

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV)
ĐỂ LẬP BÌNH ĐỒ KHẢO SÁT THEO DÕI CAO ĐỘ BÃI SAN LẤP
TẠI KHU CÔNG NGHIỆP VEN BIỂN HẢI PHÒNG
RESEARCH ON THE APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES
(UAV) TO SURVEY FOR OBSERVEYING THE ELEVATION OF THE COASTAL
INDUSTRIAL ZONES, HAIPHONG CITY

NGUYỄN XUÂN THỊNH*, ĐỖ HỒNG QUÂN, NGUYỄN QUANG HUY

Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: thinhms@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Hiện nay, các dự án đầu tư các khu công nghiệp ven biển đang đóng một vai trò quan trọng trong việc phát triển ngành kinh tế biển, việc thi công san lấp tạo mặt bằng phục vụ cho các công trình trong các khu công nghiệp này không chỉ phải kịp thời nhanh chóng mà còn đòi hỏi đảm bảo đúng tiến độ. Do vậy, việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ khảo sát mới luôn góp phần quan trọng trong việc theo dõi quản lý xây dựng phát triển khu công nghiệp, đặc biệt là việc theo dõi công tác tôn tạo bãi san lấp tạo mặt bằng xây dựng. Mục đích của bài báo này là nghiên cứu ứng dụng thiết bị bay không người lái để khảo sát thành lập bình đồ cho một khu san lấp để có thể theo dõi sự thay đổi bãi san lấp từ lúc trước và sau khi tôn tạo bãi bàn giao mặt bằng xây dựng cho các dự án xây dựng khu công nghiệp ven biển. Ngoài ra, nghiên cứu cũng sẽ đánh giá độ tin cậy kết quả khảo sát giữa thiết bị UAV so với kết quả đo cao độ bằng máy thủy bình có độ chính xác 2mm. Với kết quả đạt được, việc nghiên cứu ứng dụng thiết bị bay không người lái sẽ mang lại những bộ số liệu đầy đủ, đáng tin cậy, kịp thời cho việc quản lý theo dõi công tác san lấp cho các dự án xây dựng khác nhau, đặc biệt cho các dự án cần bồi lấp, lấn biển với khối lượng và diện tích lớn như tại các khu xây dựng ven biển.

Từ khóa: Khảo sát, thiết bị bay không người lái, san lấp, khu công nghiệp ven biển, mặt bằng, cao độ.

Abstract

In the current life, investment projects in coastal industrial zones are playing an important role in the development of a busy economic sector, the work of Reclamation to create space to serve programs in these industrial zones must not only

be quick but also require ensuring progress. Thus, researching the application of survey technology, always plays an important part in the work of monitoring construction management and industrial park development, especially the work of monitoring companies renovating and leveling construction sites. The purpose of this article is to research the application of unmanned aerial vehicles to survey and make a contour map for a landfill area to be able to monitor the change of the landfill from before and after the religious when creating the interface landfill by construction for coastal industrial park construction projects. In addition, the study will also evaluate the reliable survey results between UAV equipment to achieve the height measurement results by leveling machine with an accuracy of 2mm. With the achieved results, the research work on the application of unmanned aerial vehicles will bring complete, reliable data sets, meeting the time for monitoring and managing the landfill work for other construction projects, especially for projects that require Reclamation, encroaching the sea with large volume and volume such as in coastal construction areas.

Keywords: Survey, drones, reclamation, coastal industrial zones, ground, elevation.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, dự án lấn biển đã và đang phát triển và đóng một vai trò quan trọng trong việc xây dựng các khu công nghiệp, khu kinh tế, khu đô thị nhằm đẩy mạnh sự phát triển nền kinh tế biển nói riêng và kinh tế Việt Nam nói chung, trong số các dự án này thì trong những năm qua Cần Giờ là một trong số các đô thị nổi bật được xây dựng trên quy mô lên tới 2.800ha, với quy mô diện tích lớn như vậy nhà đầu tư đã phải

bơm vào khu đô thị với hàng triệu triệu khối cát san lấp để đáp ứng cao độ mặt bằng thiết kế xây dựng hoàn thành thành một khu đô thị xanh, khu đô thị có tính năng tiết kiệm điện, và các vật liệu sử dụng tại đây thân thiện với môi trường,... cùng với Cần Giờ thì các khu công nghiệp hiện đại như ở Quảng Ninh, khu công nghiệp lấn biển ở các khu vực huyện đảo Cát Hải, hay lấn biển Cát Bà đã và đang được đầu tư xây dựng rất nhanh [1].

