

KHOA HỌC ĐỊA LÝ VIỆT NAM
VỚI PHÁT TRIỂN KINH TẾ XANH
VÀ ĐẢM BẢO AN NINH LÃNH THỔ
Vietnam geography science:
Toward green economy and Territorial security

QUYỂN 2

**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC ĐỊA LÝ
TOÀN QUỐC LẦN THỨ XII**
Proceedings of the 12th national conference on geography science

ISBN: 978-604-334-789-0



9 786043 347890

SÁCH KHÔNG BÁN



LIÊN HIỆP CÁC HỘI KHKT VIỆT NAM
HỘI ĐỊA LÝ VIỆT NAM



ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HCM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC XÃ HỘI VÀ NHÂN VĂN



KHOA HỌC ĐỊA LÝ VIỆT NAM

VỚI PHÁT TRIỂN KINH TẾ XANH VÀ ĐẢM BẢO AN NINH LÃNH THỔ

Vietnam geography science:
Toward green economy and Territorial security

KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC ĐỊA LÝ TOÀN QUỐC LẦN THỨ XII

Proceedings of the 12th national conference on geography science

QUYỂN 2

NHÀ XUẤT BẢN THANH NIÊN



106.	ỨNG DỤNG GIS XÂY DỰNG BẢN ĐỒ VÙNG GIÁ TRỊ ĐẤT ĐAI TẠI PHƯỜNG NGHI TÂN, THỊ XÃ CỬA LÒ, TỈNH NGHỆ AN NĂM 2019.....	854
	Phạm Thị Hà	
107.	ỨNG DỤNG GIS VÀ VIỄN THÁM TRONG ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN YÊN THÀNH, TỈNH NGHỆ AN NĂM 2018.....	860
	Phạm Thị Hà	
108.	ỨNG DỤNG VIỄN THÁM ƯỚC TÍNH TRỮ LƯỢNG CARBON HỖ TRỢ ĐỊNH GIÁ RỪNG NGẬP MẶN TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU.....	868
	Lê Thị Kiều Oanh, Phan Văn Nhật¹	
109.	THÀNH LẬP BẢN ĐỒ VÀ ĐÁNH GIÁ CẢNH QUAN MỘT SỐ THẨM THỰC VẬT ĐẶC TRƯNG TẠI KHU BẢO TỒN THIÊN NHIÊN NGỌC LINH DỰA TRÊN ỨNG DỤNG THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV).....	873
	Ngô Trung Dũng, Nguyễn Đăng Hội¹, Đặng Hùng Cường¹, Đặng Thị Ngọc, Phạm Viết Thành²	
110.	THIẾT KẾ HỆ THỐNG WEBGIS ĐỂ PHỤC VỤ VIỆC QUẢN LÝ VÀ TRA CỨU THÔNG TIN GIÁ ĐẤT TẠI XÃ DUY NGHĨA, HUYỆN DUY XUYỀN, TỈNH QUẢNG NAM.....	882
	Nguyễn Văn Bình, Hồ Nhật Linh¹	
111.	SỬ DỤNG ẢNH VỆ TINH LANDSAT 8 XÂY DỰNG BẢN ĐỒ PHÂN BỐ VÙNG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TỈNH BẠC LIÊU.....	891
	Nguyễn Huy Anh, Nguyễn Quốc Nam¹, Nguyễn Vĩnh An¹, Đinh Thanh Kiên, Nguyễn Thị Thảo Nguyên¹	
112.	NGHIÊN CỨU THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH BẰNG CÔNG NGHỆ UAV.....	899
	Hoàng Anh Thế, Nguyễn Quang Khánh	
113.	ỨNG DỤNG GIS VÀ PHÂN TÍCH ĐA TIÊU CHÍ TRONG ĐÁNH GIÁ TỔNG HỢP THOÁI HÓA TIỀM NĂNG Ở KHU VỰC MIỀN NÚI TỈNH THỪA THIÊN HUẾ.....	906
	Nguyễn Ngọc Đan, Nguyễn Hoàng Sơn, Phan Anh Hằng	
114.	ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SỐ ĐỐI HỢP TÁC XÃ NÔNG NGHIỆP THEO ĐỊA LÝ VÙNG.....	914
	Phạm Thị Tố Oanh	
115.	AUTOMATED LAND COVER CLASSIFICATION FOR TIME SERIES REMOTE SENSING DATA USING DEEP LEARNING METHOD.....	922
	Vu-Dong Pham, Nguyen Xuan Linh¹, Quang-Thanh Bui¹	
GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO ĐỊA LÝ		
116.	BỒI DƯỠNG VÀ ĐÀO TẠO GIÁO VIÊN LỊCH SỬ - ĐỊA LÝ CHƯƠNG TRÌNH 2018 Ở TRƯỜNG TRUNG HỌC CƠ SỞ.....	933
	Nguyễn Thị Thanh Vân	
117.	MỘT SỐ BIỆN PHÁP RÈN LUYỆN KỸ NĂNG VẬN DỤNG KIẾN THỨC ĐỊA LÝ ĐỂ GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ THỰC TIỄN THÔNG QUA DẠY HỌC MÔN ĐỊA LÝ LỚP 12 TRUNG HỌC PHỔ THÔNG.....	940
	Bùi Thị Bảo Hạnh	

