

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
KHOA TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ VÀ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI
BỘ MÔN TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH



ENGINEERING SURVEYING
FOR SUSTAINABLE
DEVELOPMENT - ESSD 2023

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ESSD 2023)

Engineering Surveying for Sustainable Development - ESSD 2023



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

Nghiên cứu khả năng sử dụng Lidar phân khúc thấp AA450 trong khảo sát công trình giao thông hiện hữu	110
<i>Nguyễn Việt Hà, Vũ Ngọc Quang, Đồng Văn Huyền</i>	
Ứng dụng đồng bộ công nghệ UAV, xử lý ảnh trong kiểm soát chất lượng và an toàn mỏ mìn tại mỏ đá vôi Hồng Sơn, tỉnh Hà Nam	120
<i>Phạm Văn Việt, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Hòa, Trần Đình Bão, Lê Thị Thu Hoa</i>	
Nghiên cứu kết hợp công nghệ GNSS và 3D Laser Scan quan trắc chuyển vị đê chắn sóng	130
<i>Trần Ngọc Đông, Nguyễn Văn Nghĩa, Nguyễn Văn Hùng</i>	
Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp phân tích độ ổn định lưới độ cao cơ sở trong quan trắc lún công trình	141
<i>Trần Thùy Linh</i>	
Xây dựng lưới tam giác thủy công trên cơ sở kết hợp tính chuyển tọa độ công trình và bình sai tự do	147
<i>Trần Trung Anh, Nguyễn Quang Hà</i>	
Quy trình khảo sát địa hình mỏ lộ thiên bằng công nghệ UAV phục vụ đánh giá ổn định bờ mỏ: Thực nghiệm tại cụm mỏ đá thuộc Công ty cổ phần xi măng VICEM Hà Tiên	155
<i>Trần Trung Anh, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Quốc Khánh, Phạm Văn Việt</i>	
Giải pháp Lidar di động cho khảo sát bề mặt đường: Nghiên cứu với Lidar tích hợp Au20 vận hành trên xe ô tô	166
<i>Vũ Ngọc Quang, Nguyễn Việt Hà, Phạm Thị Thanh Hòa</i>	
Ứng dụng GIS trong công tác giải phóng mặt bằng dự án tuyến đường cao tốc Vân Đồn - Móng Cái	176
<i>Vũ Thái Hà, Phạm Chính Thảo, Khúc Thành Đông</i>	
Trắc địa công trình trong cách mạng số và cơ sở dữ liệu thông tin xây dựng	185
<i>Vũ Văn Thịnh, Vũ Thái Hà</i>	
Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo biến động bề mặt không thấm khu vực Thành phố Hồ Chí Minh từ dữ liệu viễn thám và GIS	193
<i>Phạm Văn Tùng, Nguyễn Văn Trung, Vũ Xuân Cường, Lê Văn Phú</i>	
Đánh giá độ chính xác xử lý số liệu trạm CORS Việt Nam theo phương pháp PPP online sử dụng dịch vụ CSRS-PPP	203
<i>Nguyễn Đình Huy, Trần Đình Trọng, Lương Ngọc Dũng</i>	
Ứng dụng GNSS - RTK trong quan trắc chuyển dịch cầu dây văng ở Việt Nam và một số vấn đề trong xử lý số liệu quan trắc	213
<i>Nguyễn Thùy Linh, Lê Văn Hiến, Lê Minh Ngọc, Cù Văn Linh</i>	
Thực trạng và giải pháp hoàn thiện pháp luật về giá đất, cơ chế vận hành, khai thác cơ sở dữ liệu giá đất	223
<i>Nguyễn Thị Dung, Nguyễn Thế Công, Trần Xuân Miễn</i>	

Ứng dụng đồng bộ công nghệ UAV, xử lý ảnh trong kiểm soát chất lượng và an toàn nổ mìn tại mỏ đá vôi Hồng Sơn, tỉnh Hà Nam

Phạm Văn Việt^{1,2,*}, Nguyễn Anh Tuấn^{1,2}, Phạm Văn Hòa^{1,2}, Trần Đình Bảo^{1,2}, Lê Thị Thu Hoa^{1,2}

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

²Nhóm Nghiên cứu mạnh ISRM (Innovations for Sustainable and Responsible Mining)

TÓM TẮT

Công tác khoan nổ mìn là khâu đầu tiên trong hoạt động khai thác khoáng sản. Chất lượng công tác nổ mìn thể hiện chất lượng đồng đá, kích cỡ đá sau nổ mìn. Ngoài ra, công tác khoan nổ mìn còn gây ra những tác động xấu tới môi trường xung quanh, đặc biệt là sóng chấn động nổ mìn. Do đó, cần có giải pháp công nghệ nhằm kiểm soát đồng bộ chất lượng và ảnh hưởng xấu của công tác khoan nổ mìn. Việc kiểm soát công tác khoan nổ mìn từ các số liệu lập hệ chiếu nổ mìn tới triển khai công tác khoan, kiểm soát công tác nổ mìn cũng như kiểm soát chất lượng nổ mìn và kiểm soát sóng chấn động nổ mìn. Bài báo đề xuất ứng dụng đồng bộ các công nghệ mới trong kiểm soát thông số đầu vào lập hệ chiếu, triển khai đưa hệ chiếu nổ ra thực địa, kiểm soát chất lượng đất đá sau nổ mìn, cũng như kiểm soát chấn động nổ mìn. Đó là ứng dụng đồng bộ thiết bị định vị GPS RTK, máy bay không người lái (UAV), công nghệ đo cỡ hạt nổ mìn bằng chụp ảnh và xử lý bằng phần mềm Rockimage và máy đo chấn động nổ mìn (Micromate). Việc sử dụng đồng bộ công nghệ mới này đã được ứng dụng tại mỏ đá vôi Hồng Sơn, tỉnh Hà Nam nhằm kiểm soát hiệu quả nổ mìn và an toàn cho mỏ.