Như vậy, với sự bùng nổ các khu công nghiệp lấn biển như hiện nay thì các khu này kéo theo việc tôn tạo, san lấp để tạo mặt bằng cao độ cho mỗi khu là rất lớn, và công nghệ bay khảo sát bằng thiết bị bay không người lái mặc dù đã được áp dụng rộng rãi nhiều trong lĩnh vực khảo sát địa hình. Tuy nhiên, để áp dụng công nghệ này vào việc khảo sát theo dõi các bãi san lấp cho các khu công nghiệp ven biển vẫn chỉ dừng lại ở việc bay chụp theo dõi bằng hình ảnh là chính, còn để đưa ra được kết quả theo dõi về cao độ vẫn chưa được ứng dụng vào các công trình thực tế. Mà việc theo dõi cao độ này vẫn dựa trên kết quả đo đạc khảo sát bằng các thiết bị truyền thống như máy toàn đạc điện tử, máy thủy bình cơ, thủy bình số hay RTK thì sẽ mất rất nhiều thời gian, thậm chí với những địa hình sinh lầy việc khảo sát đo đạc ban đầu là rất khó để bao quát tổng hợp được toàn bộ địa hình. Do đó, việc nghiên cứu quản lý theo dõi công tác san lấp mặt bằng hàng ngày là rất cần thiết, đặc biệt là với các khu công nghiệp ven biển thường xuyên chịu sự ảnh hưởng thủy triều, sóng, gió, dòng chảy có thể làm hao hụt lượng lớn cát san lấp trong quá trình tôn tạo bãi bằng cát. Xuất phát từ những yêu cầu thực tiễn trên, việc nghiên cứu ứng dụng thêm thiết bị khảo sát bằng thiết bị bay không người lái là phù hợp với xu thế khảo sát để quản lý sự biến động bãi san lấp. Ngoài ra điểm chung trong việc tôn tạo mặt bằng các khu công nghiệp đều được sử dụng vật liệu chính là cát san lấp. Do vậy, nghiên cứu đã lựa chọn một khu đang tôn tạo bãi san lấp tại khu công nghiệp DEEP C, một trong những khu công nghiệp ven biển nổi tiếng ở Hải Phòng hiện nay, để làm thực nghiệm cho việc thành lập bình đồ bằng thiết bị bay không người lái.

2. Giải pháp áp dụng công nghệ khảo sát bằng thiết bị bay không người lái

2.1. Thiết bị bay không người lái

Việc thành lập bình đồ bằng công nghệ sử dụng thiết bị bay không người lái chính là việc áp dụng phương pháp đo ảnh, thông qua hình ảnh chụp được từ địa hình địa vật trên mặt đất, và từ các hình ảnh này phương pháp đo ảnh sẽ xác định được vị trí, kích