NGHIÊN CỨU THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH BẰNG CÔNG NGHỆ UAV

Hoàng Anh Thế^{1,2*}, Nguyễn Quang Khánh³

¹Trường Đại học Vinh,²Trường Đại học Vũ Hán (Trung Quốc)

³Trường Đại học Mở-Địa Chất

Tóm tắt:

Hiện nay công nghệ máy bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicles - UAV) đang ngày càng được sử dụng nhiều trong đời sống, trong cả quân sự và dân sự với rất nhiều mục đích như thành lập bản đồ, giám sát biến động hay quay phim, chụp ảnh... Nội dung chính của bài báo là giới thiệu công nghệ UAV và quy trình ứng dụng công nghệ UAV trong việc thành lập bản đồ địa hình, trên cơ sở đó tiến hành sử dụng máy bay không người lái Phantom 4 RTK để bay chụp và thành lập bản đồ địa hình phục vụ khảo sát thi công tuyến đường điện 220KV Thái Bình - Thanh Nghị.

Từ khóa: Máy bay không người lái, UAV, Phantom 4 RTK, bản đồ địa hình.

Abstract

Research make of topography map based on unmanned aerial vehicle (UAV) technology

Hoàng Anh Thế^{1,2}, Nguyễn Quang Khánh³

¹Vinh University,²Wuhan University (China),³Hanoi University of Mining and Geology

Currently, Unmanned Aerial Vehicles (UAV) technology is increasingly used in daily life, in both military and civilian for many purposes such as making map, fluctuating surveillance (land, water, environment ...) or filming, taking pictures ... The main content of the paper is to introduce UAV technology and UAV technology application process in to make topography maps. On that basis, using Phantom 4 RTK unmanned aircraft to fly and make topographic maps to construction of 220KV Thai Binh - Thanh Nghi electric line.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicles, UAV, Phantom 4 RTK, topographic map

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bản đồ địa hình từ lâu đã là tài liệu quan trọng, được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như xây dựng công trình dân dụng, giao thông, thủy lợi, quy hoạch... Vì thế công tác thành lập bản đồ địa hình luôn được nhiều tổ chức và cá nhân quan tâm nghiên cứu. Bản đồ địa hình có thể thành lập bằng các công nghệ: sử dụng máy toàn đạc, sử dụng công nghệ GNSS, công nghệ quét Laser mặt đất, công nghệ bay quét LiDAR. Trong các công nghệ trên, công nghệ sử dụng máy toàn đạc điện tử và công nghệ GNSS cho kết quả có độ chính xác cao (dưới 5cm [1]), tuy nhiên giá thành và thời gian thực hiện tương đối lớn nếu phạm vi đo vẽ rộng. Công nghệ quét Laser mặt đất có thể cho độ chính xác lên tới 2mm nếu khoảng cách từ trạm máy tới công trình không quá xa [2], tuy nhiên nếu phạm vi đo vẽ rộng thì sẽ phải di chuyển nhiều trạm máy, dẫn tới có sai số khi kết nối giữa các trạm máy. Công nghệ bay quét LiDAR cho phép đo vẽ những vùng rộng lớn với độ chính xác đảm bảo yêu cầu nhưng chi phí thực hiện công nghệ này lại khá cao, ảnh hưởng tới giá thành sản phẩm. Vì vậy, việc nghiên cứu ứng dụng những công nghệ mới để sản xuất những sản

* Tác giả liên hệ: anhthe.dhv@gmail.com – ĐT: 0989382147

phẩm bản đồ địa hình có độ chính xác đảm bảo mà giá thành thấp luôn là vấn đề được các nhà khoa học quan tâm.

