

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI XÂY DỰNG BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỈ LỆ LỚN TẠI KHU VỰC NÚI LUỐT, XUÂN MAI, HÀ NỘI

HỒ LỆ THU, NGUYỄN THANH HOÀN,  
HOA THÚY QUỲNH, NGUYỄN VĂN DŨNG, PHẠM VĂN DUẤN

**Tóm tắt:** Đo đạc, xây dựng bản đồ nói chung và bản đồ địa hình nói riêng bằng máy bay không người lái là một lĩnh vực ứng dụng rất tiềm năng cần được nghiên cứu, thử nghiệm bằng các loại máy bay khác nhau. Nghiên cứu này đặt mục tiêu thử nghiệm, kiểm chứng khả năng của máy bay chuyên dụng và thông thường trong việc xây dựng bản đồ địa hình tỉ lệ lớn. Khu vực thử nghiệm là vùng Núi Luốt (thuộc Xuân Mai, Hà Nội), có đủ các dạng địa hình cơ bản: đồi núi thấp có rừng, đất bằng, đất xây dựng và mặt nước. Kết quả nghiên cứu đối chiếu với những quy định hiện hành, khẳng định rằng, máy bay chuyên dụng như WingtraONE GEN II có thể đáp ứng yêu cầu xây dựng bản đồ địa hình tỉ lệ 1/1.000 thậm chí lớn hơn nếu bay ở độ cao thấp hơn. Máy bay thông thường như Mavic 3 của DJI, cần kết hợp với điểm khống chế mặt đất, có thể xây dựng bản đồ địa hình tỉ lệ 1/2.000 hoặc nhỏ hơn cho khu vực nghiên cứu.

**Từ khóa:** máy bay không người lái, đo đạc, bản đồ địa hình, Núi Luốt

## APPLYING DRONES MODEL TO BUILD LARGE-SCALE TOPOGRAPHIC MAPS IN NUI LUOT AREA, XUAN MAI, HANOI

**Abstract:** Surveying and mapping in general and topographic maps in particular using drones is a very potential application field that needs to be researched and tested using different types of drone. This study aims to test and verify the capabilities of specialized and conventional drones in constructing large-scale topographic maps. The selected test area is Nui Luot area (in Xuan Mai, Hanoi), with all basic terrain types: low hills with forests, flat land, construction land and water surface. The research results confirm that, compared with current regulations of Vietnam Government, specialized drone such as WingtraONE GEN II can meet the requirements of constructing topographic maps at a scale of 1/1,000 or even larger if flying at lower altitudes. Conventional drone like DJI's Mavic 3, combined with ground control points, can build a scale topographic map in 1/2,000 scale or smaller of study area.

**Keyword:** UAV, drone, measuring, topographic maps, Nui Luot

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Máy bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicles-UAV) - hay công nghệ chụp ảnh

Flycam ngày càng được ứng dụng rộng rãi ở nhiều lĩnh vực của đời sống như: nông nghiệp, quản lý tài nguyên, cảnh báo thiên tai, giám sát

công trình xây dựng... Đặc biệt là đo đạc, khảo sát, thành lập bản đồ. DJI và Wingtra là hai thương hiệu nổi tiếng trên thế giới về các thiết bị UAV phục vụ công tác khảo sát địa hình, thành lập bản đồ với độ chính xác cao.

Trong những năm gần đây, khoa học công nghệ trắc địa, bản đồ, viễn thám trên thế giới đã đạt được nhiều thành tựu to lớn. Trên thế giới hiện nay, việc áp dụng phương pháp đo ảnh khoảng cách gần với ảnh chụp từ máy ảnh số gắn trên UAV đã được áp dụng với rất nhiều ứng dụng khác nhau như: lâm nghiệp (Grenzdörffer, 2008); nông nghiệp (Grenzdörffer và Niemeyer 2011); ứng dụng địa chính (Cramer và cộng sự, 2013; quản lý vùng ven biển (Delacourt và cộng sự, 2009), giám sát giao thông (Puriva và cộng sự, 2007)... Việc thành lập và cập nhật liên tục các bản đồ địa hình là nhiệm vụ cực kỳ quan trọng, cần thiết cho hệ thống thông tin địa lý (GIS) (Höhle 2017) để duy trì sự nhất quán trong cách trình bày các hiện tượng, đối tượng trên bản đồ dưới dạng kí hiệu, cơ sở dữ liệu địa hình được sử dụng [10].