Từ khóa: Nổ mìn, GPS RTK, UAV, Rockimage, Micromate, Hà Nam.

1. Giới thiệu

Nổ mìn là một khâu công nghệ đầu tiên trong hoạt động khai thác mỏ, có ảnh hưởng đến các khâu công nghệ tiếp theo. Công tác nổ mìn trải qua các giai đoạn đo vẽ cập nhật vị trí bãi khoan nổ mìn, lập hệ chiếu khoan nổ mìn, triển khai đưa lỗ khoan đã được thiết kế ra bãi nổ thực tế, tiến hành công tác khoan, nghiệm thu bãi khoan, điều chỉnh hệ chiếu khoan nổ mìn, công tác nạp mìn, đầu ghép mạng nổ và nổ mìn. Trong quá trình công tác nổ mìn cần thiết phải kiểm tra đánh giá công tác nổ mìn thông qua hình dạng đồng đá nổ mìn, kích thước đất đá phá vỡ và kiểm soát tác động xấu của công tác nổ mìn gồm có chấn động nổ mìn, sóng đập không khí và đá bay (Chu Thị Thùy Dung và nnk., 2016; Đỗ Ngọc Tước và nnk., 2014; Hieu, 2020). Việc cập nhật chính xác kích thước hình dạng bãi nổ góp phần giúp kỹ sư khai thác mỏ lập hệ chiếu khoan nổ mìn chính xác như xác định chính xác đường cân chân tầng (đây là một thông số quan trọng quyết định một số thông số khoan nổ mìn còn lại). Hơn nữa, sau khi công tác lập hệ chiếu khoan nổ mìn xong thì việc triển khai đưa vị trí lỗ khoan ra thực địa chính xác cũng góp phần triển khai đúng các thông số khoan nổ mìn trong hệ chiếu ra thực địa nhằm đảm bảo chất lượng công tác nổ mìn như thiết kế. Từ những yêu cầu trên giúp đảm bảo chất lượng công tác nổ mìn và kiểm soát an toàn trong công tác nổ mìn. Sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật trong việc cập nhật nhanh chính xác thông tin đầu vào và đầu ra trong công tác nổ mìn là rất quan trọng. Hiện nay, việc ứng dụng công nghệ định vị theo thời gian thực GPS RTK đã được phát triển và đã áp dụng vào một số lĩnh vực đo đạc, cập nhật địa hình rất nhanh, với độ sai số cho phép (Cao Minh Thủy và nnk., 2020; Trần Ngọc Đông và nnk., 2020). Các thiết bị bay không người lái (UAV) cũng đã được nghiên cứu và phát triển ứng dụng vào việc đo đạc cập nhật địa hình, tính toán khối lượng và kiểm soát môi trường cho các hoạt động xây dựng, khai thác mỏ, lâm nghiệp và nông nghiệp đem lại độ chính xác và năng suất cao (Nguyễn Tam Tính, 2022; Vũ Ngọc Phương, 2022; Hà Thị Hằng và nnk., 2022; Nguyễn Văn Thế và nnk., 2018; Trần Văn Thắng, 2022; Lê Minh Huệ, 2022; Phạm Tiến Dũng, 2020; Canh, 2020). Ngoài ra, với công nghệ xử lý ảnh trong việc đánh giá kích thước cỡ hạt đất đá sau nổ đá nổ mìn cũng đã được sử dụng như phần mềm Rockimage (Phạm Văn Việt, 2019).

* Tác giả liên hệ
Email: phamvanviet@humg.edu.vn

Các thiết bị giám sát chấn động hiện đại cũng đã được nghiên cứu đưa vào sử dụng trong công tác giám sát chấn động nổ mìn và sóng đập không khí cho các mỏ lộ thiên ở Việt Nam (Trần Quang Hiếu, 2020). Nhưng hiện nay, việc sử dụng kết hợp đồng bộ các công nghệ định vị theo thời gian thực GPS RTK, thiết bị bay không người lái (UAV), công nghệ xử lý ảnh trong đo cỡ hạt và thiết bị giám sát chấn động nổ mìn cho các vụ nổ mìn chưa được thực hiện. Do đó, bài báo nghiên cứu áp dụng đồng bộ công nghệ này trong việc kiểm soát chất lượng và an toàn công tác nổ mìn trên mỏ lộ thiên, triển khai thực hiện kiểm soát chất lượng và an toàn tại mỏ đá vôi Hồng Sơn, Hà Nam.

2. Nội dung nghiên cứu

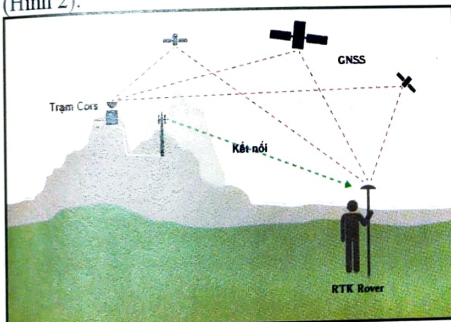
2.1. Công nghệ định vị GPS RTK

Hiện nay, công nghệ đo GPS RTK kết hợp với trạm Cors (trạm chủ) được đặt tại các điểm đã biết tọa độ thu, thu tín hiệu vệ tinh liên tục 24/24h và gửi dữ liệu chuyển về máy chủ thông qua hệ thống mạng 3G, trung tâm dữ liệu xử lý và chuyển dữ liệu cho các trạm di động ngay lập tức thông qua hệ thống truyền tin bằng radio hoặc mạng 3G (Cao Minh Thủy, 2020).

Trong hoạt động nổ mìn trên mỏ, công nghệ GPS RTK được sử dụng trong việc cập nhật dữ liệu bãi nổ mìn, kết hợp với công nghệ máy bay không người lái (UAV) để định vị xây dựng mô hình bề mặt, định vị vị trí các lỗ mìn đưa ra ngoài thực địa, xác định chính xác các vị trí giám sát chấn động nổ mìn (Hình 1).