Kể từ năm 1916, khi chiếc máy bay không người lái đầu tiên do Archibald Montgomery Low, nhà thiết kế người Anh, chế tạo thành công, cho đến nay công nghệ thiết bị bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicles - UAV) và các kỹ thuật xử lý ảnh chụp đã có những bước phát triển vượt bậc. Với ưu điểm giá thành thấp, độ chính xác cao, tiết kiệm thời gian thi công, hỗ trợ đo vẽ những khu vực khó tiếp cận trực tiếp, cung cấp sản phẩm đa dạng (bản đồ số bề mặt, bản đồ trực ảnh, bản đồ 3D, video 3D) nên công nghệ UAV ngày càng được nhiều đơn vị lựa chọn để triển khai công việc. Hiện nay UAV được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực như lâm nghiệp (phân loại rừng, ước tính sinh khối,...), quản lý vùng ven biển (bản đồ rừng ngập mặn, quy hoạch nuôi trồng thủy hải sản,...), quan trắc biến động (ô nhiễm môi trường, xói mòn sạt lở đất, biến động sử dụng đất...) [3], thành lập bản đồ vùng mỏ [4], thành lập bản đồ địa hình đặc biệt là các công trình dạng tuyến như đường giao thông, tuyến đường điện [5]. Tuy nhiên, trong công nghệ UAV, với mỗi thiết bị bay, với mỗi quy trình bay và mỗi phần mềm xử lý ảnh khác nhau sẽ cho chúng ta những kết quả có độ chính xác khác nhau. Với mỗi nghiên cứu sẽ cung cấp thêm một cái nhìn mới về việc ứng dụng các thiết bị bay vào công tác thành lập bản đồ địa hình. Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu sử dụng máy bay Phantom 4 RTK để đo đạc thành lập bản đồ địa hình công trình tuyến đường dây 220KV Thái Bình - Thanh Nghị.

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày tổng quan về thiết bị UAV, quy trình công nghệ UAV trong đo vẽ thành lập bản đồ địa hình và kết quả thành lập bản đồ địa hình tỉ lệ 1/2000 phục vụ khảo sát tuyến đường dây 220KV Thái Bình - Thanh Nghị bằng công nghệ UAV.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý luận

2.1.1. Giới thiệu chung về công nghệ máy bay không người lái UAV

Công nghệ máy bay không người lái UAV (Unmanned Aerial Vehicles) được hiểu là người điều khiển không trực tiếp ngồi trên thiết bị mà thông qua sóng radio hoặc phần mềm lập trình từ trước để điều khiển máy bay bay theo quỹ đạo mong muốn. UAV được rất nhiều tổ chức trong nước và ngoài nước nghiên cứu, ứng dụng nhiều trong quân sự cũng như dân sự.

Cấu tạo chung của hệ thống chụp ảnh bằng UAV bao gồm 4 phần chính: *Hệ thống máy bay; Máy ảnh kỹ thuật số; Trạm điều khiển mặt đất; Trạm xử lý ảnh tạo mô hình số (Hình 1).*



Hình 1. Thiết bị bay chụp không người lái Phantom 4 RTK

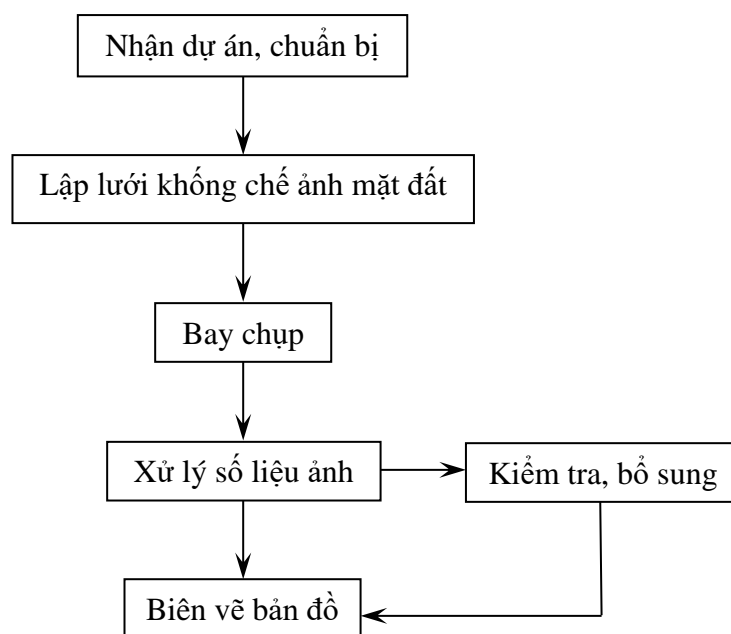
Hệ thống máy bay là một hệ thống phức tạp bao gồm nhiều thành phần như: bộ phận truyền dẫn dữ liệu (kết nối với trạm điều khiển mặt đất), bộ phận định vị, bộ phận cân bằng, hệ thống động cơ,... Máy bay không người lái có nhiều hình dạng và kích cỡ khác nhau, tùy thuộc vào cấu tạo cánh bay mà người ta thường chia thành 2 loại là máy bay cánh cố định (Fixed Wing) và máy bay cánh quay (Rotary Wing). Phantom 4 RTK thuộc loại máy bay cánh quay, bao gồm 4 cánh quay ở 4 góc, trang bị hệ thống định vị GNSS cùng bộ thu RTK cho phép đạt độ chính xác vị trí đến cm.