Ngoài các cơ sở dữ liệu được thu thập thì số lượng, chất lượng và độ chính xác của thông tin không gian cũng cần được phân tích [18]. Cơ sở dữ liệu địa hình có thể được sử dụng trong các nghiên cứu tiếp theo làm tài liệu gốc cho phân tích quan hệ đối tượng, trong đó các phương pháp phân loại và đánh giá khu vực được sử dụng dựa trên việc thay đổi và lựa chọn các lớp cơ sở dữ liệu địa hình thích hợp [4].

Công tác đo vẽ và thành lập bản đồ địa hình từ tư liệu UAV đã được nước ta quan tâm trong nhiều năm gần đây với nhiều công trình nghiên cứu [3, 16, 11]; sử dụng dữ liệu máy bay không

người lái trong thành lập bản đồ địa hình [13, 14]. Các nghiên cứu này chủ yếu sử dụng tư liệu ảnh từ thiết bị bay UAV trong nghiên cứu quy trình và thử nghiệm các bước xử lí ảnh flycam, hầu hết chưa có nghiên cứu nào đánh giá được tính ưu việt cũng như so sánh được độ chính xác giữa các loại máy bay không người lái trong việc xây dựng bản đồ địa hình.

Do vậy, nghiên cứu này tập trung đánh giá sử dụng 2 loại thiết bị UAV là Mavic 3 và WingtraONE GEN II trong công tác thành lập bản đồ địa hình tỉ lệ lớn 1/2.000, 1/1.000 hoặc lớn hơn theo các quy định hiện hành của pháp luật Việt Nam.

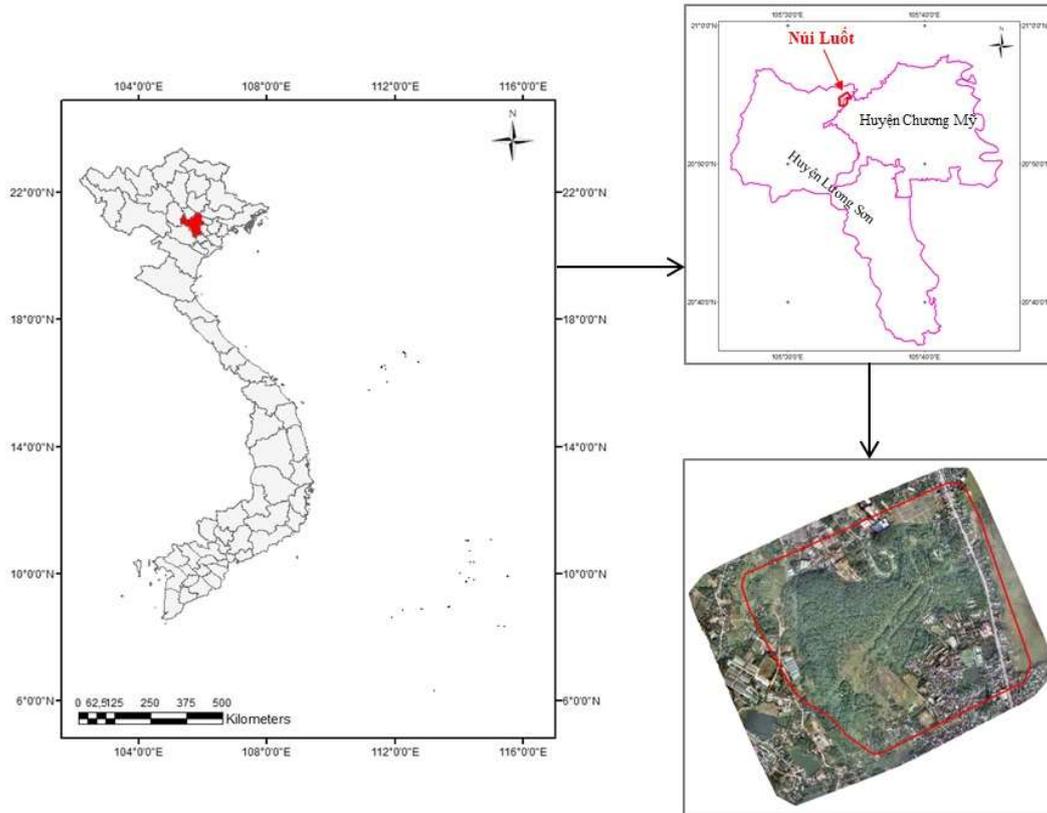
## **2. CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Cơ sở dữ liệu**

Núi Luót là khu rừng nghiên cứu thực nghiệm của Trường Đại học Lâm nghiệp (Xuân Mai, Hà Nội), cách TP. Hoà Bình 45 km về phía đông nam, cách trung tâm TP Hà Nội 38 km về phía tây bắc (Hình 1).