2.2. Công nghệ máy bay không người lái (UAV)

Máy bay không người lái (UAV) là thiết bị gồm 2 phần máy bay và bộ phận điều khiển. Thiết bị UAV có các cảm biến điều khiển chống va đập theo các hướng, được trang bị bốn motor, bốn cánh quạt có thể tháo rời và chân hạ cánh cố định bên dưới. Bộ điều khiển có hai antenna, truyền tín hiệu trên hai tần số 2,4 và 5,8 GHz. Bộ điều khiển có thể kết nối với điện thoại thông minh để cài đặt thông số bay chụp cũng như giám sát trong hoạt động bay, UAV có thể mang máy ảnh để chụp các bức ảnh định dạng JPEG (Hình 2).



Hình 1. Công nghệ định vị vệ tinh GPS RTK



Hình 2. Thiết bị bay không người lái UAV hãng DJI

Quá trình thành lập bản đồ bằng công nghệ UAV bao gồm 4 giai đoạn chính: giai đoạn chuẩn bị, giai đoạn chụp ảnh, giai đoạn xử lý ảnh UAV và giai đoạn thành lập bản đồ. Trong giai đoạn chuẩn bị bao gồm tính toán phương pháp bay chụp, thiết kế tuyến bay, cao độ bay nhằm đáp ứng yêu cầu về độ chi tiết bản đồ (Canh, 2020; Nguyễn Tam Tĩnh, 2022). Trong khi đó, giai đoạn bay chụp theo tuyến đã được thiết kế, giai đoạn xử lý ảnh UAV bao gồm tạo lập đám mây điểm, nắn chỉnh hình học ảnh và gộp ảnh nhằm loại trừ sai số trong quá trình bay chụp gây ra (Hình 3).

Trong công tác khoan nổ mìn trên mỏ, công nghệ UAV kết hợp với công nghệ định vị GPS RTK trong việc đo cập nhật dữ liệu bãi nổ mìn trước, sau khi nổ nhằm xây dựng bản đồ khu vực nổ mìn phục vụ công tác lập hộ chiếu khoan nổ và đánh giá khối lượng, chất lượng đá sau nổ mìn. Công nghệ UAV còn được sử dụng chụp các bức ảnh chất lượng đồng đá nhằm đánh giá cỡ hạt đất đá sau nổ mìn.

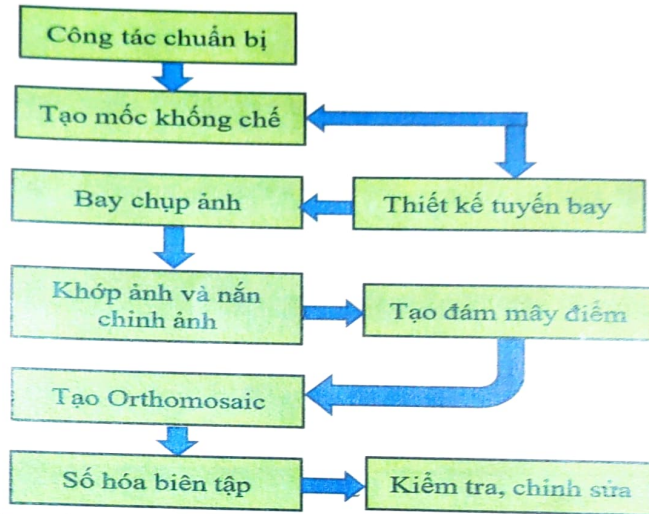
2.3. Máy giám sát chấn động nổ mìn

Thiết bị chuyên dụng Blastmate III, Micromate của hãng INSTANTEL (Canada) để đo các thông số về sóng chấn động, sóng va đập không khí do nổ mìn gây ra (Hình 4).

Thông số thiết bị đo thể hiện ở dải tần số từ 2 Hz tới 200 Hz, thang đo vận tốc phần tử tối thiểu từ 0,5 đến 254 mm/s, thang đo âm từ 100-148 dB. Giám sát chấn động nổ mìn thiết bị sử dụng đầu thu tín hiệu 3 trục (Hình 5) có biên độ dao động 254 mm/s, độ phân giải từ 0,127 mm/s, độ chính xác (ISEE/DIN +/-5

% hoặc 0,5 mm/s, mật độ truyền dẫn 2,13 g/cc, dải tần số (ISEE/DIN) từ 2-250 Hz, chiều dài dây cáp lớn nhất (ISEE / DIN) 75/1000 m. Giám sát sóng đập không khí sử dụng Micro thang đo theo dB hoặc dBA, độ chính xác +/-10 % hoặc +/-1dB, tần số phản hồi từ 2-250 Hz.

Sóng địa chấn truyền đến đâu, các phân tử đất đá ở đó sẽ dao động tương ứng, khi các phân tử dao động đến mức độ vượt ngưỡng cho phép sẽ xảy ra sự phá hủy môi trường và các cấu trúc đặt trên nó. Mức độ tác động của sóng địa chấn đến công trình được đánh giá thông qua hai đại lượng: biên độ dao động phân tử đất đá (vận tốc dao động - mm/s) và tần số dao động của chúng (Hz). Ngưỡng cho phép của hai đại lượng trên đã được quy định tại QCVN 01:2019/BCT (Bảng 1).