Máy ảnh kỹ thuật số sử dụng trên UAV thường là các loại máy ảnh nhỏ gọn, sử dụng tiêu cự cố định và có khả năng lấy nét tự động. Phantom 4 RTK sử dụng máy ảnh với cảm biến CMOS 1”, độ phân giải 20 Mps, tiêu cự ống kính f2.8 – f11, trường ống kính 84°, có khả năng nhận biết được các vật thể 2.74 cm ở độ cao bay chụp 100m.

Trạm điều khiển mặt đất là hệ thống bao gồm máy tính bảng (hoặc điện thoại) được cài đặt phần mềm lập trình bay và điều khiển bay cùng với bộ điều khiển thu phát tín hiệu dùng để kết nối máy bay và máy tính bảng (hoặc điện thoại).

Trạm xử lý ảnh là các máy tính có cấu hình mạnh được cài đặt phần mềm xử lý ảnh chụp từ máy bay để tạo mô hình số mặt đất. Các nghiên cứu chỉ ra rằng việc lựa chọn phần mềm và thuật toán SfM (Structure-from-Motion) xử lý ảnh có ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác bản đồ thành lập bằng công nghệ UAV [2]. Hiện nay có rất nhiều phần mềm thương mại và phần mềm miễn phí dùng để xử lý ảnh chụp từ UAV, người xử lý ảnh phải tìm hiểu các thông tin chi tiết về ảnh chụp, thiết bị bay để lựa chọn phần mềm và thuật toán xử lý phù hợp nhất.

2.1.2. Quy trình thành lập bản đồ địa hình bằng công nghệ UAV



Hình 2. Sơ đồ quy trình thành lập bản đồ bằng công nghệ UAV

Quy trình thành lập bản đồ địa hình bằng công nghệ UAV được thực hiện theo sơ đồ như Hình 2. Sản phẩm của quy trình này là bản đồ số bề mặt địa hình, mô hình 3D bề mặt địa hình, bản đồ ảnh trực giao,...

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo sử dụng một số phương pháp nghiên cứu sau:

- *Phương pháp nghiên cứu lý thuyết*: Tổng hợp các thông tư nghị định, quy phạm thành lập bản đồ địa hình đã ban hành. Các quy định, quy phạm về sử dụng các thiết bị bay và công nghệ thành lập bản đồ bằng các thiết bị bay.

- *Phương pháp nghiên cứu thực địa*: Khảo sát, đo đạc tại khu vực xây dựng tuyến đường điện 220KV Thái Bình – Thanh Nghị có điểm đầu tại tỉnh Hà Nam (đi qua huyện Thanh Liêm, huyện Bình Lục, huyện Lý Nhân) và điểm cuối thuộc tỉnh Thái Bình (huyện Hưng Hà) với tổng chiều dài 59km. Nghiên cứu các thông tin liên quan đến khu vực đo như: vị trí địa lý, điều kiện tự nhiên, hiện trạng sử dụng đất, lịch sử nghiên cứu tại khu vực đó... Thực hiện các công tác bay chụp ngoài thực địa để lấy số liệu thành lập bản đồ.

- *Phương pháp sử dụng công nghệ*: Sử dụng công nghệ UAV bằng máy Phantom 4 RTK, dùng phần mềm xử lý số liệu ảnh bay chụp Agisoft Metashape.

3. THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH 1/2000 TUYẾN ĐƯỜNG ĐIỆN 220KV THÁI BÌNH – THANH NGHỊ BẰNG CÔNG NGHỆ UAV

3.1. Khảo sát khu vực bay chụp và lập lưới khống chế ảnh

Trước khi tiến hành bay chụp phải khảo sát hiện trạng của khu vực đo vẽ, từ đó đưa ra phương án thi công hợp lý. Khu vực chúng tôi tiến hành thực hiện bay chụp là khu vực xây dựng tuyến đường điện 220KV Thái Bình – Thanh Nghị. Tuyến khảo sát có điểm đầu tại huyện Thanh Liêm (tỉnh Hà Nam) và điểm cuối tại huyện Hưng Hà (tỉnh Thái Bình) với tổng chiều dài là 59km. Địa hình khu vực bằng phẳng, chủ yếu là đồng ruộng, ít công trình xây dựng.

