

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG



TUYỂN TẬP BÁO CÁO

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ
TOÀN QUỐC NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ**



NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ QUÉT LASER MẶT ĐẤT NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG DỮ LIỆU ĐỊA KHÔNG GIAN NHẪM TĂNG CƯỜNG NĂNG LỰC QUẢN LÝ NHÀ NƯỚC TRONG HOẠT ĐỘNG KHOÁNG SẢN

Ths. Vũ Quốc Lập¹, Ths. Trần Anh Tuấn²
TS. Nguyễn Việt Nghĩa³, Ths. Nguyễn Văn Hùng¹

¹Công ty Cổ phần Đo đạc và Khoáng sản

²Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

³Trường đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt:

Báo cáo này trình bày tổng quan về cơ sở khoa học, nguyên lý hoạt động của công nghệ quét laser mặt đất cũng như ứng dụng công nghệ này trên thế giới và ở Việt Nam trong công tác thu thập dữ liệu địa không gian. Nghiên cứu về khả năng ứng dụng công nghệ mới trong đo vẽ thành lập bản đồ, mặt cắt hiện trạng khu vực được phép khai thác khoáng sản, phục vụ công tác thống kê, kiểm kê trữ lượng khoáng sản. Thực nghiệm sử dụng máy quét laser mặt đất SPS Zoom 300 của hãng GeoMax trong thành lập mô hình số 3D khu vực khai trường mỏ than lộ thiên Cọc Sáu.

Qua kết quả nghiên cứu, thực nghiệm đã xây dựng được quy trình thành lập mô hình số 3D bằng công nghệ quét laser mặt đất và cho thấy công nghệ này hoàn toàn đáp ứng yêu cầu trong trắc địa phục vụ công tác thống kê, kiểm kê trữ lượng khoáng sản tại Việt Nam.

1. Mở đầu

Theo nội dung của Thông tư số 02/2013/TT-BTNMT ngày 01/03/2013 của Bộ Tài nguyên và Môi trường đã quy định công tác lập bản đồ hiện trạng, bản vẽ mặt cắt hiện trạng khu vực được phép khai thác khoáng sản phải lập ngay từ khi bắt đầu xây dựng mỏ, trong quá trình khai thác phải cập nhật thông tin thường xuyên, tối thiểu 6 tháng một lần cho đến khi kết thúc khai thác (đóng cửa mỏ). Tuy nhiên, việc thiếu các thiết bị, công nghệ chuyên dụng trong đo đạc, xử lý và giám sát số liệu trắc địa-bản đồ, là một trong những nguyên nhân cơ bản gây khó khăn cho công tác quản lý Nhà nước về hoạt động khoáng sản theo các nội dung, yêu cầu của Thông tư.

Công tác đo đạc thành lập bản đồ ở các mỏ đến nay vẫn chủ yếu sử dụng phương pháp đo vẽ truyền thống (máy kinh vĩ, thủy chuẩn, toàn đạc điện tử...). Nhược điểm của phương pháp đo vẽ truyền thống là khối lượng ngoại nghiệp lớn, hiệu suất lao động không cao, ngoài ra do địa hình khu vực khai thác thường đa dạng, phức tạp, tiềm ẩn nguy cơ trượt lở, sụt lún.... nên nhiều khu vực không thể tiếp cận để đo đạc cập nhật, thường đo tại những vị trí khái quát đặc trưng. Do vậy, mức độ chi tiết, độ tin cậy không cao và mức độ đảm bảo an toàn cho người lao động còn thấp...

Những năm gần đây, với sự phát triển nhanh chóng của khoa học công nghệ, một trong những tiến bộ của khoa học công nghệ nổi bật phải kể tới đó là công nghệ quét laser mặt đất, việc ứng dụng kỹ thuật quét laser mặt đất (TLS - Terrestrial Laser Scanner) trong công tác đo đạc trắc địa nói chung và công tác xây dựng dữ liệu địa không gian ở mỏ nói riêng đang ngày được quan tâm do những ưu điểm của phương pháp này như: nhanh chóng, chính xác cao, không tiếp xúc trực tiếp và trực quan. Kỹ thuật này cho phép xác định số lượng và mật độ điểm đo rất cao lên tới 500.000 điểm mỗi giây [4] trong không gian ba chiều với độ chính xác đạt mức vài mm [5] và được xác định trong một thời gian ngắn [1]. Nhất là với những cải tiến vượt bậc gần đây liên quan đến tốc độ, độ chính xác, thuật toán phần mềm và việc giảm giá thành so với trước đây đã giúp cho công nghệ quét laser mặt đất được áp dụng ngày càng phổ biến trên thế giới và áp dụng thành công trong nhiều lĩnh vực như: đo đạc bản đồ, địa hình, khai thác mỏ [6, 7], phục hồi và bảo tồn các công trình lịch sử [8] quan trắc và thành lập

mô hình địa lý [9], đo đạc các công trình xây dựng dân dụng[10], quan trắc biến dạng công trình[11], thành lập mô hình bản đồ thành phố 3D[12], đo đạc trong các đường hầm [13],...

Trong lĩnh vực khai thác mỏ, công nghệ này cũng đang được ứng dụng ngày càng rộng rãi tại nhiều nước trên thế giới như Mỹ, Tây Ban Nha, Ba Lan, Trung Quốc,...[5, 14, 15] cho phép thu thập dữ liệu địa không gian tài nguyên khoáng sản ở mỏ một cách một cách nhanh chóng, chính xác, chi tiết đồng thời cho phép quản lý, điều hành sản xuất, khai thác tài nguyên mỏ một cách trực quan và hợp lý, góp phần nâng cao hiệu quả trong quản lý khai thác, quản trị tài nguyên khoáng sản mỏ[2, 16].

Tuy nhiên tại Việt Nam, công nghệ quét laser mặt đất vẫn chưa được ứng dụng phổ biến, mới chỉ có một số ít nghiên cứu áp dụng tại Việt Nam và chủ yếu trong một số lĩnh vực như: cứu hộ, xây dựng mô hình cảnh quan di tích... Trong lĩnh vực trắc địa mở lộ thiên, mới chỉ có một vài nghiên cứu mang tính chất nguyên lý và lý thuyết về công nghệ quét laser mặt đất.

Từ yêu cầu thực tế, cần thiết phải nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học và ứng dụng công nghệ quét laser mặt đất phục vụ xây dựng dữ liệu địa không gian trong đo vẽ hiện trạng; kiểm kê, thống kê khối lượng và trữ lượng khoáng sản nhằm nâng cao hiệu quả công tác kiểm soát và quản lý hoạt động khoáng sản sau khi cấp phép.

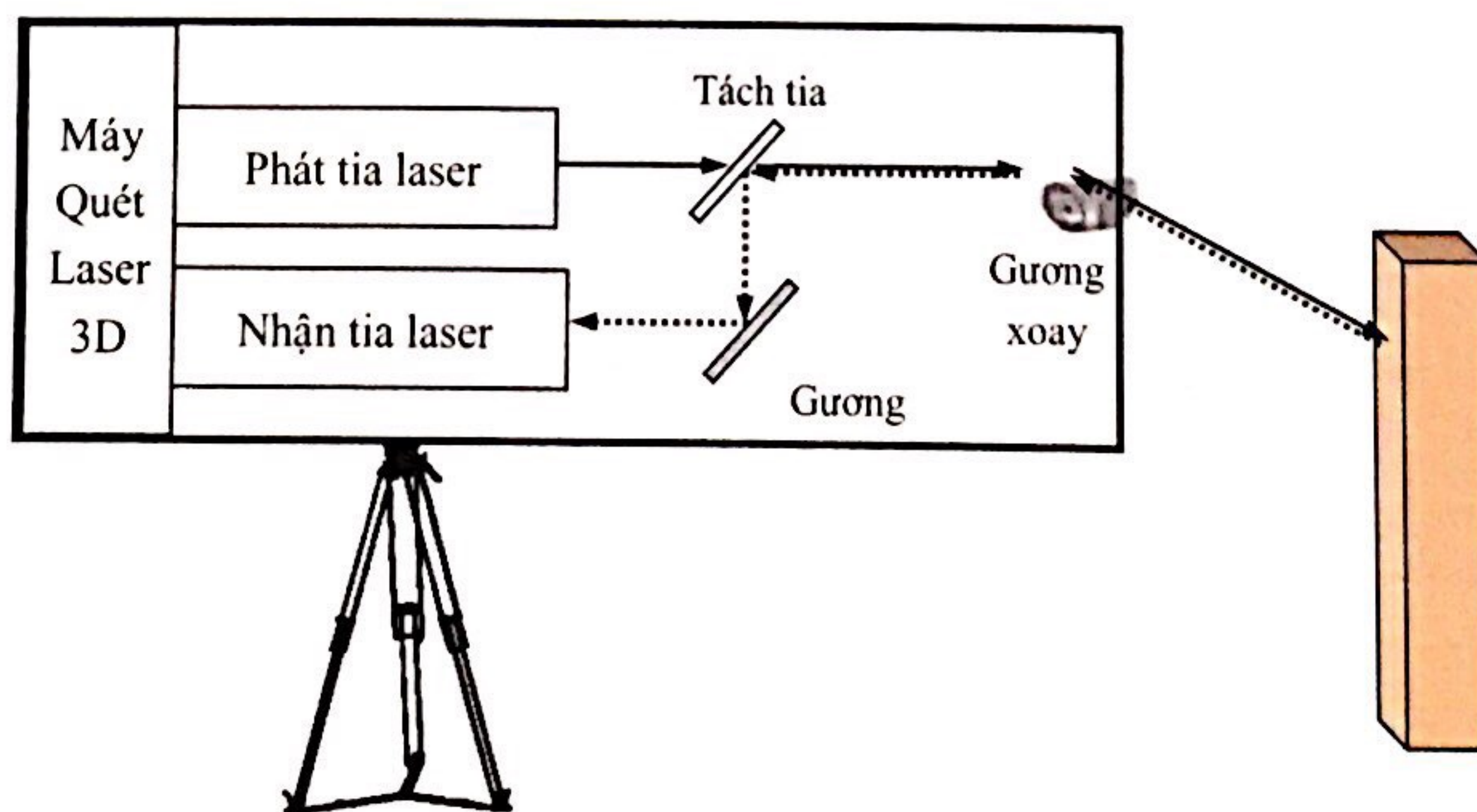
2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống quét Laser mặt đất

