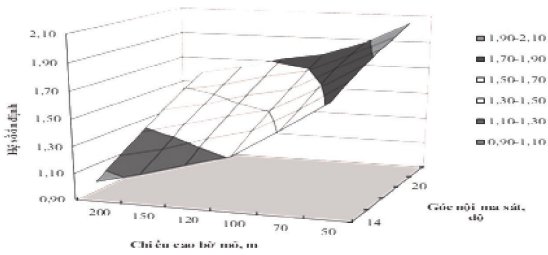
nẻ nhiều; Khu vực giữa mỏ, tập trung khối lượng đất bóc lớn (chiếm 60÷70 %), kích thước mỏ giảm theo chiều sâu khai thác, đất đá có độ cứng, độ khối tăng, nhiều nước ngầm; Khu vực tầng sâu và đáy mỏ, khối lượng đất bóc ít (chiếm 10÷15 %), kích thước trật hẹp, bùn nước nhiều, sản lượng xét trên yếu tố vĩ mô thì các công đoạn khai thác chính và công tác giám sát an toàn, tối ưu hóa quản lý vận tải cho các mỏ than lộ thiên sâu chịu tác ảnh hưởng bởi 3 yếu tố chính sau:

- Yếu tố tự nhiên: ĐCCT, ĐCTV phức tạp, điều kiện vi khí hậu và thời tiết mưa bão thay đổi theo hướng bất lợi,...
- Yếu tố kỹ thuật: Thông số hình học mỏ, hệ thống khai thác, thông số khoan nổ mìn (KNM), đồng bộ thiết bị (ĐBTB), giải pháp công nghệ hỗ trợ, quản lý chưa phù hợp,... tác động đáng kể đến hiệu quả, an toàn của hoạt động khai thác tầng sâu;
- Yếu tố kinh tế: Hai yếu tố trên sẽ làm giá thành khoan – nổ mìn, xúc bốc, đổ thải, tổ chức, quản lý,... có xu hướng tăng đáng kể theo thời gian và chiều sâu của mỏ. Bên cạnh đó, đơn giá nguyên vật liệu đầu vào cũng ảnh hưởng không nhỏ đến công tác khai thác tại các mỏ lộ thiên sâu Việt Nam.

Hình 2 ÷ 3 là ví dụ điển hình cho thấy các yếu tố có tác động tương hỗ, qua lại lẫn nhau. Cần



Hình 2. Quan hệ giữa chiều cao của bờ, lực dính kết và hệ số ổn định



Hình 3. Quan hệ giữa chiều cao của bờ, góc nội ma sát và hệ số ổn định

bằng giữa 3 yếu tố, cần có các giải pháp công nghệ cụ thể trên từng khâu sản xuất, quản lý để mang lại hiệu quả kinh tế trong khai thác tầng sâu mà vẫn đảm bảo an toàn cho người và thiết bị [2].

**3. Các giải pháp công nghệ cho các mỏ than lộ thiên sâu**

Dựa trên các phân tích khái quát về hiện trạng tự nhiên, kỹ thuật, giám sát, cảnh báo và các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động khai thác tại các mỏ lộ thiên sâu. Nhóm nghiên cứu đề xuất các giải pháp công nghệ theo 3 hướng chính như sơ đồ hình 4.



Hình 4. Hướng giải pháp đảm bảo sản xuất an toàn, hiệu quả

**3.1. Giải pháp KNM**

Trong giải pháp công nghệ nâng cao chất lượng KNM được chia thành 6 giải pháp nhỏ theo tính chất của bờ tầng, mức độ đập vỡ đất đá (MĐĐV), môi trường nổ và kỹ thuật khoan nổ, cụ thể như sau:

- **Giải pháp KNM với chiều cao tầng lớn:** Với kết quả nổ thử nghiệm tại mỏ than Cao Sơn năm 2014 tầng 17,5 ÷ 18 m mang lại hiệu quả về giá thành KNM giảm 890,1 đ/m<sup>3</sup> so với nổ tầng 15 m, Cỡ hạt trung bình dtb = 0,3 m, tỷ lệ đá quá cỡ từ 0,75÷0,92 % [1];

- **Đảm bảo MĐĐV:** MĐĐV đất đá bằng nổ mìn được coi là hợp lý khi tổng chi phí khoan nổ, xúc bốc, vận tải cho một m<sup>3</sup> đất đá là nhỏ nhất theo hàm mục tiêu:

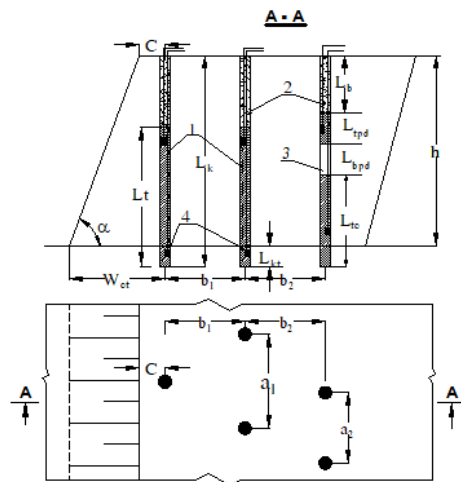
$$C = C_{km} + C_{xb} + C_{vt} + C_{nd} \rightarrow \min (1)$$

Trong đó: C- tổng chi phí của các khâu công nghệ, đ/m<sup>3</sup>; C<sub>km</sub>, C<sub>xb</sub>, C<sub>vt</sub>, C<sub>nd</sub>- tương ứng là: chi phí khoan nổ, xúc bốc, vận tải, nghiền đập, đ/m<sup>3</sup>. Bã nổ thử nghiệm tại mỏ than Cao Sơn năm 2016

cho thấy: Thời gian chu kì xúc giảm từ 8÷20 %, năng suất đồng bộ tăng từ 15÷20 %. Tổng chi phí các khâu công nghệ khi thử nghiệm giảm từ 1.635÷2.646 đ/m<sup>3</sup> so với hiện trạng tùy từng đồng bộ thiết bị [2];

- **Nâng cao góc dốc sườn tầng:** Giải pháp bao gồm công nghệ nổ mìn sử dụng cột thuốc phân đoạn cho khu vực nổ sản xuất với mạng tam giác đều (GP1) và sử dụng hàng tạo biên với khu vực tiếp giáp bờ kết thúc (GP2) [2].

Hiện tại, giải pháp được thử nghiệm tại mỏ than Cọc Sáu với kết quả: GP1, góc dốc sườn tầng đạt từ 65÷70°, trung bình 67°; GP2 góc dốc sườn tầng đạt 67÷75°, trung bình 70° (hình 5) [2];



Hình 5. Sơ đồ và kết quả nổ thử nghiệm nổ mìn nâng cao góc dốc tại mỏ than Cọc Sáu

- **Sử dụng thuốc nổ chịu nước trong túi nilong tại khu vực đất đá ngậm nước:** Theo kết quả thực tế từ các mỏ lộ thiên trên thế giới: Khối lượng thuốc nổ chịu nước giảm đến 70÷100 % tại một số bãi nổ, chất lượng đập vỡ đất đá tăng từ 5÷20 %, giá thành KNM giảm từ 8÷15%. Đây là công nghệ có nhiều ưu việt cần được nghiên cứu, áp dụng vào các khu vực đất đá ngậm nước cho các mỏ than lộ thiên Việt Nam [2];

**3.2. Giải pháp xúc bốc - vận tải**

Tập trung vào ĐBTB và công tác vận tải, cụ thể như sau:

- **ĐBTB cho khai thác mỏ lộ thiên sâu:** Để đảm bảo tiêu chí về kỹ thuật, kinh tế và môi trường, ĐBTB cho các mỏ than lộ thiên sâu như bảng 2.

- **Công tác vận tải:** Theo quy hoạch, các mỏ than lộ thiên như: Đèo Nai, Cọc Sáu, Cao Sơn, Khánh Hòa,... sẽ khai thác xuống sâu đến mức -300÷-350 m, khối lượng đất đá bóc từ 20÷40 triệu m<sup>3</sup>/n, chiều cao nâng tải trên bờ mỏ từ 400÷500

*Bảng 2. ĐBTB phù hợp theo từng khu vực tại mỏ lộ thiên sâu*

TT	Khu vực	Máy xúc, m <sup>3</sup>	Ô tô, tấn	Loại xe vận tải, máy xúc
1	Đáy mỏ	3,4 ÷ 6,7	37 ÷ 55	Máy xúc TLGN, ô tô khung động
2	Giữa mỏ	6,7; 10 ÷ 12	55 ÷ 58, 90 ÷ 140	Máy xúc TLGN, MXTG, ô tô tự đổ
3	Trên Cao	4,6 ÷ 5	55 ÷ 60	Máy xúc ЭКГ-4,6; 5A, ô tô tự đổ

m, cung độ từ 4÷7 km. Trong phạm vi sử dụng công nghệ trong khai trường mỏ lộ thiên (bảng 3) [2] cho thấy: Mỏ than Cao Sơn, Na Dương, có kích thước khai trường, công suất lớn, thời gian khai thác dài,... áp dụng Công nghệ vận tải liên hợp Ôtô-băng tải dốc- băng tải thường kết hợp với máy nghiền. Băng thường có độ dốc lớn nhất  $\beta = 18^\circ$ ; Băng dốc  $\beta = 30\div 35^\circ$ . Mỏ Khánh Hòa có chiều cao bờ mỏ lớn từ 300÷350 m, kích thước khai trường hẹp, nên áp dụng hình thức vận tải ô tô-trục tải. Các mỏ còn lại áp dụng hình thức vận tải ô tô đơn thuần.