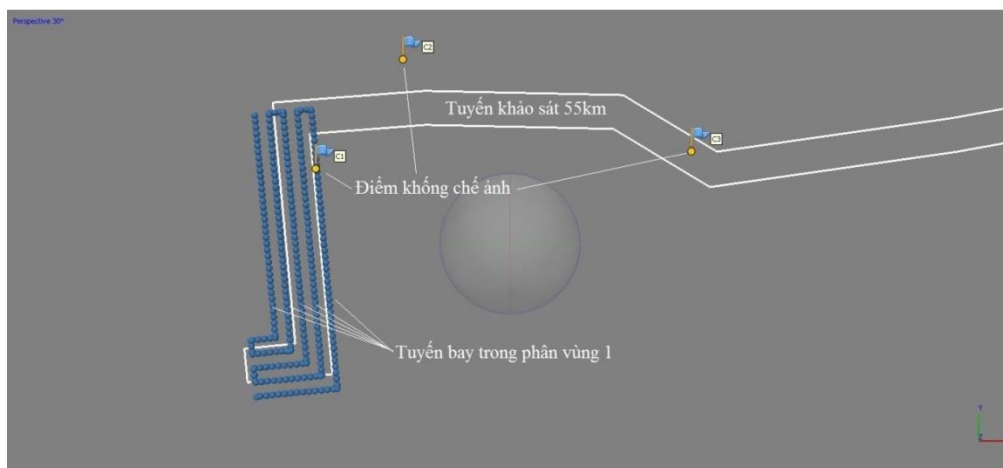
Để xây dựng bản đồ địa hình cần phải có số liệu điểm khống chế Nhà nước. Qua khảo sát, chúng tôi sử dụng 4 điểm tọa độ - độ cao Nhà nước, bao gồm các điểm 129459, 128461, 129451 ở tỉnh Hà Nam và điểm 129430 ở tỉnh Thái Bình.

Toàn tuyến được bố trí 7 điểm khống chế ảnh (Hình 3). Điểm khống chế ảnh được đánh dấu bằng các marker hoặc là các địa vật rõ nét trên thực địa. Công tác đo nối khống chế ảnh được tiến hành bằng công nghệ RTK, sử dụng các điểm gốc là các điểm tọa độ và độ cao Nhà nước.

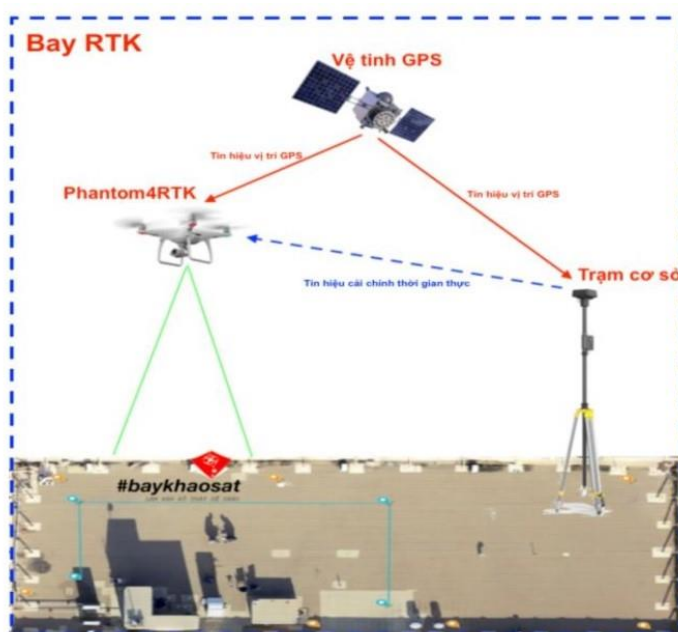
3.2. Phân chia khu bay và lên phương án bay

Để phù hợp với thời lượng pin bay chụp của máy bay và đảm bảo khoảng cách tối đa từ trạm điều khiển đến thiết bị bay không quá 1.2km, chúng tôi chia tuyến đường điện 220KV Thái Bình - Thanh Nghị (59km) thành 35 khu bay, mỗi khu bay có 4 dải bay và có chiều dài 1,7km theo hướng tuyến điện, độ phủ dọc và phủ ngang của ảnh chụp giữa khu bay và các tuyến bay là 80%. Dựa theo địa hình khu bay đã khảo sát từ trước và khả năng bay chụp của máy bay Phantom 4 RTK chúng tôi thiết kế độ cao bay là 180m.

Với từng khu bay, phương án bay chụp ảnh địa hình được thực hiện bằng phương pháp bay với định vị tâm ảnh thời gian thực RTK (Hình 4).



Hình 3. Điểm khống chế ảnh trong khu bay số 1



Hình 4. Sơ đồ phương án bay RTK

3.3. Thực hiện công tác bay chụp ảnh

Trong lúc bay chụp phải thiết lập trạm cơ sở CORS. Trạm cơ sở được thiết lập ngay trên các điểm mốc Địa chính cơ sở là 129451 tại Hà Nam và 129430 tại Thái Bình. Số liệu vệ tinh GPS được thu phát liên tục trong quá trình bay. Tại mỗi thời điểm bay, số liệu tọa độ mốc và số cải chính tọa độ, độ cao được truyền trực tiếp đến máy bay thông qua mạng 3G/4G và được bộ điều khiển thiết bị bay truyền tải trực tiếp lên máy bay. Mỗi một ảnh chụp thì tọa độ tâm ảnh đã được hiệu chỉnh trực tiếp tọa độ VN2000, hệ độ cao Hòn dấu.