Nguyên lý hoạt động của một hệ thống quét laser mặt đất dựa vào nguyên tắc tán xạ ngược các bức xạ điện từ sau khi phản xạ từ các đối tượng. Cấu trúc của laser gồm:

- Khối phát bức xạ điện từ kích thích phát ra chùm tia laser hướng đến đối tượng cần khảo sát. Tia laser được tách ra bằng bộ tách chùm tia, một phần được hướng tới một hướng và một phần khác được sử dụng như để tham khảo.

- Khối thu tín hiệu.
- Gương phản xạ, gương xoay.
- Bộ xử lý tín hiệu tán xạ ngược. (hình 1)

Bức xạ laser sử dụng trong các hệ laser đo đạc có bước sóng nằm trong khoảng từ hồng ngoại gần tới tử ngoại, khoảng từ 250nm đến 11µm, tùy thuộc vào mục đích nghiên cứu mà bước sóng được lựa chọn là khác nhau. Dữ liệu thu được của hệ thống là tập hợp đám mây điểm phản xạ 3 chiều của tia laser từ đối tượng được khảo sát. Laser có thể thu nhận tín hiệu phản hồi đầu tiên và cuối cùng với tần suất trung bình 5 nghìn tới 33 nghìn tia/giây, do đó dữ liệu thu được cho phép lập bản đồ khối 3 chiều và bề mặt với mật độ dữ liệu dày và độ chính xác cao. Một số hệ thống laser còn cho phép thu nhận các tín hiệu phản hồi trung gian (giữa tín hiệu đầu và cuối) cho phép phân tích cấu trúc đối tượng.



Hình 1: Nguyên lý hoạt động của hệ thống quét laser mặt đất

Cơ chế quét: loại bỏ ánh sáng laser phát ra và nhận tín hiệu trên các bộ gương. Tia sáng được tách ra bằng bộ tách chùm tia. Một phần được hướng tới một hướng, và một phần khác được sử dụng làm tài liệu tham khảo. Sự di chuyển giữa tín hiệu tham chiếu và tín hiệu tiếng vọng xác định khoảng cách với bề mặt.

Nguyên lý của công nghệ quét laser 3D mặt đất là sử dụng tín hiệu laser để đo khoảng cách từ máy quét đến đối tượng. Đồng thời với khoảng cách, máy sẽ đo góc bằng β và góc đứng γ . Từ nguyên lý tọa độ cực, phần mềm của máy sẽ xác định tọa độ không gian X, Y, Z của các điểm. Trong máy quét laser, khoảng cách từ máy phát đến đối tượng có thể xác định theo nguyên lý đo xung hoặc đo pha.

Hiện nay, các máy quét laser mặt đất sử dụng trong trắc địa thường sử dụng một trong những công nghệ để xác định chính xác khoảng cách tới các đối tượng:

- Nguyên lý đo xung TOF (Time-Of-Flight) hay còn gọi là (Pulse Based);
- Nguyên lý đo pha CW (Continuous Wave), hay còn gọi (Phase Shift);
- Xử lý hình dạng sóng – “Waveform Processing” hay còn gọi là “Waveform Digitising”.

Độ chính xác điểm trong không gian 3 chiều đạt được phụ thuộc vào độ chính xác xác định thời gian đi và về của tín hiệu [17, 18] và độ chính xác đạt khoảng vài mm (theo báo cáo [19, 20]).

3. Ứng dụng công nghệ quét Laser mặt đất phục vụ công tác thống kê, kiểm kê trữ lượng khoáng sản

3.1. Máy quét laser Geomax SPS Zoom 300

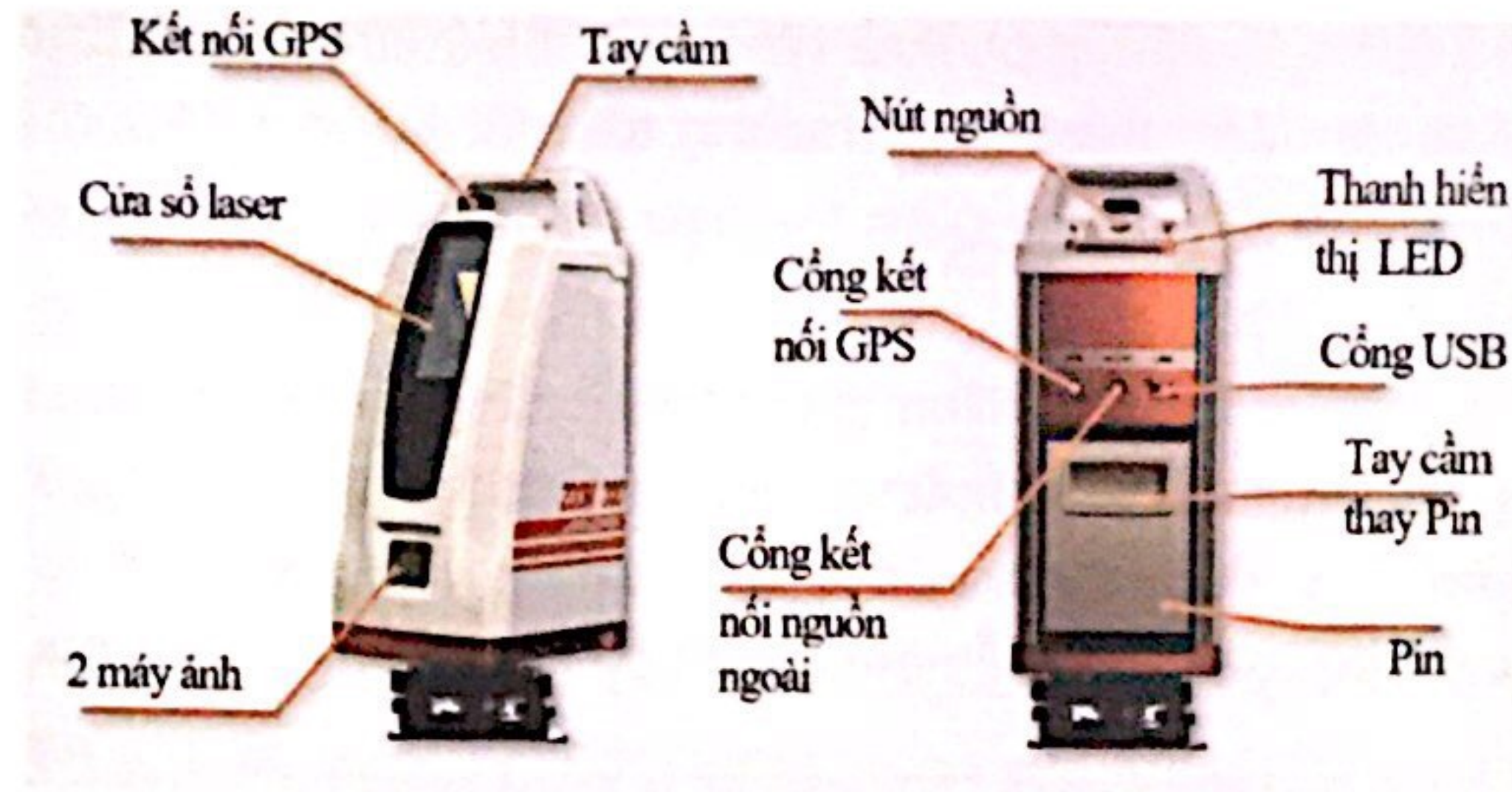
Trong nội dung thực nghiệm đã sử dụng thiết bị quét laser 3D mặt đất SPS Zoom 300 của hãng GeoMax để đo thành lập mô hình số 3D khu vực khai trường khai thác của mỏ than Cọc Sáu, Quảng Ninh.