Núi Luót là khu vực chuyển tiếp giữa một bên là đồng bằng, một bên là đồi núi (phía tây), núi Luót có địa hình tương đối đơn giản và đồng nhất, gồm 2 quả núi chạy nối tiếp nhau thành dải dài từ đông sang tây. Đỉnh cao nhất là 133 m, đỉnh thứ 2 là 90 m, độ dốc trung bình 15 độ, nơi dốc nhất 27 độ, hướng dốc thoải bắc - nam.

Khu vực núi Luót có nhiệt độ bình quân năm 23,2<sup>0</sup>C. Tổng lượng mưa trong năm là 1.753 mm, mưa phân bố không đều trong năm, chia thành hai mùa khá rõ rệt mùa mưa kéo dài từ tháng 4 đến tháng 10 và mùa khô kéo dài từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau.



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thiết bị UAV sử dụng trong nghiên cứu này là máy bay không người lái Mavic 3 và WingtraOne GEN II. Mavic 3 là thế hệ UAV Mavic mới của DJI, ra mắt tháng 9 năm 2021. Mavic 3 được trang bị một loạt công nghệ và tính năng mới, trong đó phải kể đến là cụm camera kép L2D-20c độc quyền đến từ Hasselblad -

Thụy Điển và là một trong những thiết bị bay không người lái có khả năng quay video chất lượng cao - 5.1K. WingtraOne GEN II là thế hệ máy bay không người lái tiên tiến đến từ hãng Wingtra, Thụy Sĩ. WingtraOne GEN II là loại máy bay không người lái cánh cố định VTOL chuyên nghiệp, được thiết kế để sử dụng cho công tác lập bản đồ 3D chất lượng cao (Hình 2).



Hình 2. Hình ảnh máy bay không người lái Mavic 3 (ảnh trái) và WingtraOne GEN II (ảnh phải) được sử dụng để bay chụp ảnh trong nghiên cứu

Máy bay WingtraOne GEN II có thiết bị đi kèm là một trạm BASE có thể kết nối với trạm CORS bằng sóng điện thoại 3G/4G và kết nối với máy bay bằng RTK. Mỗi tấm ảnh chụp

đều có tọa độ tâm ảnh được xử lý bằng phần mềm chuyên dụng đem lại độ chính xác cao về mặt hình học cho dữ liệu thu thập được (Bảng 1).

**Bảng 1. Thông số kỹ thuật cơ bản của Mavic 3 và WingtraOne GEN II**

	<b>Mavic 3</b>	<b>WingtraOne GEN II</b>
Thông số bay		
Trọng lượng máy	895 g (trạng thái cất cánh)	4.5 kg (trạng thái cất cánh)
Khoảng cách bay tối đa	15000 m	10000 m
Tốc độ bay tối đa	21 m/s	16 m/s
Thời gian bay tối đa	46 phút	59 phút
Trần bay	6000 m	5000 m
Camera		
Cảm biến	CMOS 4/3, điểm ảnh hiệu dụng: 20 MP	Cảm biến APS-C (23.5 x 15.6 mm), điểm ảnh hiệu dụng: 24.2 MP.
Kích thước ảnh	5280 x 3956	6000 x 4000
Định dạng ảnh	JPEG / DNG (RAW)	JPEG, RAW
GNSS		
Hệ thống vệ tinh	GPS + Galileo + BeiDou	GPS (L1, L2), GLONASS (L1, L2),