Sử dụng hệ thống bay chụp ảnh Phantom 4 RTK kết nối với trạm cơ sở CORS thông qua mạng internet 3G/4G để nhận tọa độ chính xác cho mỗi tấm ảnh chụp. Máy bay có trọng lượng 1.39kg, thời gian bay tối đa là 30 phút. Thời gian bay chụp ảnh là từ 15/7/2019 đến 25/7/2019 với 101 lần bay chụp, tổng số ảnh chụp là 9505 tấm (Hình 5).

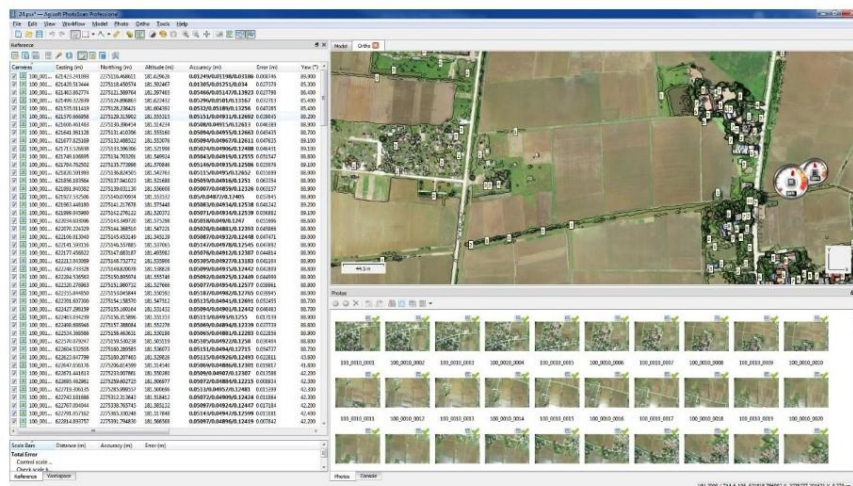


Hình 5. Ảnh chụp khu vực khảo sát

3.4. Xử lý số liệu ảnh bay chụp

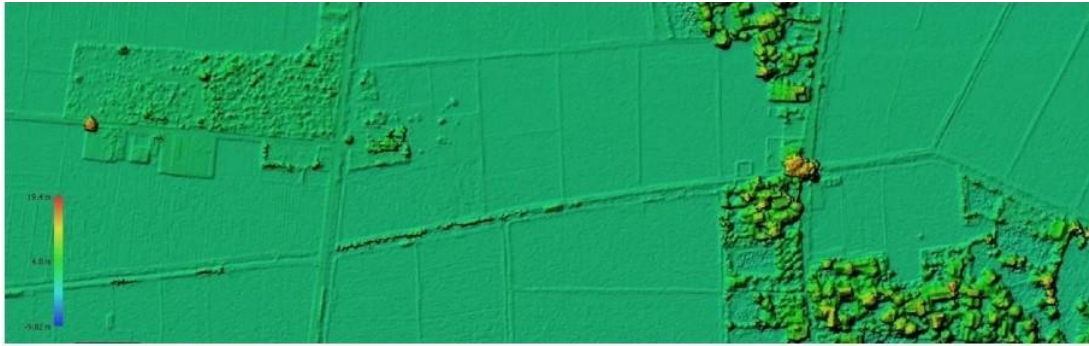
Bản chất của công đoạn này là tăng dày không chế ảnh nội nghiệp tự động với đầu vào là dữ liệu ảnh số, các nguyên tham số định hướng sơ bộ thu được trong quá trình chụp ảnh, các tham số vật lý của máy chụp, các kết quả đo nội không chế ảnh ngoại nghiệp.

Tổng số 35 khu bay được xử lý bằng phần mềm Agisoft Metashape trong 12 Project, trung bình 3 khu bay/1project (Hình 6). Ảnh bay chụp *.JPG kèm theo tọa độ tâm ảnh *.MRK và thông số camera *.BIN là dữ liệu đầu vào để đưa vào phần mềm xử lý ảnh, sau khi kiểm tra các sai số tâm ảnh, dữ liệu được đưa vào xây dựng mô hình ảnh bằng công cụ Aline. Thông số định hướng trong và định hướng ngoài của từng tấm ảnh như: f , c_x , c_y , b_1 , b_2 , k_1 , k_2 , k_3 , k_4 , p_1 , p_2 , p_3 , p_4 được tối ưu hóa và xác định thông qua các ảnh chụp thực tế.