**3.3. Giải pháp nâng cao ổn định bờ mỏ và đào sâu**

- *Giải pháp nâng cao ổn định bờ mỏ:*

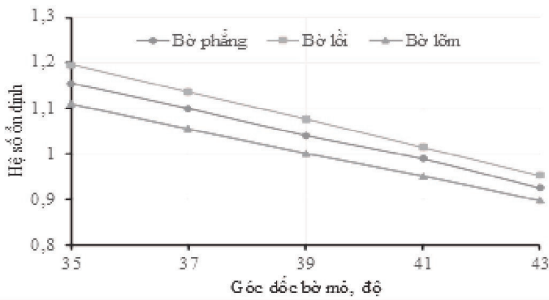
Dạng bờ mỏ có ảnh hưởng đặc biệt đến khối

lượng bóc đất đá khi độ sâu khai thác lớn. Kết quả phân tích hình 6 cho thấy, trong cùng một điều kiện cụ thể, bờ mỏ lồi có hệ số ổn định cao hơn bờ phẳng và bờ lõm, với  $F_s = 1,1$  thì khối lượng đất bóc trên 1m dài bờ mỏ khi sử dụng bờ lồi nhỏ hơn so với bờ phẳng 2.416 m<sup>3</sup> và nhỏ hơn so với bờ lõm 7.092 m<sup>3</sup> [2];

- *Giải pháp xử lý bùn:* Công tác vét bùn sau mỗi mùa mưa phải đảm bảo các yêu cầu là bùn dễ xử lý và vận chuyển, thời gian vét bùn đảm bảo cho công tác xuống sâu. Công nghệ được phân nhóm theo 2 giải pháp: Sử dụng MXTLGN và bơm bùn đặc. Với bùn có kích thước hạt rắn 120 mm, tỷ lệ chất rắn từ 30÷60%, phần bùn loãng sử dụng máy bơm bùn đặc bơm lên hồ chứa bùn cải tạo từ bãi mìn, phần đất đá lẫn bùn phía dưới xúc trực tiếp

*Bảng 3. Phạm vi sử dụng các công nghệ vận tải trong khai trường mỏ lộ thiên*

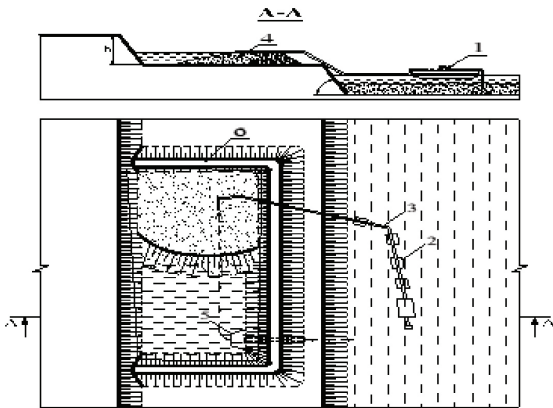
Công nghệ vận tải	Điều kiện sử dụng						
	Vật liệu vận tải; Loại mỏ	Đặc điểm địa chất mỏ	Đặc điểm kỹ thuật mỏ	Đặc điểm khí hậu	Năng suất tr t/ năm	Độ sâu mỏ, m	K/C vận tải, km
Ô tô	Đất đá cứng và độ cục lớn; Dạng sâu và dạng cao	Khoáng sàng có thể nằm phức tạp, vỉa dạng bất kỳ, thành phần không đồng nhất	Kích thước lớn, giảm nhanh theo độ sâu, tuyến công tác dịch chuyển nhanh, tốc độ xuống sâu lớn	Khí hậu khô, ít mưa	30÷10	180÷80	3÷1,5
Ô tô - Đường sắt	Dạng sâu và dạng cao	Khoáng sàng có thể nằm phức tạp, vỉa lớp dày	Kích thước lớn, tuyến công tác dịch chuyển nhanh, tốc độ xuống sâu lớn	Khí hậu khô, ít mưa	50÷30	÷200 250	1,5÷1,2
Ô tô - Băng tải	Đất đá mềm, cứng vừa và cứng dễ đập vỡ	Khoáng sàng có thể nằm phức tạp, vỉa dạng bất kỳ	Kích thước TB, đất đá các tầng dưới không lớn, khó bố trí và phát triển tuyến đường ô tô	Khí hậu ôn hoà, khô	80÷50	700÷80	1÷0,8
Ô tô - Trục tải	Đất đá cứng kích thước cục lớn; Dạng sâu	Khoáng sàng có thể nằm phức tạp, vỉa dốc đứng	Kích thước bình đồ hạn chế, độ sâu lớn, bờ mỏ ổn định có góc dốc lớn	Khí hậu bất kỳ	15÷10	÷100 400	0,8÷0,6