Thiết bị quét laser mặt đất SPS Zoom 300 (hình 2) là sản phẩm của hãng GeoMax (thành viên của tập đoàn HEXAGON) được giới thiệu lần đầu năm 2014, với các tính năng kỹ thuật sau:

Bảng 1: Giới thiệu tính năng chính của máy quét laser GeoMax Zoom 300

Phạm vi quét	2.5m đến 300m
Tốc độ quét	40.000 điểm/giây
Độ chính xác	$\pm 6\text{mm}$ (ở khoảng cách 50m); $\pm 10\text{mm}$ ở khoảng cách 100m;
2 máy ảnh tích hợp	5 + 5 Mpx
Bán kính quét (đứng/ngang)	90°/360°
Laser	+ Sử dụng tia laser: Laser class 1; + Bước sóng: 905 nm; + Đường kính chùm tia laser: Trước ống kính: $\leq 12\text{ mm}$; $\leq 37\text{mm}$ ở khoảng cách 100m; độ phân tán: 0.37mrad;
Chế độ bù hai trục	Hỗ trợ chế độ bù nghiêng
Màn hình hiển thị, điều khiển thiết bị	Điều khiển bằng điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng (hệ điều hành Android, iOS hoặc Windows Mobile) qua chức năng kết nối Wi-fi;
Nhiệt độ môi trường làm việc	-10° đến 50°C;
Kích thước; Trọng lượng	215mm x 170mm x 430mm; 7 kg (cả 1 pin trong);

- Mật độ điểm quét: Có thể lựa chọn theo 4 chế độ quét, trong đó ở chế độ có mật độ cao nhất bước đo theo trục ngang, dọc là 0.0225°.



Hình 2: Máy quét laser 3D mặt đất GeoMax Zoom 300

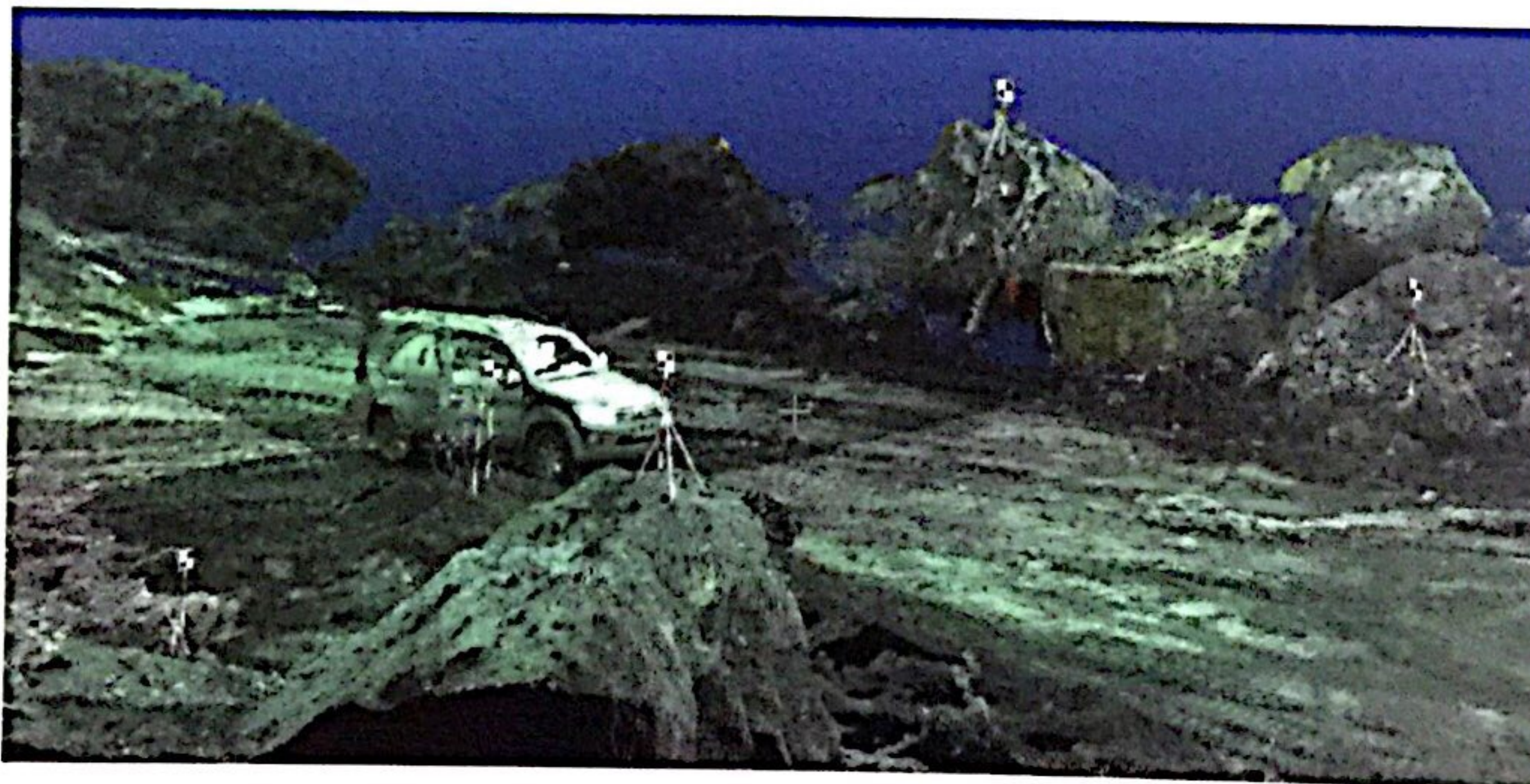
Bảng 2. Các chế độ quét của máy GeoMax Zoom 300

STT	Chế độ quét	Tổng số điểm/trạm	Thời gian quét/trạm	Độ phân giải ở KC 50m	Độ phân giải ở KC 100m
1	Fine	64.000.000	1h06'40"	1,96cm	3,92cm
2	Standard	16.000.000	0h16'40"	3,92cm	7,85cm
3	Fast	4.000.000	0h04'10"	7,85cm	15,7cm
4	Preview	1.000.000	0h01'02"	15,7cm	31,41cm

3.2. Xây dựng mô hình số 3D, thành lập bản đồ hiện trạng, tính toán khối lượng đất bóc và khoáng sản khai thác.

3.2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là mỏ than Cọc Sáu, thuộc phường Cẩm Tú, TP.Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh, cách TP.Hà Nội 200km về phía Đông Bắc, cách TP.Hạ Long 30km. Là một trong những mỏ than khai thác lộ thiên lớn nhất Việt Nam với sản lượng than khai thác trên 3,5 triệu tấn/năm, khối lượng đất bóc trên 20triệu m³/năm. Đáy mỏ hiện nay ở mức -150, chiều dài khai trường theo hướng Đông - Tây là 2km, chiều rộng theo hướng Bắc - Nam là 1,5km.



Hình3: Quét laser mặt đất tại khai trường mỏ Cọc Sáu

3.2.1. Kiểm nghiệm, đánh giá độ chính xác của máy quét laser SPS Zoom 300

Để đánh giá độ chính xác của máy SPS Zoom 300 trong điều kiện thực tế đo quét tại khai trường mỏ Cọc Sáu, một mạng lưới gồm 6 điểm thẳng hàng được bố trí trên các bờ tầng khai thác trong phạm vi bán kính 150m. Các mốc được xác định tọa độ và khoảng cách bằng máy toàn đạc điện tử Topcon GPT7501 với độ chính xác đo góc 3"; độ chính xác đo không gương ± 5mm trong phạm vi ≤ 250m. Tọa độ và khoảng cách giữa các điểm mốc được xác định theo phương pháp đo không gương bằng máy toàn đạc điện tử GPT7501.