*Nguồn: DJI website và Wingtra website*

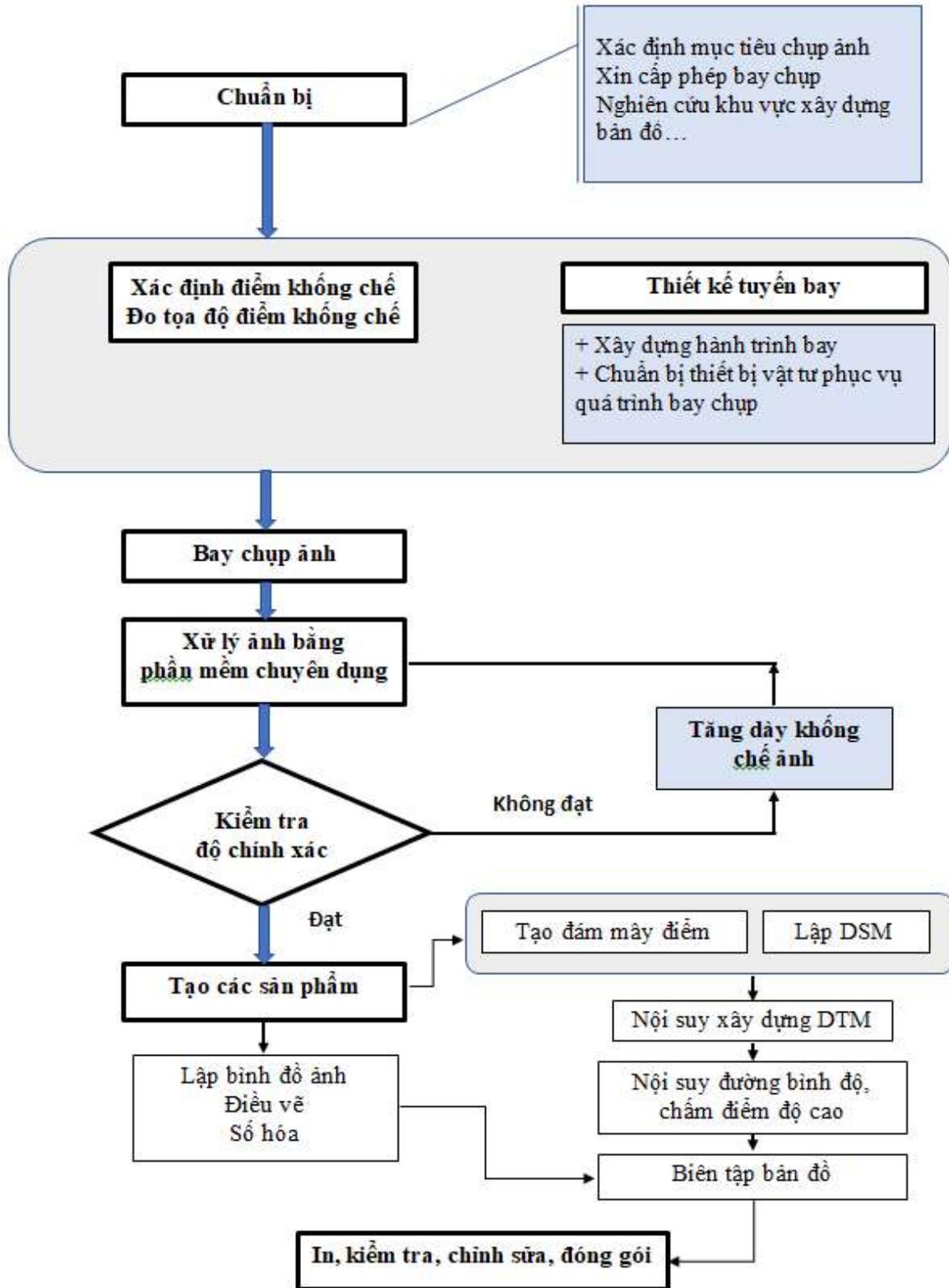
Để xây dựng bản đồ địa hình từ ảnh thu được bằng UAV, các phương pháp nghiên cứu thường kết hợp nhiều kỹ thuật và quy trình xử lý ảnh tiên tiến. Các kỹ thuật được sử dụng trong nghiên cứu gồm: đo tọa độ, độ cao các điểm khống chế bằng máy toàn đạc; bay chụp ảnh thu được bằng UAV; xử lý ảnh chụp thu được bằng UAV; xây dựng các mô hình số địa hình; xây dựng bản đồ địa hình. Sơ đồ phương pháp nghiên cứu được tóm tắt trong Hình 3.

Trong đó, DSM là mô hình số bề mặt (Digital Surface Model), DTM là mô hình số địa hình (Digital Terrain Model).