Hình 3. Quy trình bay thành lập bản đồ bằng công nghệ UAV (Nguyễn Văn Thế, 2018)



a. Máy đo Micomate

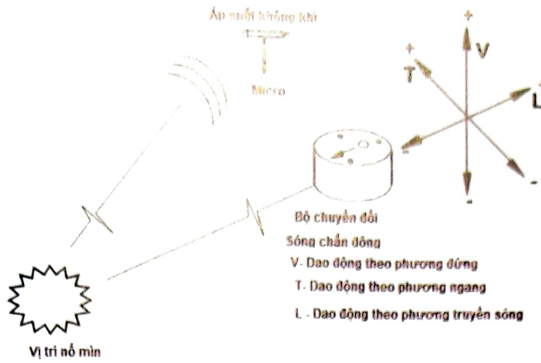
b. Máy đo Blasmate III

Hình 4. Thiết bị giám sát chấn động nổ mìn

Bảng 1. Ngưỡng dao động cho phép (QCVN 01:2019/BCT)

Khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến công trình gần nhất	Vận tốc dao động cực trị cho phép
Từ 0 đến dưới 92 m	31,75 mm/s
Từ 92 m đến 1524 m	25,4 mm/s
1524 m trở lên	19 mm/s

Sóng đập không khí nếu đủ lớn sẽ làm chấn động nhà cửa, vỡ kính và gây tổn thương cho người, động vật. Độ lớn của sóng không khí được thể hiện theo đơn vị dB. Theo QCVN 01:2019/BCT quy định giới hạn cho phép của tác động sóng chấn động không khí đối với người và công trình thể hiện Bảng 2.



Hình 5. Đầu thu nhận tín hiệu (Geophone).

Bảng 2. Giới hạn cho phép sóng đập không khí đối với người và công trình.

Khi giới hạn tần số dưới của hệ thống đo Hz ($\pm 3\text{dB}$)	Mức tối đa cho phép dB(L)
0,1 Hz hoặc thấp hơn - dải tần số đáp ứng phẳng.	134 Đỉnh
2,0 Hz hoặc thấp hơn - dải tần số đáp ứng phẳng	133 Đỉnh
6,0 Hz hoặc thấp hơn - dải tần số đáp ứng phẳng	129 Đỉnh
Dải tần số đặc tính C - Đặc tính thời gian "S".*	105 dB (C) Đỉnh

* Giám sát theo yêu cầu của cơ quan có thẩm quyền

Thiết bị giám sát chấn động, sóng đập không khí được đặt tại các công trình cần bảo vệ về hướng của bãi nổ mìn nhằm đánh giá ảnh hưởng chấn động và sóng đập không khí tới công trình. Do đó việc xác định vị trí chính xác của vị trí đo giám sát nổ mìn là rất quan trọng. Việc xác định vị trí giám sát nổ mìn chính xác, thiết bị định vị GPS RTK được đưa sử dụng để kiểm soát độ chính xác khoảng cách tới vụ nổ mìn.

2.4. Công nghệ đánh giá cỡ hạt đất đá nổ mìn

Công nghệ đánh giá cỡ hạt đất đá nổ mìn thường sử dụng công nghệ xử lý ảnh bằng việc chụp các bức ảnh đồng đất nổ mìn sau đó phần mềm tiến hành phân tích theo cấp cỡ hạt đất đá trong đồng đất nổ mìn, cách đánh giá này rất quan trọng trong việc kiểm soát chất lượng công tác nổ mìn trên mỏ, tạo cơ sở để tính toán lại các thông số nổ mìn, phương pháp nổ mìn để đạt được kích thước cỡ đá theo yêu cầu. Trong bài báo này nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp xử lý ảnh dựa theo phân bố cỡ hạt trên nền ảnh đen trắng sử dụng lý thuyết về phi tuyến tính để tác động đến hình dạng và hình thái của các điểm nhị phân trong ảnh, được phát triển trên nền tảng Matlab gọi là phần mềm Rockimages (Phạm Văn Việt, 2019). Vận hành phần mềm được thực hiện theo sơ đồ (Hình 6).

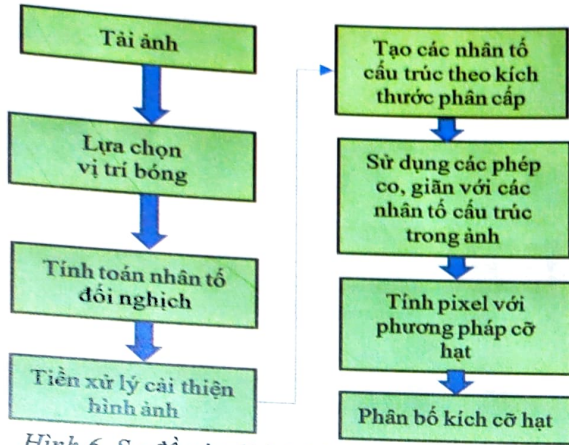
3. Áp dụng đồng bộ trong việc kiểm soát chất lượng nổ mìn và an toàn cho mỏ đá vôi Hồng Sơn, Hà Nam

3.1. Giới thiệu

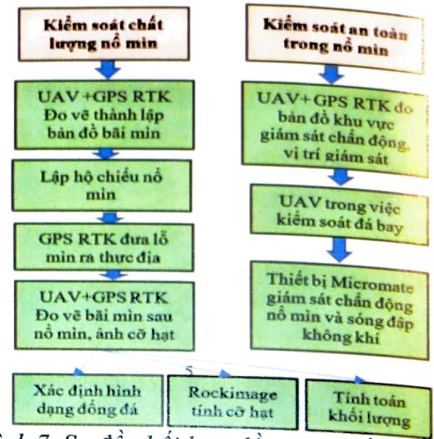
Mỏ đá vôi Hồng Sơn thuộc xã Thanh Sơn, huyện Kim Bảng, tỉnh Hà Nam. Mỏ khai thác đá làm nguyên liệu đầu vào cho nhà máy xi măng Bút Sơn. Hiện nay, mỏ đang khai thác tại mức +55 m, mỏ sử dụng hệ thống khai thác lớp bằng vận tải trực tiếp bằng ô tô. Trong hoạt động khoan nổ mìn trên mỏ nhằm đảm bảo chất lượng đá nổ mìn đáp ứng yêu cầu nhà máy xi măng với kích thước cho phép lớn nhất là 700 mm, giảm chấn động nổ mìn, đá bay với các công trình hộ dân xung quanh.