Hình 6. Quan hệ giữa hình dạng bờ mỏ và hệ số ổn định

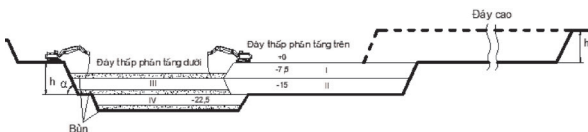
bằng MXTLGN [3];

- Công tác chuẩn bị tầng mới và đào sâu: Áp dụng công nghệ đào sâu đáy moong 2 cấp theo chiều dọc (ngang), đào sâu theo phân tầng khi chiều dài đáy mỏ lớn và công nghệ đào sâu đáy



Hình 7. Sơ đồ công nghệ bơm bùn lên bề mặt

mỏ nghiêng khi chiều dài đáy mỏ hẹp với việc áp dụng MXTLGN. Dựa theo điều kiện kỹ thuật của các mỏ cho thấy: Mỏ Na Dương, Cao Sơn, Hà Tu phù hợp với đào sâu đáy moong 2 cấp, đào sâu theo phân tầng (hình 8); Mỏ Cọc Sáu, Đèo Nai, Tây Nam Đá Mài theo đào sâu sử dụng đáy mỏ 2 cấp theo chiều ngang và mỏ Khánh Hòa, Cọc Sáu thì theo đào sâu sử dụng đáy mỏ nghiêng [3].



Hình 8. Sơ đồ đào sâu tầng chứa bùn có cấu tạo phân tầng (I, II, ... thứ tự đào sâu phân tầng)

**3.4. Giải pháp tổ chức điều hành sản xuất**

- Công nghệ giám sát mô hình chất tải bằng máy quét Laser 3D: Sử dụng công nghệ quét Laser 3D đa điểm để xác định đặc tính hình dạng chất tải trên thùng xe bằng việc thu nhận tia phản

Bảng 4. Kết quả so sánh dung tích thùng xe bằng máy quét laser 3D và đo trực tiếp

TT	Mô hình chất tải	Phương pháp xác định dung tích đất đá trong thùng xe		
		Quét laser 3D mặt đất, cm <sup>3</sup>	Đo đạc trực tiếp, cm <sup>3</sup>	Chênh lệch, %
1	Đất phủ	2.978	2.954	0,81
2	Đất đá bãi thải cũ	3.750	3.759	-0,24
3	Đất đá nổ mìn d <sub>tb</sub> =0,31 m	3.305	3.315	-0,30
4	Đất đá nổ mìn d <sub>tb</sub> =0,56m	3.302	3.318	-0,48

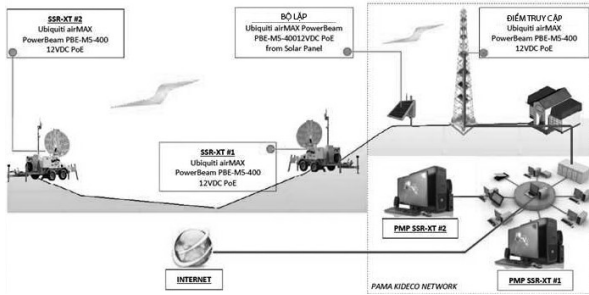
xạ từ đối tượng đến thiết bị quét. Với thí nghiệm trong phòng cho thấy tỷ lệ chênh lệch thể tích đất đá trên thùng xe nhỏ hơn +/-1% (từ 0,24÷0,81%) so với dung tích đo đạc trực tiếp, chi tiết xem bảng 4 [3].