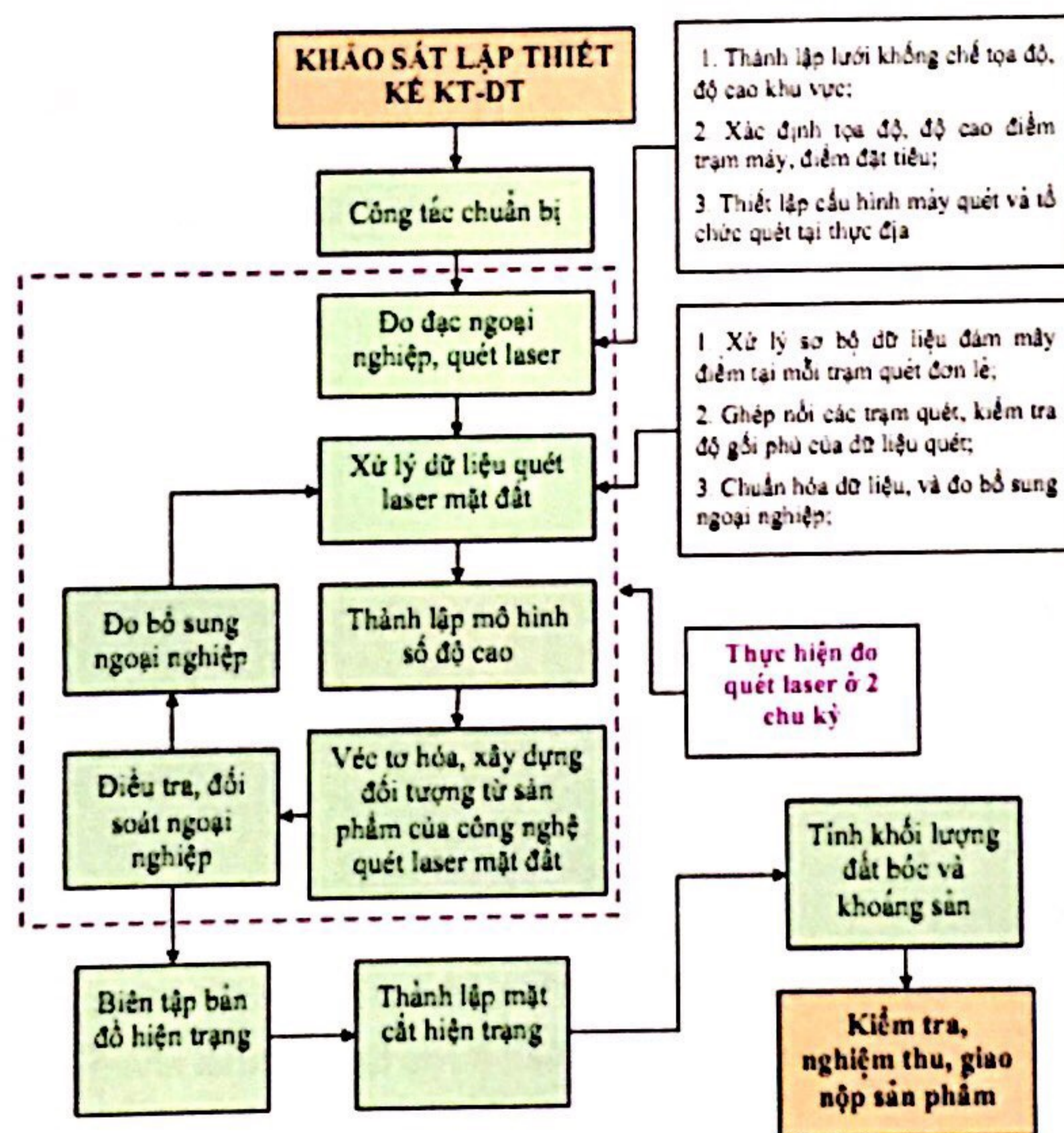


Hình 4: Sử dụng Topcon GPT7501 kiểm tra tọa độ và khoảng cách các mốc đo bằng SPS Zoom 300 tại mỏ Cọc Sáu

Qua kết quả kiểm tra [3] cho thấy, độ chính xác đo thực tế của máy quét laser 3D SPS Zoom 300 tại khu vực khai trường mỏ Cọc Sáu là phù hợp với chỉ tiêu kỹ thuật của máy và hoàn toàn đáp ứng yêu cầu và chỉ tiêu quy phạm đo vẽ thành lập bản đồ mỏ.

3.2.2. Quy trình công nghệ thành lập bản đồ hiện trạng bằng máy quét laser mặt đất

Thiết bị quét laser mặt đất đã được đề tài nghiên cứu và triển khai áp dụng thực tiễn ở mỏ với sơ đồ quy trình như hình 5:



Hình 5: Quy trình xây dựng mô hình số 3D, thành lập bản đồ hiện trạng, mặt cắt hiện trạng, tính toán khối lượng đất bóc và khoáng sản trong một chu kỳ kiểm kê

Theo đó, các công tác chuẩn bị, đo ngoại nghiệp, xử lý số liệu,... đã được tiến hành thực tế tại khu vực mỏ khai thác lộ thiên Cọc Sáu.

• Đo đạc ngoại nghiệp

Tại khai trường mỏ lộ thiên Cọc Sáu, tiến hành đo quét bằng máy quét SPS Zoom 300 và được đo quét ở mức tiêu chuẩn "Standar", ở chế độ toàn cảnh với bán kính quét (đứng/ngang) là 270°/360°. Tiến hành đo quét với tổng cộng là 32 trạm, trong đó chu kỳ 0 là 16 trạm (thời điểm đo từ ngày 15 đến 16/10/2016), chu kỳ 1 là 16 trạm (thời điểm đo từ ngày 25 đến 26/6/2017).

Tọa độ, độ cao các điểm để đặt trạm máy quét, điểm đặt tiêu đo (target) được xác định với độ chính xác tương đương với độ chính xác của điểm lưới khống chế đo vẽ. Trên mỗi khu vực ở mỗi chu kỳ quét, các mốc đặt tiêu được bố trí sao cho tại hai trạm đo quét liên tiếp có ít nhất 4 điểm mốc đặt tiêu trùng nhau. Cần lưu ý rằng: để đảm bảo việc xác định rõ nét điểm tiêu trên mô hình đám mây, cần bố trí sao cho khoảng cách từ máy quét tới các mốc đặt tiêu nằm trong phạm vi khoảng cách quét cho phép (<2/3 khoảng cách quét tối đa của máy). Dữ liệu đám mây điểm của hai trạm quét liên tiếp phải đảm bảo có dữ liệu gối phủ để có số liệu kiểm tra.

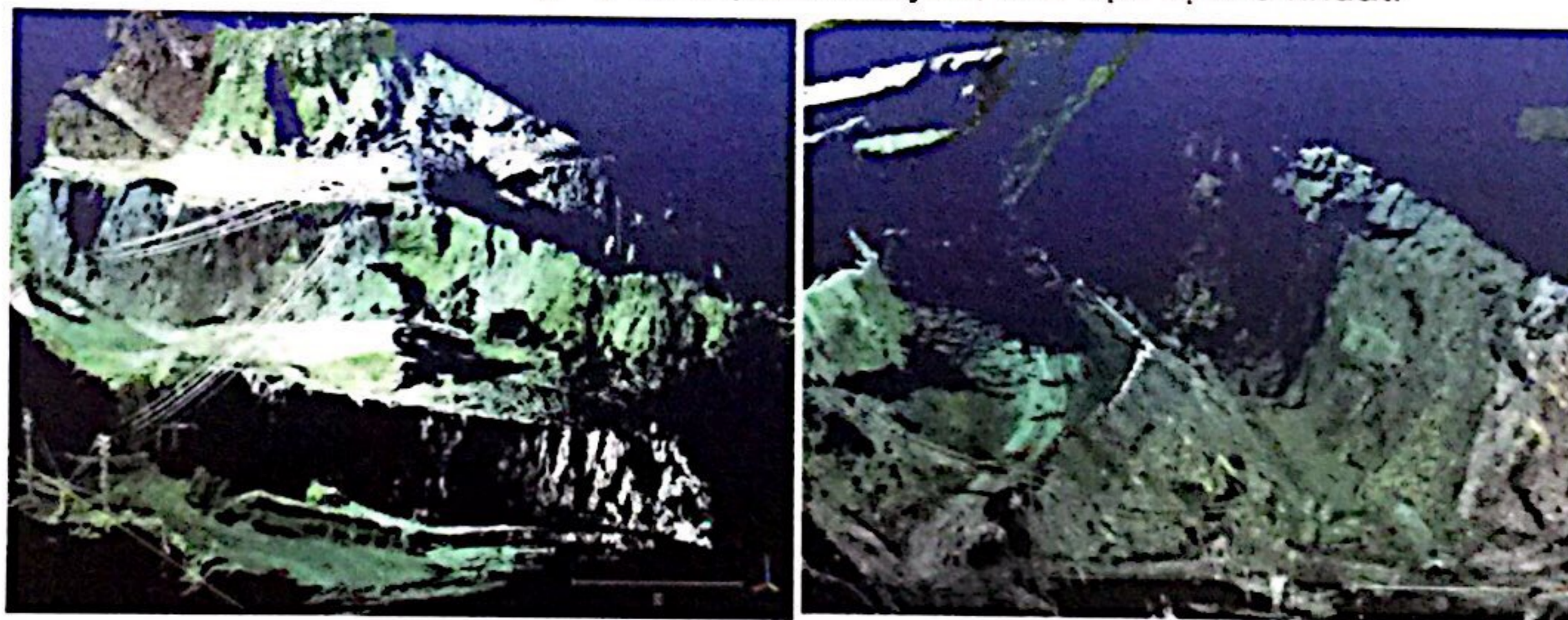


Control points					
Use	Name	ΔX	ΔY	ΔZ	
<input checked="" type="checkbox"/>	M5	0.004m	0.011m	0.000m	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	15	-0.013m	-0.016m	0.000m	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	16	0.014m	-0.008m	-0.001m	<input checked="" type="checkbox"/>