3.2. Sơ đồ công nghệ kiểm soát chất lượng và an toàn nổ mìn trên mỏ

Sơ đồ công nghệ kiểm soát chất lượng và an toàn công tác nổ mìn được thể hiện trong Hình 7 bằng việc áp dụng đồng bộ các thiết bị công nghệ định vị theo thời gian thực GPS RTK, thiết bị máy bay không người lái UAV cùng các phần mềm xử lý ảnh, thiết bị giám sát chấn động nhằm kiểm soát hoạt động nổ mìn từ việc đo vẽ khu vực nổ mìn, lập hộ chiếu, đánh giá chất lượng nổ mìn thông qua kích thước đồng đá, cỡ hạt trong đồng đất nổ mìn, sóng chấn động không khí, đá bay.



Hình 6. Sơ đồ xác định kích thước đá sau nổ mìn



Hình 7. Sơ đồ phối hợp đồng bộ thiết bị trong kiểm soát chất lượng và an toàn nổ mìn

3.3. Triển khai thực hiện kiểm soát chất lượng và an toàn trên mỏ

Trong quá trình triển khai, nhóm nghiên cứu sử dụng thiết bị bay không người lái (UAV) của hãng DJI Phantom 4 Pro V2 kết hợp với thiết bị định vị GPS RTK eSurvey E800, phần mềm xử lý ảnh Agisoft MetaShape Professional cùng với phần mềm Global mapper xây dựng bản đồ vị trí bãi nổ trước và sau nổ mìn trên mỏ, kiểm soát hình dạng đồng đá sau nổ mìn.

Đánh giá cỡ hạt đất đá sau nổ mìn bằng sử dụng thiết bị UAV chụp ảnh đồng đá sau nổ mìn, xử lý phân tích phân bố cỡ hạt bằng phần mềm Rockimages chạy trên môi trường Matlab.

Công tác đảm bảo an toàn nổ mìn sử dụng UAV Phantom 4 Pro V2 kết hợp với GPS RTK eSurvey E800 xây dựng bản đồ, vị trí khu vực cần giám sát nổ mìn, công tác giám sát nổ mìn sử dụng thiết bị Micromate của hãng Instatel.

4. Kết quả và bàn luận



Hình 8. Bản đồ vị trí bãi mìn trước khi tiến hành nổ mìn bằng công nghệ UAV



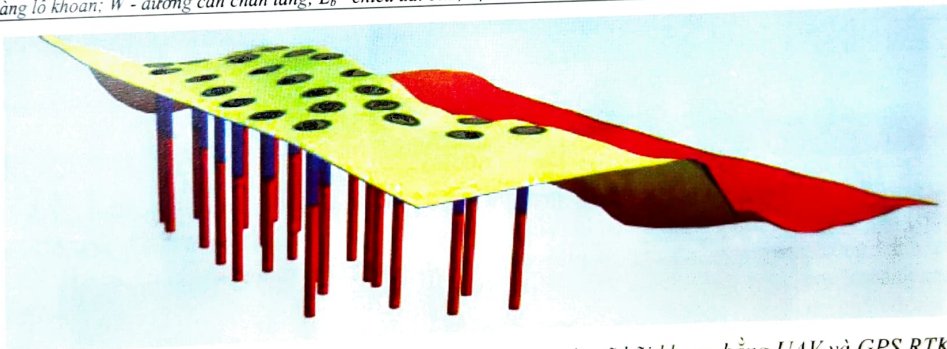
Hình 9. Vị trí các lỗ khoan nổ mìn được thiết kế và định vị ngoài bãi mìn theo GPS RTK

Bảng 3. Bảng thông số khoan nổ mìn được thiết kế dựa trên địa hình theo UAV và GPS RTK

Ký hiệu	Tọa độ VN2000, KT105, M3			H, m	d _{ik} , mm	L _k , m	Mạng lỗ mìn, m			L _b , m	L _c , m
	X, m	Y, m	Z, m				a	b	w		
LK1	2271127	591130,1	65.636	8,2	102	9,6	3,8		3,3	3,7	5,9
LK2	2271128	591133,7	65.61	8,2	102	9,6	3,8		3,3	3,7	5,9
LK3	2271132	591136,7	66.918	8,9	102	10,4	3,8		3,3	4	6,4
LK4	2271131	591139,2	66.876	9,3	102	10,9	3,8		3,3	4,1	6,8
LK5	2271130	591143	67.425	9,7	102	11,3	3,8		3,3	4,3	7
LK6	2271129	591147,5	67.706	9,9	102	11,5	3,8		3,3	4,4	7,1
LK7	2271130	591150,4	67.446	9,7	102	11,3	3,8		3,3	4,3	7

LK8	2271130	591153,9	67.025	9,5	102	11,1	3,8		3,3	4,2	6,9
LK9	2271131	591155,4	66.639	9,2	102	10,7	3,8		3,3	4,1	6,6
LK10	2271133	591157	66.343	8,8	102	10,3	3,8		3,3	3,9	6,4
LK11	2271136	591157,7	66.365	8,9	102	10,4	3,8		3,3	4	6,4
LK12	2271136	591155,1	66.446	8,9	102	10,4	3,8	3,3		4	6,4
LK13	2271132	591152,8	67.168	9,5	102	11	3,8	3,3		4,2	6,8
LK14	2271133	591148,5	67.103	9,3	102	10,9	3,8	3,3		4,2	6,7
LK15	2271133	591144,6	67.245	9,1	102	10,6	3,8	3,3		4,1	6,5
LK16	2271134	591140,8	67.17	9,5	102	11,1	3,8	3,3		4,2	6,9
LK17	2271135	591137,8	67.06	9,3	102	10,8	3,8	3,3		4,1	6,7
LK18	2271132	591134,1	66.382	8,9	102	10,4	3,8	3,3		4	6,4
LK19	2271130	591131,2	65.833	8,4	102	9,8	3,8	3,3		3,7	6,1
LK20	2271137	591135,6	66.828	9,4	102	10,9	3,8	3,3		4,2	6,7
LK21	2271137	591139,2	66.835	7,7	102	9	3,8	3,3		3,4	5,6
LK22	2271137	591143,4	66.745	9,2	102	10,7	3,8	3,3		4,1	6,6
LK23	2271137	591146,7	66.813	9,2	102	10,7	3,8	3,3		4,1	6,6
LK24	2271136	591150,8	66.702	9,2	102	10,7	3,8	3,3		4,1	6,6