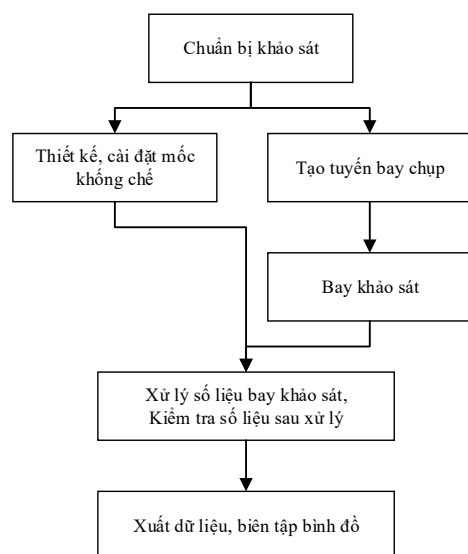
thước, hình dáng và đặc tính của các đối tượng đo được [3]. Thiết bị bay không người lái chính là thiết bị có gắn máy ảnh chuyên dùng cho công tác khảo sát có độ phân giải cao lên tới 20 megapixel, máy bay cũng đồng thời tích hợp hệ thống mô đun định vị RTK vào bên trong máy bay nhằm nâng cao độ chính xác của công tác định vị thời gian thực của máy bay. Máy bay có cài đặt phần mềm điều khiển bay nhằm lập trình tuyến bay trong quá trình khảo sát. Hiện nay có một số thiết bị bay không người lái có tích hợp mô đun định vị RTK dành cho công tác khảo sát, nghiên cứu đã sử dụng máy bay không người lái Phantom 4 RTK, Matrice 300 RTK của hãng DJI để ứng dụng vào công tác khảo sát thực tế tại hiện trường, cấu tạo thiết bị này như Hình 1 [4].



Hình 1. Hệ thống máy bay không người lái Phantom 4 RTK và hệ thống định vị GNSS D-RTK2-DJI

2.2. Triển khai thực nghiệm và thành lập bình đồ khảo sát

Để triển khai thực nghiệm ngoài hiện trường, nghiên cứu đã lựa chọn vị trí khu đất 35ha tại khu công nghiệp DEEP C, Hải Phòng, đây là một trong những khu công nghiệp ven biển đã và đang được xây dựng và phát triển mở rộng rất nhanh chóng trong những năm gần đây, Khu diện tích khoảng 35ha này được san lấp hoàn toàn bằng cát. Và để tiến hành thực nghiệm nghiên cứu các thiết bị khảo sát bao gồm bộ máy chụp không người lái, bộ RTK thu phát tín hiệu đặt tại điểm mốc không chế như Hình 3, và sau khi thiết lập kế hoạch đo, tạo đường bay trong phần mềm điều khiển sẽ tiến hành bay chụp ngoài hiện trường và đo điểm không chế mặt đất. Ngoài thực địa, khu vực nghiên cứu DEEP C đã xây dựng mốc tọa độ và độ cao hạng IV, nhóm nghiên cứu đã sử dụng để làm mốc gốc cho việc kết nối triển khai khảo sát bằng thiết bị khảo sát bay không người lái như Hình 1 [4].

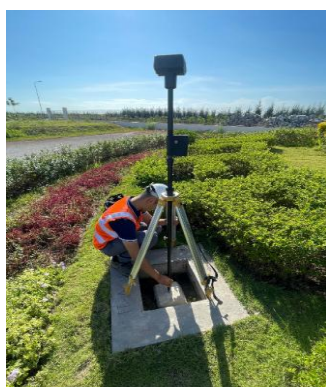


Hình 2. Quy trình bay khảo sát và xử lý số liệu bằng thiết bị bay không người lái

Khoảng cách bay chụp khảo sát được thiết lập với độ phủ ngang trung bình đạt 70%, độ phủ dọc lớn hơn 70%. Trong suốt quá trình bay sẽ được điều khiển

thông qua phần mềm cầm tay được tích hợp sẵn cho máy bay không người lái Phantom 4RTK như Hình 4.