Accept

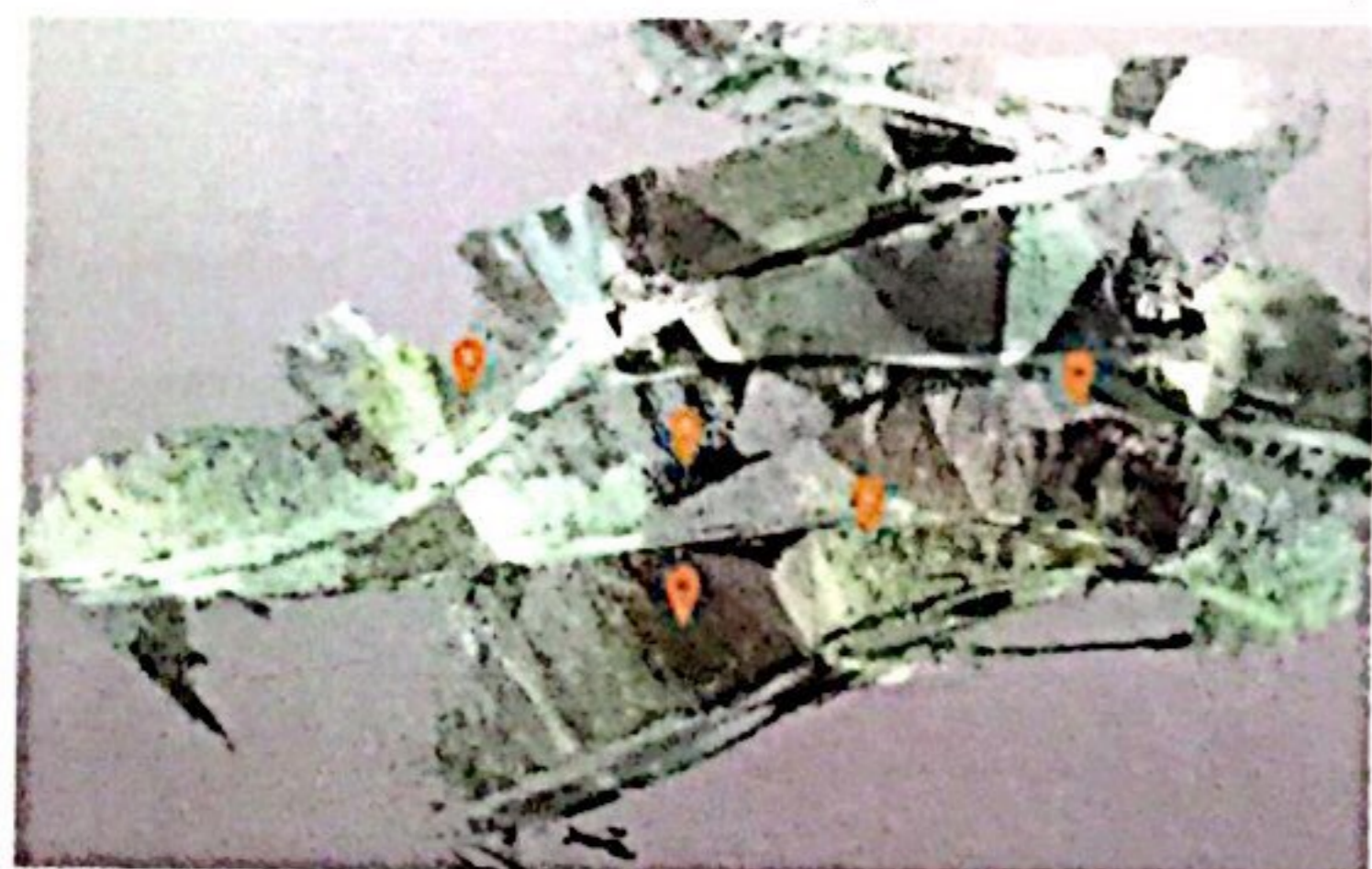
Hình 6: Kiểm tra gia số Δx , Δy , Δz của các cặp tiêu trùng nhau khi ghép nối các trạm quét

Chuẩn hóa dữ liệu và đo đạc bổ sung ngoại nghiệp: Sau khi ghép dữ liệu đám mây điểm thành một khối, dữ liệu thường chứa các điểm nhiễu bề mặt từ các trạm quét rời rạc trước khi nắn ghép. Mục đích chính của công đoạn này là chỉnh sửa và loại bỏ các điểm nhiễu bề mặt, đồng thời giúp làm giảm dung lượng lưu trữ và tăng tốc độ xử lý dữ liệu ở mô hình tổng thể. Đo bổ sung khu vực bị thiếu, hờ chưa có dữ liệu, khu vực có cường độ laser phản hồi yếu, khu vực bị che khuất.



Hình 7: Dữ liệu đám mây điểm bề mặt mịn sau khi được xử lý

Từ dữ liệu đám mây điểm, các tín hiệu địa hình được tách ra khỏi nhóm tín hiệu địa vật, đây sẽ là số liệu cần thiết để thành lập mô hình số độ cao.



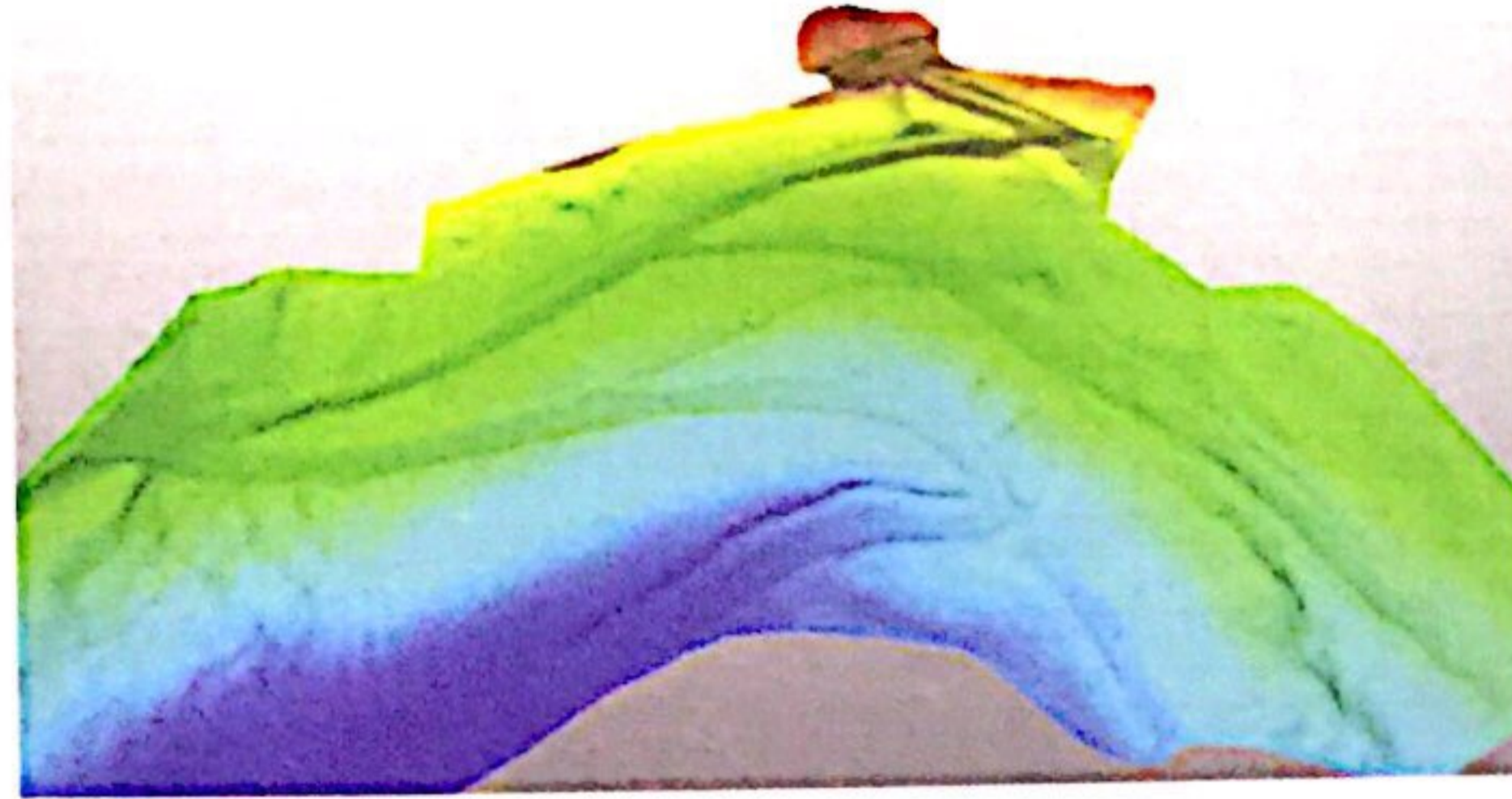
Hình 8. Dữ liệu đám mây điểm bề mặt địa hình mỏ Cọc Sáu