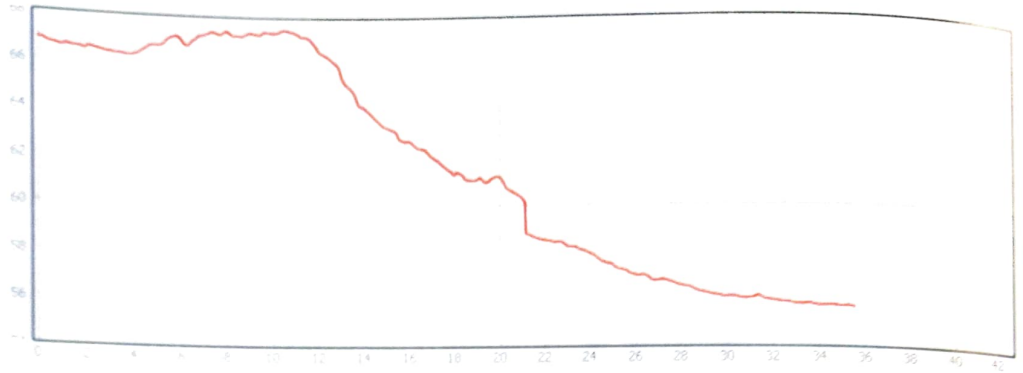
H - chiều cao tầng; d_k - đường kính lỗ khoan; L_k - chiều sâu lỗ khoan; a - khoảng cách lỗ khoan trong hàng; b - khoảng cách các hàng lỗ khoan; W - đường cân chân tầng; L_b - chiều dài búa; L_t - chiều dài thuốc nổ.



Hình 10. Mô hình 3D bãi mìn được lập dựa trên thông tin đo vẽ bãi khoan bằng UAV và GPS RTK



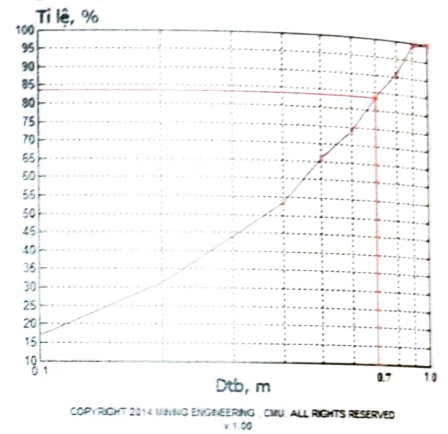
Hình 11. Bản đồ vị trí bãi mìn sau khi tiến hành nổ mìn bằng công nghệ UAV



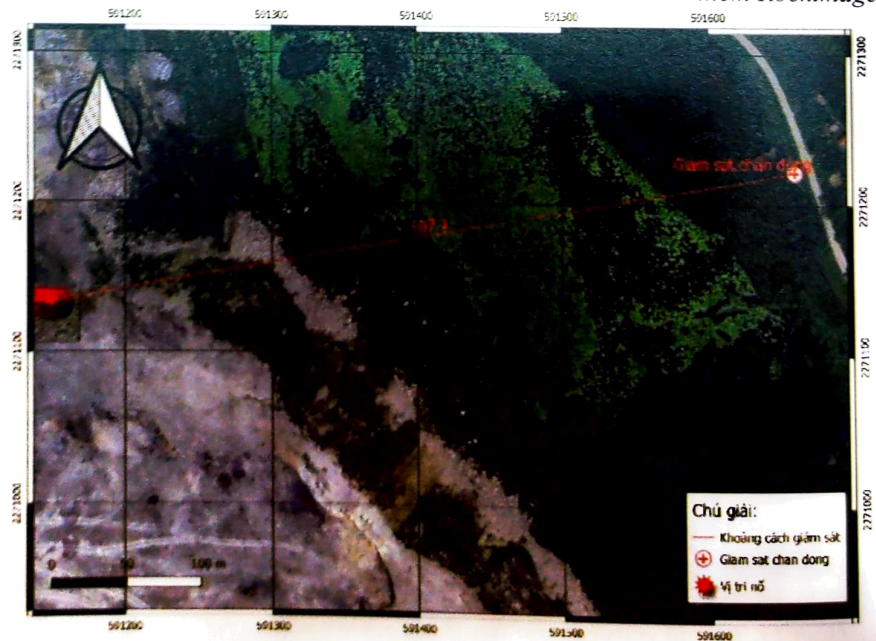
Hình 12. Mặt cắt ngang thể hiện kích thước, hình dạng đống đá sau nổ mìn



Hình 13. Ảnh đống đá nổ mìn chụp bằng công nghệ UAV



Hình 14. Phân cấp cỡ hạt đất đá bằng phần mềm Rockimage



Hình 15. Bản đồ giám sát chấn động đo vẽ bằng công nghệ UAV



ENGINEERING SURVEYING
FOR SUSTAINABLE
DEVELOPMENT - ESSD2023

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ESSD 2023)

Bảng 4. Tổng hợp kết quả giám sát chấn động trên mỏ đá vôi Hồng Sơn

TT	Thời gian nổ	Vị trí bãi nổ (VN 2000 KTT 105° mũi 3°)			Vị trí đo (VN 2000 KTT 105° mũi 3°)			Dao động, mm/s	Khoảng cách ngang, m	Chênh cao, m	Khoảng cách thực, m
		X, m	Y, m	Z, m	X, m	Y, m	Z, m				
1	19/01/2022	2271136	591158	66,37	2271222	591657	4.321	0,523	507	62.044	569