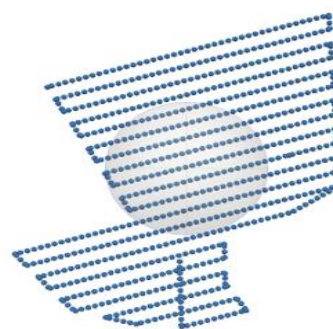
Trong quá trình khảo sát thực nghiệm, thì UAV luôn được kết nối với trạm cố định base đặt tại điểm mốc khống chế, và tại đây được đặt một máy thu tín hiệu GNSS như Hình 3. Đây chính là điểm mấu chốt giúp cho việc xác định vị trí UAV trong suốt thời gian thực để từ đó khảo sát tính toán cao độ các điểm trong khu vực khảo sát. Sau khi thực nghiệm khảo sát ngoài hiện trường, số liệu sẽ được kiểm tra trước khi được xử lý, đặc biệt là chất lượng hình ảnh bay chụp, độ phủ khảo sát khu đo. Trong thực nghiệm nghiên cứu bằng UAV Phantom 4 RTK đã sử dụng công cụ phần mềm Agisoft Metashape để xử lý số liệu đo vẽ như Hình 5. Tọa độ điểm chính ảnh được lọc và xử lý kiểm tra đạt sai số nhỏ hơn 0,5 pixel và tương đương sai số tiêu cự chụp nhỏ hơn 0,05. Các điểm khống chế ảnh được tính toán sai số trung phương vị trí mặt bằng không vượt quá 0,2mm tính theo tỉ lệ bản đồ đo vẽ, sai số trung phương về độ cao nhỏ hơn 1/5 khoảng cao đều đường bình độ cơ bản, sai số giới hạn cho phép nhỏ hơn hai lần sai số trung phương [2]. Khu đo thực



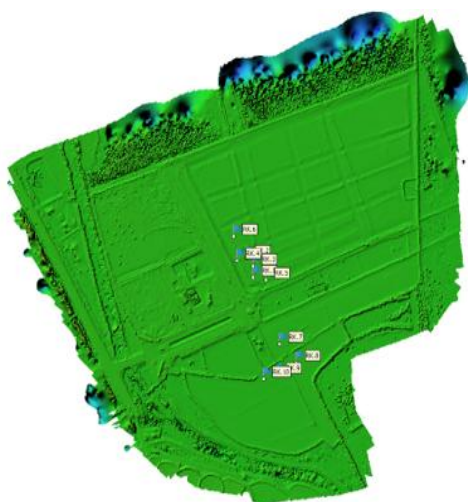
Hình 3. Công tác chuẩn bị thực nghiệm bay ngoài hiện trường



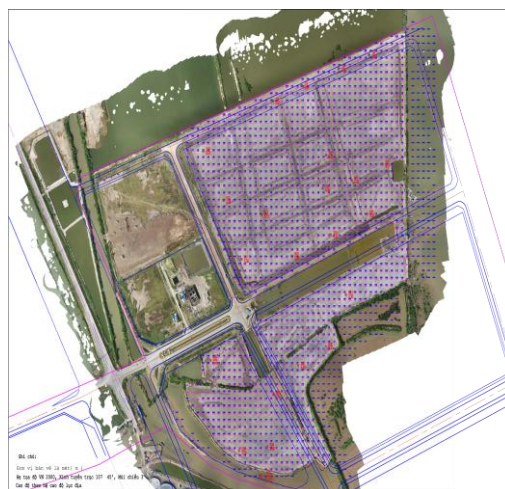
Hình 4. Thực nghiệm khảo sát bằng UAV tại khu công nghiệp DEEP C



Hình 5. Các điểm ảnh theo tuyến đo được thực hiện ngoài hiện trường



Hình 6. Kết quả xử lý ảnh trước khi xuất ra dữ liệu bình đồ



Hình 7. Bình đồ thực nghiệm ngoài hiện trường được khảo sát bằng máy bay không người lái



Hình 8. Vị trí điểm kiểm tra tại KCN DEEP C - Hải Phòng

thực nghiệm thành lập bình đồ tỷ lệ 1/500, đường đồng mức 0,5m. Nên sai số giới hạn cho phép về mặt bằng là: 20cm; độ cao là 20cm. Các ảnh sau khi được xử lý như Hình 6.