Hình 9. Dữ liệu đám mây điểm sau khi đã tăng cường chất lượng

- **Thành lập mô hình số độ cao**

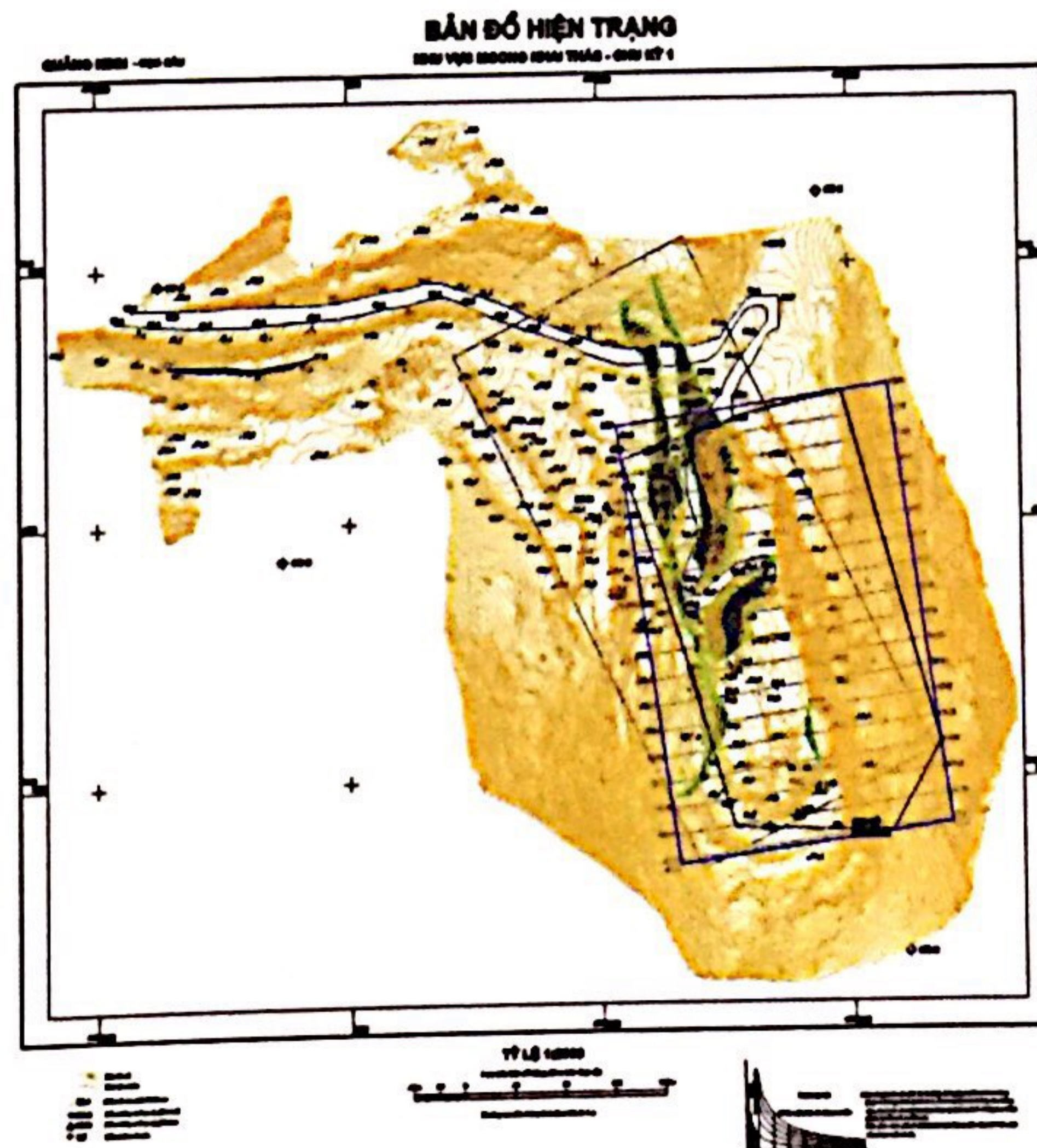
Mô hình số độ cao là cơ sở để phục vụ cho việc nội suy đường bình độ, biên tập thành lập bản đồ hiện trạng, thành lập mặt cắt địa hình, tính toán khối lượng đất bóc, khoáng sản khai thác trong một chu kỳ khai thác. Mô hình số độ cao có thể được xây dựng bằng modul "TOPO" của phần mềm X-PAD MPS, hoặc được xuất ra file txt (định dạng file: xyz, RGB; xyz, I hoặc xyz, I, RGB) để thành lập mô hình số độ cao bằng các phần mềm chuyên dụng khác.



Hình 10. Mô hình số độ cao bề mặt địa hình mỏ Cọc Sáu

3.2.3. Thành lập bản đồ hiện trạng, tính toán thống kê, kiểm kê khối lượng đất bóc và khoáng sản khai thác:

Trong khuôn khổ thực nghiệm, mô hình số độ cao và bản đồ hiện trạng khu vực khai thác được thành lập bằng module phần mềm Mine Surveying (phần mềm được xây dựng trong nhiệm vụ của đề tài), với mô hình số độ cao được xây dựng theo phương pháp lưới tam giác Delaunay (TIN). Từ mô hình số độ cao, bản đồ hiện trạng thành lập được ở chu kỳ 0 (thời điểm đo từ ngày 15 đến 16/10/2016), và chu kỳ 1 (thời điểm đo từ ngày 25 đến 26/6/2017), chồng ghép 02 mô hình và sử dụng chức năng tính khối lượng của module phần mềm Mine Surveying, nhóm tác giả đã tính được khối lượng đất bóc và khoáng sản khai thác được trong một chu kỳ kiểm kê (bảng 3).



Hình 11: Bản đồ hiện trạng (chu kỳ 1) phục vụ tính toán khối lượng đất bóc và khoáng sản khai thác giữa 02 chu kỳ đo

Bảng 3. Khối lượng đất bóc, khoáng sản khai thác trong một chu kỳ kiểm kê

TT mặt cắt	Khối lượng đào bồi đất đá					KL than khai thác	
	Khoảng cách	Diện tích đào (m ²)	Diện tích bồi (m ²)	Thể tích đào (m ³)	Thể tích bồi (m ³)	Diện tích khoáng sản (m ²)	Thể tích khoáng sản (m ³)
MC1		371,713	15,728			65,296	
	20			9032,267	335,200		1861,351
MC2		531,514	17,792			123,942	
	20			11640,304	294,665		1746,038
.....
.....
MC15		483,548	0,078			0,000	
	20			6838,696	122,297		0,000
MC16		217,760	17,109			0,000	
	20			1725,392	169,918		0,000
MC17		5,729	2,218			0,000	
	2.9395			0,000	218,017		0,000
MC18		0,000	199,264			0,000	
Tổng				242169,986	6382,452		18659,324

3.3. Phân tích hiệu quả và đánh giá khả năng áp dụng công nghệ quét laser mặt đất

3.3.1. Đánh giá về đáp ứng yêu cầu kỹ thuật

- Kết quả của công nghệ quét laser 3D mặt đất là dữ liệu đám mây điểm và ảnh cường độ xám. Qua kết quả thực nghiệm cho thấy với độ phân giải từ 3 cm (đo ở chế độ chi tiết) đến 10 cm (đo ở chế độ tiêu chuẩn), kết hợp với ảnh cường độ xám dữ liệu đám mây điểm sau khi xử lý đã thể hiện đầy đủ chi tiết dáng địa hình, địa vật cũng như phản ánh chất liệu của bề mặt phản xạ.