Hình 6. Xử lý ảnh bằng phần mềm Agisoft Metashape

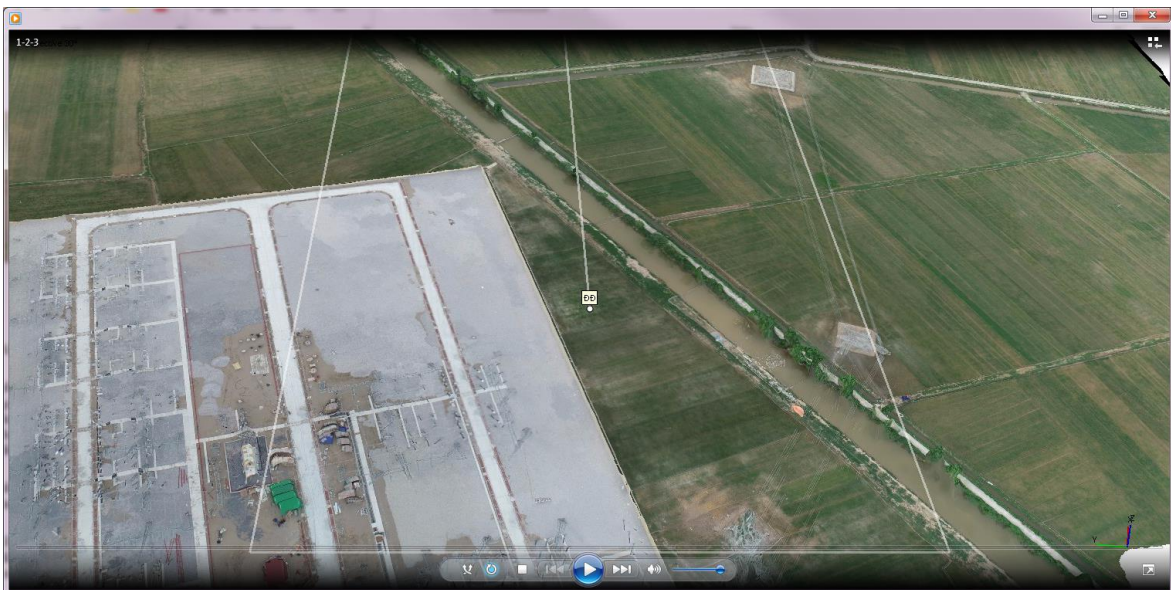
Đầu ra của quá trình là mô hình số bề mặt - DSM (Hình 7) và ảnh trực giao thực (true-orthophotomosaic - Hình 8) trong đó tất cả các điểm ảnh được hiển thị nhờ phép chiếu thẳng góc, mô hình 3D dọc tuyến (có thể xuất ra video dạng số - Hình 9). Để nhận được các điểm độ cao mặt đất và nội suy bình độ, một mô hình số độ cao mặt đất được tạo ra bằng cách chọn lọc từ DSM các điểm mặt đất.



Hình 7. Mô hình số bề mặt DSM



Hình 8. Bình đồ trực ảnh



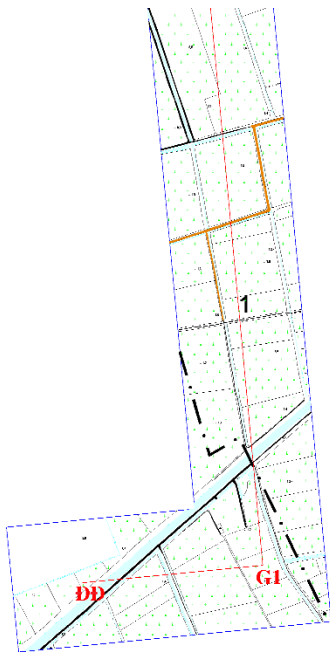
Hình 9. Video mô hình 3D tuyến

3.5. Biên tập bản đồ số

Trên nền bình đồ trực ảnh đã có, tiến hành giải đoán các đối tượng bản đồ bằng phần mềm Microstasion. Dùng bộ ký hiệu số tỷ lệ 1: 2000 để biên tập bản đồ. Công tác giải đoán nội nghiệp giúp giải đoán 100% các thông tin về hình thể của các đối tượng. Các thông tin thuộc tính của đối tượng được giải đoán hạn chế. Các đối tượng không thể giải đoán được nội nghiệp (tên địa danh, tính chất đường xá, các thông tin khác...) được đánh dấu để đi điều tra ngoại nghiệp.

Tiến hành tổ chức điều tra ngoại nghiệp bổ sung các tính chất còn thiếu trên bản đồ như: tên cơ quan công sở, vị trí một số cột điện cao thế, vị trí các cột km đường, tên cầu, tính chất cầu công, tính chất rải mặt đường nhựa, đường bê tông ...

Sử dụng các phần mềm chuyên dụng như MicroStation, IRASC, GlobalMapper, AutoCAD 2004 để biên tập bản đồ. Bản đồ số sau khi hoàn thành sẽ chứa đầy đủ nội dung thông tin và được chuẩn hóa về ký hiệu áp dụng để biểu thị, về màu sắc của từng ký hiệu, về phân lớp, về tương quan vị trí, về mức độ ưu tiên,... (Hình 10).