Với các ảnh sau khi được xử lý tính toán xong, nghiên cứu đã lựa chọn xuất dữ liệu ra dạng mô hình số độ cao và đưa ra bản vẽ bình đồ như Hình 7. Đây chính là sản phẩm khảo sát có đầy đủ vị trí cao độ và tọa độ khu vực khảo sát ngoài thực địa. Và cao độ màu xanh là độ cao được thực hiện bay chụp vào tháng 2/2025, độ cao màu tím thể hiện độ cao bay chụp vào thời gian tháng 3/2025. Thời gian thực hiện cho 35ha cho khu đất ngoài hiện trường này sử dụng thiết bị bay UAV mất khoảng 2 giờ, thời gian xử lý số liệu để ra được bình đồ

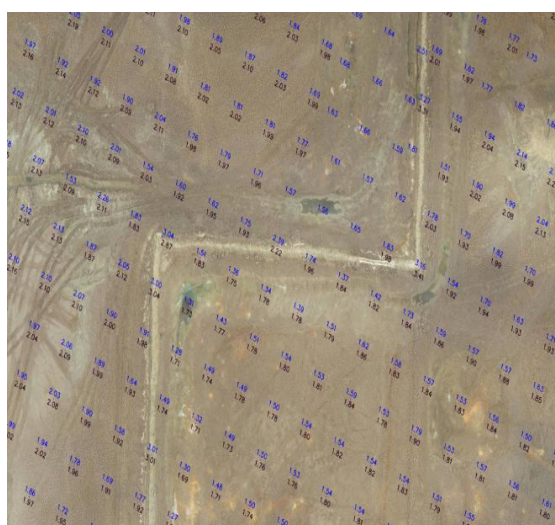
như Hình 7 mất thêm khoảng 5 giờ. Như vậy tổng thời gian từ lúc thực hiện ra kết quả khảo sát cho một khu đất 35ha sẽ là 7 giờ đương đương một ngày ra được bình đồ khảo sát, đây thực sự là một thế mạnh của việc áp dụng công nghệ bay vào công tác đo vẽ thành lập bình đồ khảo sát bãi san lấp.

3. Đánh độ chính xác của công nghệ bay khảo sát

Để đánh giá được độ chính xác của việc áp dụng UAV vào thành lập bình đồ bãi san lấp, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp đo RTK để kiểm tra tọa độ, máy thủy bình Sokkia B40A để kiểm tra độ cao của 5 điểm khống chế ảnh: A1, A2, A3, A4, và A5 trên khu đất thuộc công nghiệp DEEPC như Hình 8 [5], [6].

Bảng 1. Kết quả so sánh giữa 2 phương pháp khảo sát bằng thiết bị Phantom 4 RTK và máy RTK với máy thủy bình Sokkia B40A

Điểm	Khảo sát bằng máy bay Phantom 4 RTK			Đo kiểm tra bằng máy RTK và thủy bình Sokkia B40A			Độ lệch của 2 phương pháp		
	X ^{UAV} (m)	Y ^{UAV} (m)	H ^{UAV} (m)	X ^{RTK} (m)	Y ^{RTK} (m)	H ^{TC} (m)	dX (cm)	dY (cm)	dH (cm)
A1	2300972642	607035864	4.99	2300972641	607035865.6	5	1.5	-1.6	-1
A2	2300984795	607716055	5.16	2300984793	607716057.5	5.18	2.1	-2.5	-2
A3	2300617446	607710006	5.18	2300617444	607710007.9	5.21	1.6	-1.9	-3
A4	2300486287	606971147	5.01	2300486286	606971149.1	5.03	1.4	-2.1	-2
A5	2300809674	607280936	3.47	2300809672	607280937.8	3.45	2.2	-1.8	2



Hình 9. Kết quả khảo sát bãi cát san lấp bằng UAV

Điểm A1 được bố trí trên bề mặt đường giao thông; Điểm A2, A3 được bố trí trên bề mặt hào tiện ích; Điểm A4 được đặt trên tiêu ngầm tại vị trí đê đá; Điểm A5 được đặt trên tiêu ngầm tại vị trí bãi đang san lấp.