- Công nghệ giám sát ổn định bờ mỏ, bãi thải bằng máy quét Laser 3D: Sử dụng công nghệ giao thoa kế để xác định thay đổi nhỏ nhất của đối tượng. Trong giám sát cảnh báo, công nghệ Radar dựa trên cơ sở phân tích sự thay đổi trong biên độ sóng nhận sau mỗi lần quét. Quy trình vận hành hệ thống Radar có sự đồng bộ giữa hiện trường và trung tâm xử lý (hình 9) [5];

- Hệ thống tự động quản lý khai thác và vận tải: Công nghệ được sử dụng trong hệ thống là định vị vệ tinh toàn cầu GPS và GLONASS bao gồm: Trạm tham chiếu vận hành liên tục (CORS) đóng vai trò điều hướng dựa trên các quan sát giả định đặt trên ô tô, máy xúc, giám sát theo thời gian thực hoặc bán thời gian thực và mạng RTK (theo dõi theo thời gian thực) là phương pháp khảo sát bổ sung để nâng cao độ chính xác của phép đo (hình 10) [6].

**4. Kết luận**

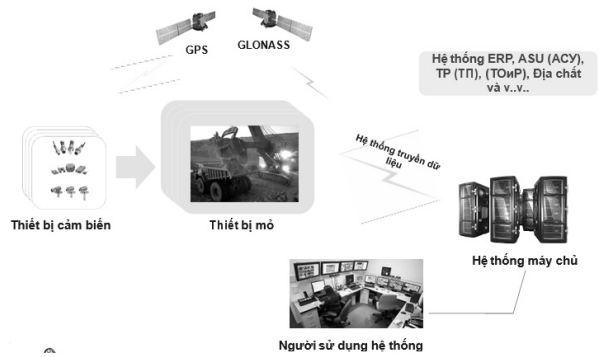
Hiện nay và những năm tới, các mỏ than lộ thiên Việt Nam sẽ tăng cường độ khai thác. Càng xuống sâu, công tác khai thác càng gặp nhiều khó khăn bất lợi. Chính vì vậy, cần nghiên cứu, áp dụng các giải pháp công nghệ khai thác phù hợp như đã trình bày. Trên cơ sở đó, lựa chọn trình tự khai thác tối đa tài nguyên, góp phần đảm bảo kế hoạch khai thác xuống sâu cho các mỏ than lộ thiên Việt Nam.



Hình 9. Quy trình vận hành hệ thống quét Radar trong giám sát ổn định bờ mỏ

**Tài liệu tham khảo:**

- [1]. Nguyễn Thanh Bình và nnk (2014), «Nghiên cứu áp dụng thử nghiệm công nghệ khoan, nổ và xúc bốc tầng cao cho mỏ than Cao Sơn». Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, Hà Nội.
- [2]. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2020), “Nghiên cứu giải pháp công nghệ phù hợp khi khai thác các tầng sâu ở các mỏ than lộ thiên Việt Nam”. Đề tài cấp Nhà nước, Hà Nội, 2020.
- [3]. Đoàn Văn Thanh và nnk (2017), “Nghiên cứu công nghệ vét bùn hợp lý cho các mỏ than



Hình 10. Quy trình vận hành hệ thống tự động quản lý khai thác và vận tải với công nghệ GPS - GLONASS

lộ thiên vùng Quảng Ninh”. Đề tài cấp Bộ Công Thương, Hà Nội.

[4]. Lê Bá Phúc (2022), “Nghiên cứu xây dựng phương pháp giám sát cảnh báo mô hình chất tải trên các ô tô vận chuyển đất đá tại các mỏ than lộ thiên thuộc TKV”, Viện Khoa học Công nghệ mỏ - Vinacomin, Hà Nội.

- [5]. Groundprobe. SSR technical specifications.
- [6]. ВИСТ Групп Внедрение Информационных Систем и Технологий.

**Mining technology solutions to improve production efficiency for deep open pit coal mines in Vietnam**

**Dr. Doan Van Thanh, MSc. Le Ba Phuc, Dr. Do Ngoc Tuoс, MSc. Dam Cong Khoa  
Eng. Do Van Trieu, Eng. Hoang Manh Thang  
Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology**

**Abstract:**

Vietnam’s open-pit coal mines are increasingly exploited deep down with a very large amount of overburden each year, which lead to a series of difficulties such as: height of mine bank on increase, narrow size of mine site, long distance of transportation, high strength of bench, etc...From the mining aspect, technical solutions in optimizing production and ensuring safety at deep floors, the research team proposes a number of technological solutions suitable for deep open pit coal mines in 4 main directions: Drilling and blasting solution; Solutions for loading and unloading - transportation; Solutions to improve mine berm stability and deepening; Solutions for production organization and operation.