- Ngoài kết quả kiểm nghiệm, đánh giá độ chính xác của máy SPS Zoom 300 trước khi tiến hành thi công thực địa [3], và kiểm tra độ chính xác dữ liệu quét qua gia số $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ của các cặp tiêu trùng nhau trong quá trình ghép nối các trạm quét (hình 6), nhóm tác giả đã tiến hành đo 12 mặt cắt bằng máy Topcon GPT7501 để so sánh với độ cao của dữ liệu đám mây điểm sau xử lý (bảng 4).

Bảng 4. Kết quả tính sai số trung phương độ cao điểm đo kiểm tra bằng máy Topcon GPT7501

STT	Chu kỳ quét	Số mặt cắt đo kiểm tra	Số điểm đo kiểm tra (n)	$\sum \Delta_h^2$	Sai số trung phương độ cao m_h
1	Chu kỳ 0	6	135	0.027	$\pm 0.010m$
2	Chu kỳ 1	6	147	0.029	$\pm 0.010m$

Với độ chính xác này công nghệ quét laser mặt đất có thể áp dụng để thành lập cơ sở dữ liệu nền thông tin địa lý ở tỷ lệ lớn tới 1/200.

3.3.2. Đánh giá về tiến độ, hiệu quả kinh tế

Như chúng ta đã biết, dữ liệu không gian đám mây điểm (Point Cloud) mang tính chất thời sự. Với việc tổ chức triển khai thi công đơn giản, thời gian thu thập dữ liệu thực địa nhanh chóng và an toàn (có thể đo đạc với các đối tượng không thể tiếp cận trực tiếp do địa hình dốc, vị trí có nguy cơ sạt lở cao...), tốn ít nhân lực (không phải có nhân lực đi gương, đi mia, vẽ sơ đồ...) con người ít phải tác động vào quá trình đo đạc, tính toán xử lý nên làm cho năng suất lao động tăng lên, kết quả tin cậy hơn và tác nghiệp viên sẽ có thời gian tập trung vào khâu sửa chữa biên tập dữ liệu, mang lại hiệu quả cao trong công việc.

3.3.3. Đánh giá về khả năng ứng dụng trong thực tiễn sản xuất

Công nghệ quét laser 3D nói chung và công nghệ quét laser 3D mặt đất nói riêng đang được các hãng sản xuất nghiên cứu và chế tạo với các thiết bị đo, phần mềm xử lý dữ liệu ngày càng hoàn thiện (độ chính xác, khoảng cách quét, tốc độ và mật độ quét....), và với giá thành ngày càng hạ. Một số hãng sản xuất lớn, có uy tín như Leica, Faro, Trimble, Geomax... đã giới thiệu quảng bá và bán các thiết bị quét laser tại Việt Nam. Vì vậy việc triển khai thiết bị quét laser 3D mặt đất trong thực tiễn sản xuất tại Việt Nam là hoàn toàn khả thi.

Tuy nhiên qua thực tế thực nghiệm, tập thể tác giả thấy một số vấn đề cần lưu ý như sau:

- Việc xử lý dữ liệu đám mây điểm thu thập được từ công nghệ quét laser mặt đất đòi hỏi phải có hệ thống máy tính có cấu hình rất cao, khả năng lưu dữ liệu cần lớn.

- Tác nghiệp viên xử lý dữ liệu phải có trình độ tay nghề cao, thời gian cho công tác xử lý nội nghiệp nhiều, đặc biệt đối với khu vực có địa hình, địa vật phức tạp phải bóc tách thực phủ, nhà cửa, công trình xây dựng, giao thông (phương tiện xe cộ, người tham gia giao thông). Qua thực tế thấy công xử lý nội nghiệp gấp nhiều lần công thu thập đo đạc ngoài thực địa.

- Một số khu vực máy quét laser 3D mặt đất không thể tiếp cận và đo được như: khu vực địa hình bị che lấp, mái nhà, đỉnh núi....ngoài sử dụng các phương pháp chuyên thống để đo bổ sung (máy toàn đạc điện tử, GNSS động...) cần phải có những nghiên cứu để kết hợp với một số công nghệ thu thập dữ liệu tiên tiến khác như chụp ảnh bằng máy bay không người lái (UAV), ảnh viễn thám....

4. Kết luận

Với độ chính xác đạt được từ kết quả đo thực nghiệm ở khai trường mỏ than Cọc Sáu, có thể khẳng định phương pháp đo bằng thiết bị quét laser mặt đất nói chung và máy SPS Zoom 300 hoàn toàn đáp ứng yêu cầu của công tác trắc địa trong đo vẽ thành lập bản đồ hiện trạng, bản vẽ mặt cắt hiện trạng khu vực được phép khai thác khoáng sản; thống kê, kiểm kê trữ lượng khoáng sản theo quy định của Thông tư số 02/2013/TT-BTNMT ngày 01/03/2013 của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Qua kết quả nghiên cứu và đo thực nghiệm đã xây dựng và hoàn thiện được quy trình công nghệ nhằm đáp ứng được yêu cầu cấp bách về đưa công nghệ quét laser mặt đất, một công nghệ mới hiện đại áp dụng vào Việt Nam nhằm tăng cường năng lực quản lý Nhà nước trong hoạt động khoáng sản, đồng thời góp phần vào sự phát triển chung của ngành Đo đạc và Bản đồ, quản lý đất đai.

Tài liệu tham khảo

- [1] Võ Chí Mỹ, *Trắc địa mỏ*. 2015, Hà Nội: NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
- [2] Nguyễn Việt Nghĩa and V.N. Dũng, *Nghiên cứu khả năng ứng dụng máy quét laser 3D mặt đất trong quản lý xây dựng - khai thác mỏ hầm lò*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, 2016. **57**: p. 65-73.
- [3] Nguyễn Việt Nghĩa, Nguyễn Quốc Long, and V.Q. Lập, *Đánh giá khả năng ứng dụng máy quét laser mặt đất GeoMax Zoom 300 trong công tác thành lập mô hình 3D mỏ lộ thiên Việt Nam*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, 2017. **57**: p. 65-73.
- [4] Milev, I. and L. Gruendig. *New Tools for Terrestrial Laser Scanning Applied for Monitoring Rails and Buildings*. in *FIG Working Week*. 2007.
- [5] Roca-Pardiñas, J., et al., *From laser point clouds to surfaces: Statistical nonparametric methods for three-dimensional reconstruction*. Computer-Aided Design, 2008. **40**(5): p. 646-652.
- [6] J. Bock, et al. *Support of High-Performance Operations in Coal Mining by Use of 3D Laser Scanning*. in *International Society for Mine surveying*. 2009. UK.
- [7] Kukutsch, R., et al., *Use of 3D laser scanner technology to monitor coal pillar deformation*. 2016.

- [8] Herrera, L., S. Le Borgne, and H.A. Videla, *Modern methods for materials characterization and surface analysis to study the effects of biodeterioration and weathering on buildings of cultural heritage*. International Journal of Architectural Heritage, 2008. **3**(1): p. 74-91.
- [9] Derron, M.-H. and M. Jaboyedoff, *Preface" LIDAR and DEM techniques for landslides monitoring and characterization"*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2010. **10**(9): p. 1877-1879.
- [10] Qiu, D. and L. Gao. *Application of virtual reality technology in bridge structure safety monitoring*. in *Computer and Information Application (ICCIA), 2010 International Conference on*. 2010. IEEE.
- [11] Monserrat, O. and M. Crosetto, *Deformation measurement using terrestrial laser scanning data and least squares 3D surface matching*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2008. **63**(1): p. 142-154.
- [12] Pu, S. and G. Vosselman, *Automatic extraction of building features from terrestrial laser scanning*. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2006. **36**(5): p. 25-27.
- [13] Van Gosliga, R., R. Lindenbergh, and N. Pfeifer, *Deformation analysis of a bored tunnel by means of terrestrial laser scanning*. 2006: na.
- [14] Van der Merwe, J. and D. Andersen, *Applications and benefits of 3D laser scanning for the mining industry*. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2013. **113**(3): p. 00-00.
- [15] Maciaszek, J., D. Madusiok, and W. Matwij, *The comparison of the results of laser scanning and classical surveying methods of measuring the area and volume in the chapel of St. Kinga in the salt mine of Bochnia*. Geology, Geophysics and Environment, 2013. **39**.
- [16] Gu, F. and H. Xie, *Status and development trend of 3D laser scanning technology in the mining field*. Adv. Intell. Syst. Res, 2013.
- [17] Kersten, T.P., H. Sternberg, and K. Mechelke. *Investigations into the accuracy behaviour of the terrestrial laser scanning system Mensi GS100*. in *Proceedings of 7th Conference in Optical 3D Measurement Techniques*. 2005.
- [18] Kersten, T., et al., *Terrestrial lasers scanning system MENSIGS100/GS200—accuracy tests, experiences and projects at the Hamburg University of Applied Sciences*. 2004.
- [19] Faro, *Laser Scanners Techsheets Available online: <http://www.faro.com/>(Techsheet Accessed in June 2015)*. 2015.
- [20] Riegl, *Laser Scanners Techsheets. Available online: <http://www.riegl.com/> (Techsheet Accessed in November 2014)*. 2014.