Qua ứng dụng đồng bộ các công nghệ UAV và định vị GPS RTK cùng các công nghệ trong đánh giá chất lượng công tác nổ mìn như phân tích kích thước cỡ hạt đất đá sau nổ mìn Rockimage và thiết bị giám sát chấn động Micromate đã đem lại hiệu quả và an toàn trong công tác khoan nổ mìn. Công nghệ UAV và định vị GPS RTK đã mang lại cho nhóm nghiên cứu chi tiết về kích thước hình dạng và các thông số bãi mìn phục vụ cho quá trình lập hộ chiếu nổ mìn. Cụ thể, từ kết quả đo vẽ bãi nổ bằng UAV giúp nhóm nghiên cứu lập được bảng thông số khoan nổ mìn (Bảng 3), và thể hiện trên Hình 10, kích thước hình dạng đồng đá nổ mìn theo mặt cắt Hình 12 và kết quả chụp đồng đá nổ mìn Hình 13 và phân tích phân bố cỡ hạt theo Hình 14. Qua đây thấy rằng chất lượng công tác nổ mìn đạt kết quả tốt như đồng đá gọn, giảm đá văng, chất lượng đồng đá thể hiện cỡ hạt nhỏ hơn 0,7 mm chiếm gần 85 %. Từ kết quả này, nhóm nghiên cứu đã đưa ra các thông số nổ mìn phù hợp với điều kiện thực tế của bãi mìn mà phương pháp đo vẽ truyền thống không làm được như xác định chính xác hình dạng của sườn tầng từ đó tính toán đường cần chấn tầng phù hợp. Ngoài ra công nghệ định vị GPS RTK đã giúp nhóm nghiên cứu triển khai các lỗ mìn đã được thiết kế ra đúng với thực tế hình dạng bãi mìn làm cho việc giám sát sai sót bố trí vị trí lỗ mìn không đúng làm giảm hiệu quả của công tác lập hộ chiếu nổ mìn, đây cũng là vấn đề còn tồn tại trong công tác nổ mìn trước đây chưa giải quyết vì vẫn còn dựa vào kinh nghiệm, thiếu các kỹ sư trắc địa và máy toàn đạc. Công nghệ UAV và định vị GPS RTK đã góp phần vào việc đánh giá chất lượng đồng đá sau nổ mìn như hình dạng, kích thước đồng đá nổ mìn, kích thước đất đá sau nổ mìn khi kết hợp với các phần mềm xử lý ảnh như Global Mapper và Rockimage giúp đánh giá chất lượng công tác khoan nổ mìn, tạo điều kiện cho các khâu công nghệ phía sau như công tác lập hộ chiếu xúc bốc, công tác chế biến phù hợp, phần lớn các đơn vị sản xuất mỏ vẫn bỏ qua giai đoạn này vì chưa có công cụ đánh giá hiệu quả. Hơn thế nữa, các công nghệ UAV và định vị RTK giúp xây dựng bản đồ giám sát chấn động nổ mìn (Hình 15), định vị các khoảng cách giám sát làm cho việc xác định các thông số giám sát nổ mìn như khoảng cách giám sát, hướng giám sát, cao độ chênh cao giữa bãi nổ và điểm giám sát chính xác (Bảng 4). Cụ thể, từ bản đồ giám sát chấn động bằng công nghệ UAV đã xác định được các công trình gần quanh mỏ cần phải bảo vệ, xác định vị trí bãi nổ và vị trí đo theo tọa độ chính xác, tính được khoảng cách ngang 507 m, chênh cao 62.044 m, giúp tính khoảng cách thực từ bãi nổ mìn đến vị trí đo chấn động là 569 m. Điều này giúp đưa ra cái nhìn chính xác hơn về chấn động nổ mìn, sóng đập không khí và đá bay trên mỏ mà từ trước đến nay, những yếu tố này thực được xác định tương đối.