Hình 10. Một phần kết quả của bản đồ địa hình 1/2000

3.6. Đánh giá kết quả thực hiện

- Sai số mặt phẳng lớn nhất $m_{xy}=0,009m$ tại điểm C2, sai số cho phép $0,15mm \times 2000$ (tỷ lệ bản đồ) = $0,3m$ (đạt yêu cầu).

- Sai số độ cao lớn nhất $m_h=0,028m$ tại điểm C3, sai số cho phép $1/5 \times 2m$ (khoảng cao đều đường bình độ cơ bản) = $0,4m$ (đạt yêu cầu).

- Bản đồ thể hiện đầy đủ các nội dung địa hình, dân cư, giao thông, thủy hệ, thực vật, dân cư và các công trình xây dựng. Phạm vi đúng với yêu cầu từ tim tuyến về mỗi bên 100m và khoan bao các trạm biến áp 2 đầu tuyến. Bình đồ ảnh đảm bảo đủ độ phân giải và màu sắc để đoán nhận hình ảnh trên mặt đất, tiếp khớp giữa các khối chính xác. Video 3D thể hiện được hình ảnh không gian 3 chiều giống với khung cảnh thực địa đồng thời thể hiện rõ các đường tim tuyến, đường ranh giới và các điểm góc G.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả của việc ứng dụng công nghệ UAV trong thành lập bản đồ địa hình tuyến đường điện 220KV Thái Bình – Thanh Nghị, chúng tôi rút ra kết luận như sau:

1. Từ những nghiên cứu đã công bố trước đây và từ kết quả của thực nghiệm trong bài báo này một lần nữa cho thấy độ chính xác của bản đồ địa hình được thành lập bằng

công nghệ UAV là hoàn toàn đạt yêu cầu của các quy phạm Nhà nước đã ban hành. Bên cạnh đó, với tính tự động cao, hệ thống máy móc gọn nhẹ, có thể đo được những nơi con người khó tiếp cận trực tiếp,... nên việc ứng dụng công nghệ UAV trong công tác thành lập bản đồ địa hình giúp chúng ta tiết kiệm thời gian, chi phí, mang lại hiệu quả kinh tế cao.

2. Công nghệ UAV rất phù hợp khi bay chụp phục vụ khảo sát đo vẽ những công trình dạng tuyến như tuyến đường giao thông, tuyến đường điện... vì đặc điểm của công nghệ này là bay theo từng dải bay.

3. Sản phẩm của công nghệ rất đa dạng bao gồm mô hình số độ cao, bình đồ trực ảnh, bản đồ số, mô hình 3D, video 3D với độ chính xác và trực quan rất cao, hỗ trợ tốt cho các công đoạn thiết kế theo như thiết kế, quản lý.

4. Công nghệ UAV cũng có một vài hạn chế như: khi thiết kế phương án bay phải lưu ý các vùng cấm bay; trước khi bay chụp phải xin phép bay ở các cơ quan chức năng; pin của UAV chỉ dùng được trong khoảng từ 20-30 phút; không thể bay chụp trong điều kiện thời tiết mưa gió, việc xử lý ảnh chụp từ UAV cần phải có kỹ thuật tốt và nắm vững phần mềm,... Nếu khắc phục được những hạn chế này, UAV sẽ là công nghệ rất tốt trong công tác đo vẽ thành lập bản đồ địa hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Barry, P.; Coakley, R. *Accuracy of UAV photogrammetry compared with network RTK GPS*. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens., XL-1 W 2013, 2, 27-31.

2. Bùi Tiên Diệu, Nguyễn Cẩm Vân và nnk, 2016. “*Xây dựng mô hình số bề mặt và bản đồ trực ảnh sử dụng công nghệ đo ảnh máy bay không người lái (UAV)*”, Hội nghị Khoa học: Đo đạc Bản đồ với ứng phó biến đổi khí hậu, Hà Nội.

3. Võ Chí Mỹ, Vũ Phan Long và nnk, 2014, “*Nghiên cứu khả năng ứng dụng máy bay không người lái trong công tác trắc địa mỏ và giám sát môi trường mỏ*”, Kỷ yếu Hội nghị khoa học ngành Mỏ, Vũng Tàu.

4. Vương Trọng Kha, Vũ Văn Chất, Vũ Phan Long, 2014, “*Thử nghiệm thiết bị bay chụp ảnh không người lái thành lập bản đồ mỏ than lộ thiên*”, Kỷ yếu Hội nghị khoa học 70 năm thành lập Cục đo đạc bản đồ Nhà nước, Hà Nội.

5. Vũ Phan Long, Lê Thắng, 2014, “*Thử nghiệm thiết bị bay chụp ảnh không người lái thành lập bản đồ 3D hành lang tuyến điện*”, Kỷ yếu Hội nghị khoa học lần thứ IV, Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu - Bộ Quốc phòng.