MỤC LỤC

HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ	1
1. GS. TSKH. Đặng Hùng Võ - Thông tin không - thời gian là hạ tầng thông tin cho phát triển thế hệ công nghệ thứ tư	3
2. TS. Phan Đức Hiếu, TS. Hoàng Ngọc Lâm, ThS. Nguyễn Văn Thảo - Giới thiệu Luật Đo đạc và Bản đồ	11
3. TS. Trần Bình Trọng, ThS. Phạm Thị Phương Liên – Báo cáo về kết quả hoạt động khoa học công nghệ trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ	18
4. TS. Phan Đức Hiếu, TS. Trần Bạch Giang - Hiện đại hóa hạ tầng đo đạc phục vụ cho cách mạng công nghiệp 4.0 ở Việt Nam	28
5. TS. Trần Bạch Giang - Xây dựng, phát triển và quản lý hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia Việt Nam	36
6. GS. TS. Võ Chí Mỹ, ThS. Nguyễn Quốc Long, ThS. Võ Ngọc Dũng, ThS. Cao Xuân Cường - Vai trò của thông tin địa không gian trong quy hoạch và quản lý đô thị thông minh	42
7. TS. Trần Hồng Quang - Đo đạc và thông tin địa lý với Chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững ở nước ta	47
8. ThS. Phạm Hữu Trực - Dữ liệu địa lý – hàng hóa thời kỳ “vạn vật kết nối”	55
9. ThS. Phan Thị Nguyệt Quế, PGS. TS. Đinh Thị Bảo Hoa, CN. Lê Thanh Hải - Hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu địa giới hành chính Việt Nam	61
10. ThS. Dương Văn Hải, ThS. Bùi Huy Hoàng, TS. Cáp Xuân Tú, KS. Trần Đức Thuận - Nghiên cứu, ứng dụng các công nghệ thu thập dữ liệu không gian địa lý phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu đa mục tiêu	68
11. TS. Cáp Xuân Tú, ThS. Võ Thị Kim Giao, KS. Đỗ Trọng Hiếu - Nghiên cứu, xây dựng quy trình thành lập cơ sở dữ liệu không gian địa lý và bản đồ ba chiều tỷ lệ lớn	78
12. ThS. Nguyễn Văn Tuấn - Nghiên cứu xây dựng hệ thống cung cấp dịch vụ, sản phẩm đo đạc bản đồ	88
13. ThS. Nguyễn Thị Kim Dung, KS. Dương Hồng Yên, CN. Nguyễn Thị Thanh Huệ Anh - Giải pháp công nghệ trong công tác đo đạc địa hình khu vực bãi bồi ven biển Việt Nam	93
ĐO ĐẠC CƠ BẢN	103
14. PGS. TS. Nguyễn Văn Sáng, TS. Vũ Văn Trí, NCS. Phạm Văn Tuyên - Xác định dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh trên vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa	105
15. TS. Nguyễn Đại Đồng, ThS. Vũ Tiến Quang - Tình hình ứng dụng và phát triển công nghệ đo đạc và bản đồ Việt Nam	113
16. PGS. TSKH. Hà Minh Hòa, KS. Đặng Xuân Thủy - Các kết quả thực nghiệm giải quyết bài toán nội suy các giá trị dị thường Bouguer ở các khu vực rừng núi (độ cao địa hình trung bình nhỏ hơn 1500 m), trung du và đồng bằng thuộc lãnh thổ Việt Nam	122
17. KS. Phan Ngọc Mai, ThS. Nguyễn Tuấn Anh, ThS. Trần Anh Tuấn - Đổi mới công nghệ đo đạc xác định tọa độ, độ cao trên cơ sở ứng dụng các dịch vụ trạm CORS ở Việt Nam	137

ĐO ĐẠC ỨNG DỤNG	419
51. TS. Lê Đại Ngọc - Xây dựng WebGIS hỗ trợ quản lý hệ thống tưới bắc sông Chu và nam sông Mã	421
52. TS. Phạm Xuân Hoàn, TS. Lê Thị Kim Dung - Ứng dụng công nghệ bay chụp và xử lý ảnh UAV: Hiện trạng và hướng phát triển	429
53. TS. Nguyễn Thị Thanh Hương, ThS. Nguyễn Thanh Thủy, TS. Phạm Thế Huỳnh - Tiếp cận khái niệm mô hình địa chính biển Việt Nam	439
54. ThS. Phạm Như Hách, KS. Nguyễn Minh Hoàng, CN. Hoàng Thị Vân - Ứng dụng công nghệ quét Laser 3D trong mô hình hoá thông tin phục vụ thành lập bản đồ	450
55. ThS. Khương Văn Long - Ứng dụng công nghệ khảo sát biển và định hướng phát triển ngành đo đạc biển hải quân sau năm 2020	456
56. KS. Dương Quốc Lương - Quá trình hình thành và phát triển của công tác đo đạc và bản đồ biển dân sự	466
57. TS. Nguyễn Đức Tuệ - Ứng dụng Hệ thống Thông tin địa lý lập bản đồ tìm kiếm quy tập hài cốt liệt sĩ	472
58. KS. Trần Thuận - Tạo ID cho thửa đất	479
59. TS. Nguyễn Huy Anh, CN. Phan Quốc Viên, ThS. Từ Thanh Trí - Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS hỗ trợ công tác quản lý chất thải rắn sinh hoạt trên địa bàn thị trấn Củ Chi, thành phố Hồ Chí Minh	482
60. CN. Phạm Đức Hạnh, KS. A Byot, KS. Trần Anh Tuấn, ThS. Phạm Thị Phương - Đề xuất giải pháp trực quan hóa dữ liệu quy hoạch sử dụng đất	490
61. TS. Lê Đại Ngọc - Ứng dụng công nghệ bay chụp ảnh UAV trong khảo sát tuyến đường dây truyền tải điện Quốc gia	494
62. ThS. Vũ Quốc Lập, ThS. Trần Anh Tuấn, TS. Nguyễn Viết Nghĩa, ThS. Nguyễn Văn Hùng - Nghiên cứu ứng dụng công nghệ quét Laser mặt đất nâng cao chất lượng dữ liệu địa không gian nhằm tăng cường năng lực quản lý nhà nước trong hoạt động khoáng sản không gian địa lý và bản đồ ba chiều tỷ lệ lớn	507

NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

Trụ sở chính: Số 85 – Nguyễn Chí Thanh, Láng Hạ, Đống Đa, Hà Nội

Tel: (84-24) 3835 5958, 3834 3646, 3773 4371 Fax: (84-24) 3834 4610

Email: info@bando.com.vn Website: www.bando.com.vn

Chi nhánh tại Hà Nội: Số 14 – Pháo Đài Láng, Láng Thượng, Đống Đa, Hà Nội

Chi nhánh tại TP. Hồ Chí Minh: Số 3 – Trần Nãi, phường Bình An, Q2, TP. Hồ Chí Minh

**TUYÊN TẬP BÁO CÁO
HỘI NGHỊ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ
TOÀN QUỐC NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ**

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Tổng Giám đốc – Tổng Biên tập: ThS. Kim Quang Minh

Phó Tổng biên tập: KS. Nguyễn Văn Chính

Biên tập viên:

Trình bày và sửa bản in:

ĐỐI TÁC LIÊN KẾT XUẤT BẢN:

Số lượng in 700 cuốn, khổ 21 x 29,7 cm

In tại Công ty TNHH GLEAP Việt Nam

Số xác nhận đăng ký xuất bản:

Số quyết định xuất bản:

In xong và nộp lưu chiểu tháng 9 năm 2018

Mã số ISBN:978-604-952-272-7