5. Kết luận

Qua ứng dụng đồng bộ các công nghệ như công nghệ UAV, định vị GPS RTK và công nghệ xử lý ảnh qua phần mềm Rockimage cùng với các thiết bị giám sát tác động nổ mìn Micromate đã đem lại những hiệu quả trong công tác nổ mìn mà giai đoạn trước chưa thực hiện được như cập nhật nhanh vị trí bãi mìn trước và sau khi nổ mìn tạo điều kiện tính toán đúng các thông số khoan nổ mìn, triển khai các thông số khoan nổ mìn ra thực địa chính xác, đánh giá chất lượng công tác nổ mìn đạt được như hình dạng, kích thước bãi mìn, kích cỡ trung bình đất đá trong đồng nổ mìn, làm cơ sở cho các khâu công nghệ tiếp theo như xúc bốc, vận tải, chế biến. Áp dụng công nghệ còn đảm bảo độ tin cậy trong công tác giám sát tác động có hại của công tác nổ mìn trên mỏ.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn Sở Công Thương Hà Nam, Công ty xi măng Bút Sơn và chủ nhiệm đề tài cấp Nhà nước “Nghiên cứu xây dựng hệ thống quản lý và thực hiện công tác khoan - nổ mìn cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh” đã tạo điều kiện cho nhóm thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- Cao Minh Thùy, Đỗ Văn Dương (2020) “Khảo sát độ chính xác công nghệ đo GNSS RTK, thực nghiệm tại khu vực Hà Nội”, Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, Kỳ 1+2, tr. 88-90.
- C. Van Le, C. X. Cao, and H. T. T. Le (2020) “Research on optimal take off positions of UAV integrated GNSS - RTK in producing large scale topological maps for open - pit mines”, J. Min. Earth Sci., Vol 61, No 5, pp. 54-63, doi: 10.46326/jmes.2020.61(5).06.
- Chu Thị Thùy Dung, Lê Ngọc Linh (2016) “Nghiên cứu một số sơ đồ nổ mìn vi sai an toàn và thân thiện với môi trường cho một số mỏ đá nằm gần khu dân cư”. Tạp chí Công nghiệp Mỏ, Số 3, tr. 52-55.
- Đỗ Ngọc Tước, Lê Công Cường, Đặng Văn Tùng, Nguyễn Ngọc Dũng (2014) “Lựa chọn cỡ hạt đất đá và thông số khoan nổ mìn hợp lý khi sử dụng công nghệ vận tải cho mỏ Cao Sơn”, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, Số 4, tr. 28-30, 2014.
- H. Q. Tran, A. Đ. Nguyen, B. D. Tran, and P. Soukhanouvong (2020) “Evaluate impacts of ground vibration on construction projects and determine reasonable blasting scale for Phong Xuan limestone quarry in Thua Thien Hue province”, J. Min. Earth Sci., Vol 61, No 4, pp. 118-125, doi: 10.46326/jmes.2020.61(4).13.
- Hà Thị Hằng, Vũ Đình Chiêu, Lương Ngọc Dũng, Nguyễn Thu Huyền, Vũ Ngọc Quang, Dương Công Hiếu (2022) “Nghiên cứu ứng dụng máy bay không người lái trong xác định kích thước và thể tích bể chứa nổi”. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, Số 16, tr. 7-20.
- L. Van Canh, C. X. Cuong, D. Tien (2020) “Volume computation of quarries in Vietnam based on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) data”, J. Min. Earth Sci., Vol 61, No 1, pp. 21-30, doi: 10.46326/jmes.2020.61(1).03
- Lê Minh Huệ, Vũ Thị Thanh Hiền, Đỗ Thị Phương Thảo (2022) “Giám sát khai thác khoáng sản bằng công nghệ kết hợp ảnh vệ tinh và ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái thực nghiệm tại tỉnh Yên Bái”, Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, Số 41, tr. 3-13.
- Nguyễn Tam Tinh, Phạm Duy Thanh (2022) “Ứng dụng máy bay không người lái trong quan trắc ổn định bờ mỏ”. Tạp chí Công nghiệp Mỏ, Số 1, tr. 85-91.
- Nguyễn Văn Thế và cộng sự (2018) “Nghiên cứu khả năng ứng dụng công nghệ UAV trong thành lập bản đồ hiện trạng nuôi trồng thủy sản: Thực nghiệm tại quần thể Hòn Yến, tỉnh Phú Yên”, Tạp chí Khoa học Công nghệ Đại học Duy Tân, Số 56, Kỳ 3, tr. 318-323, doi: 10.15625/vjc.2018-0026.
- Phạm Tiến Dũng, Nguyễn Huy Hoàng, Trần Thị Mai Sen, Nguyễn Thị Xuân Thắng (2020) “Ứng dụng công nghệ bay không người lái để quản lý rừng ngập mặn, nghiên cứu cụ thể tại Vườn Quốc gia Xuân Thủy, Nam Định”, Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường, Số 68, tr. 59-66.
- Phạm Văn Việt, Pirat Jaroopatanapong (2019) “Ứng dụng phần mềm Shape Metrix 3D xác định mức độ nứt nẻ khối đá để xác định chỉ tiêu thuốc nổ và hướng nổ mìn”, Công nghiệp mỏ, Số 2, tr. 13-17.
- Trần Ngọc Đông, Diêm Công Trang, Trần Mạnh Tuấn, Nguyễn Văn Nghĩa, Nguyễn Hà, Đào Xuân Vương (2020) “Quy trình đo đạc và đánh giá độ chính xác của thiết bị định vị GNSS động thời gian thực (GNSS-RTK)”, Tạp chí KHCN Xây dựng, Số 2, tr. 42-52.
- Trần Vũ Thắng, Nguyễn Duy Long (2022) “Ứng dụng công nghệ thiết bị bay không người lái Lidar Matrice 300 RTK kết hợp UAV Phantom 4 RTK xây dựng bản đồ 3D các bãi thải trọng yếu phục vụ công tác bảo vệ môi trường và phòng chống thiên tai của TKV”. Thông tin Khoa học Công nghệ mỏ, Số 3, tr. 41-48.
- Trần Quang Hiếu, Nguyễn Đình An, Trần Đình Bảo, Soukhanouvong (2020) “Đánh giá ảnh hưởng của sóng chấn động nổ mìn đến các công trình bảo vệ và xác định quy mô vụ nổ hợp lý cho mỏ đá vôi Phong Xuân - Thừa Thiên Huế”. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, Số 61, Kỳ 4, tr. 118-125.
- Vũ Ngọc Phương, Cao Phương Thảo (2022) “Nghiên cứu kỹ thuật sử dụng hình ảnh UAV phục vụ cho xây dựng lớp thông tin hiện trạng trượt lở đất”. Tạp chí Cầu đường Việt Nam, Số 5, tr. 41-43.

ABSTRACT

Intergrated Application of Unmaned Aerial Vehicle and Photogrametry Processing Techniques in Blast Quality and Safety Control at Hong Son Quarry, Ha Nam province

Pham Van Viet^{1,2,*}, Nguyen Anh Tuan^{1,2}, Pham Van Hoa^{1,2}, Tran Dinh Bao^{1,2}, Le Thi Thu Hoa^{1,2}

¹Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Hanoi, Vietnam

²Innovations for Sustainable and Responsible Mining (ISRM) research group,
Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

Blasting is the first stage in mining operation. The quality of blasting is represented through the size, shape and particle sizes of a blasting pile. In addition, blasting also causes adverse impacts to the surrounding environment, especially blast-induced ground vibration. Therefore, there needs a technical solution to control the quality and the negative effects. Blasting need to be controlled from input data for designing blasting pattern and implementing blasting operation in the site to improve the quality and to mitigate blasting-induced ground vibration, air overpressure. The paper shows an intergated application of novel technologies in collecting input data for designing blasting pattern and conducting to give the design to the site exactly to control the quality and safety in blasting operation at quarries. These are Global Navigation Satellite System with Real -Time Kinematics (GPS RTK), Unmaned Aerial Vehicle (UAV), photogrametry technologies and ground vibration monitoring equipment Micromate. This application was carried out at Hong Son quarry, Ha Nam province to bring back the effectiveness and the safety.

Keywords: Blasting, GPS RTK, UAV, Rockimage, Micromate, Ha Nam.