Để đánh giá kết quả đo bằng UAV, nhóm nghiên cứu đã tính sai số trung phương vị trí điểm mặt bằng và độ cao theo công thức sau:

$$dX_i = X_i^{UAV} - X_i^{RTK}$$

$$dY_i = Y_i^{UAV} - Y_i^{RTK}$$

$$dH_i = H_i^{UAV} - H_i^{TC}$$

Sai số trung phương vị trí điểm mặt bằng:

$$m_X = \pm \sqrt{\frac{[dX \times dX]}{n}} = \sqrt{\frac{16.02}{5}} = 1.79\text{cm}$$

$$m_Y = \pm \sqrt{\frac{[dY \times dY]}{n}} = \sqrt{\frac{20.07}{5}} = 2.00\text{cm}$$

$$m_P = \pm \sqrt{(m_X^2 + m_Y^2)} = 2.69\text{cm}$$

Sai số trung phương độ cao:

$$m_H = \pm \sqrt{\frac{[dH \times dH]}{n}} = \sqrt{\frac{22}{5}} = 2.10\text{cm}$$

Như vậy, với độ chính xác như trên thì có thể sử dụng công nghệ UAV để thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500.

4. Kết luận

Việc thành lập bình đồ khảo sát bằng thiết bị bay không người lái đóng một vai trò rất quan trọng cho các công trình khảo sát địa hình, đặc biệt là rất phù hợp trong việc cập nhật bình đồ số liệu cho các bãi san lấp được thực hiện hàng ngày với quy mô và khối lượng lớn như là việc tôn tạo nền cho trong các khu công nghiệp. Thiết bị bay không người lái đặc biệt thích hợp cho việc lập bình đồ cho các khu vực khó có thể tiếp cận trực tiếp như là các bãi bùn lầy, bãi sau

khi bơm vật liệu nạo vét, bãi bồi ven sông. Với kết quả thực nghiệm thành lập bình đồ cho khu vực 35ha tại khu Công nghiệp DEEP C, Hải Phòng thì khi ứng dụng sử dụng thiết bị bay UAV Phantom 4 RTK đã giúp cho việc khảo sát hoàn thành công việc một cách nhanh chóng với độ chính xác cao, thời gian cần thiết để khảo sát xong 35ha diện tích và đưa ra được bình đồ khảo sát là khoảng 7 giờ. Đây thực sự là điểm vượt trội khi sử dụng một thiết bị đo như máy thủy bình có thể phải cần tới 20 ngày đo liên tục.

Khi so sánh kết quả khảo sát trên các điểm mốc chuẩn ngoài thực địa giữa thiết bị bay không người lái với máy thủy bình có độ chính xác 2mm, cũng đã chứng tỏ sai số giữa hai thiết bị này chỉ nằm trong giới hạn là khoảng 2cm. Và như vậy, nếu đề áp dụng thiết bị bay không người lái với những địa hình như bùn cát, sinh lầy thì hoàn toàn phù hợp và mang lại những lợi ích tích cực như là tiết kiệm thời gian, và đặc biệt là có thể đưa ra được bình đồ khảo sát một cách nhanh nhất trong việc theo dõi sự thay đổi địa hình hàng ngày.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: **DT24-25.80**.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Đình Sơn (2024), Cơ hội phát triển từ lần biển, Thanh niên.

Online

<https://thanhnien.vn/co-hoi-phat-trien-tu-lan-bien-18524040223520552.htm>.

last accessed 2025/02/24.

- [2] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021). *Thông tư số 07/2021/TT-BTNMT ngày 30/6/2021, Quy định kỹ thuật thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số từ tàu bay không người lái phục vụ xây dựng, cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000*.
- [3] GS.TSKH. Trương Anh Kiệt (chủ biên), TS. Lê Văn Hường, TS. Trần Đình Trí (2005). *Trắc địa ảnh*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4] Flycam DJI Phantom 4 RTK.
<https://dodacrtk.com/flycam-dji-phantom-4-rtk>
last accessed 2025/02/24.
- [5] Chính phủ (2022). Nghị định số 35/2022/NĐ-CP ngày 28/5/2022, *Quy định về quản lý khu công nghiệp và khu kinh tế*.
- [6] TS. Vũ Văn Hiếu (2011). *Hướng dẫn thiết kế quy hoạch hạ tầng kỹ thuật khu công nghiệp*, NXB Xây dựng.

Ngày nhận bài:	16/03/2025
Ngày nhận bản sửa:	09/04/2025
Ngày duyệt đăng:	09/04/2025