Xác định các điểm khống chế là một trong những công việc quan trọng quyết định độ chính xác của bản đồ. Các điểm khống chế là các đối tượng dễ xác định trên ảnh hoặc được xây dựng

bằng cách đánh dấu bằng sơn đỏ, có thể dễ dàng quan sát, nhận diện tâm điểm ảnh chụp từ UAV. Tọa độ và độ cao các điểm khống chế được đo đạc bằng máy toàn đạc điện tử, sử dụng bằng kỹ thuật đo GNSS đồng thời gian thực sẽ được trình bày ở phần tiếp theo.

Ảnh thu được bằng UAV được chụp với độ trùm phủ trên 80%, độ cao bay 300 m so với điểm cất cánh, thời tiết có nắng và ít mây đảm bảo theo quy định tại Thông tư số 07/2021/TT-BTNMT ngày 30/06/2021 của Bộ Tài nguyên và Môi trường phục vụ xây dựng, cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia tỉ lệ 1:2.000, 1:5.000 và thành lập bản đồ địa hình tỉ lệ 1:500, 1:1.000. Ảnh thu được bằng UAV được ghép trực giao và xây dựng dữ liệu DSM, DTM bằng phần mềm xử lý ảnh chuyên dụng Pix4Dmapper.



Hình 3. Sơ đồ sử dụng ảnh chụp bằng UAV phục vụ xây dựng bản đồ địa hình

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả bay chụp ảnh bằng UAV

Tiến hành thực hiện các bước công việc theo sơ đồ phương pháp được trình bày ở Hình 3. Kết quả thu được là ảnh ghép trực giao toàn bộ khu vực

ngghiên cứu, mô hình số bề mặt, mô hình số địa hình và dữ liệu đường bình độ khu vực núi Luôt. Các kết quả này gồm 2 bộ số liệu từ 02 loại thiết bị bay chụp là Mavic 3 và WingtraOne GEN II.

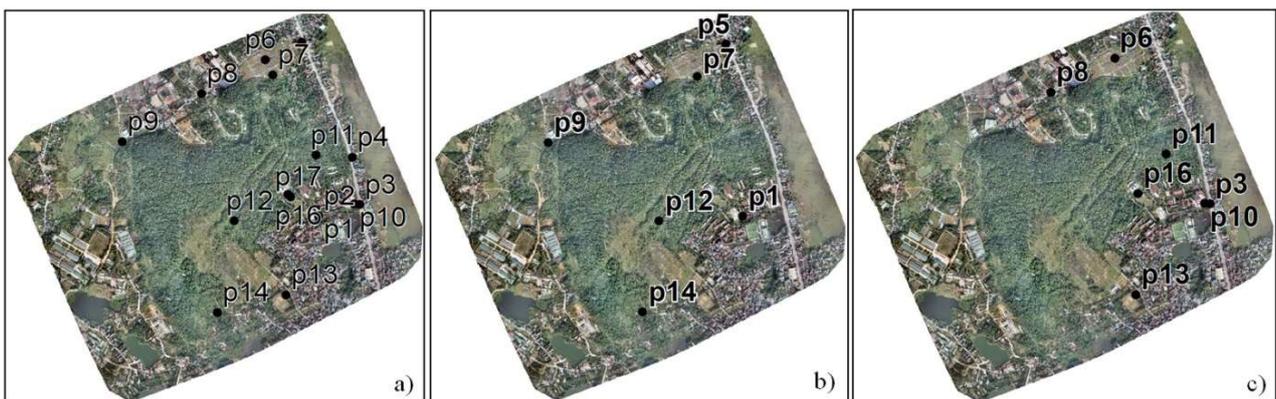
Nghiên cứu đã tiến hành bay chụp toàn bộ khu vực núi Luôt, trong thời gian từ tháng 5 đến tháng 11 năm 2022, bằng 2 thiết bị bay Mavic 3 và WingtraOne GEN II. Mỗi bộ ảnh chụp gồm gần 900 ảnh đơn lẻ. Độ cao bay chụp: 300 m đối với ảnh WingtraONE GEN II, 200 m đối với ảnh Mavic 3 so với địa hình khu vực nghiên cứu, độ phủ ngang là 85%, độ phủ dọc là 80%, độ phân giải ảnh chụp 4,47 cm đối với WingtraONE GEN II và 7,02 cm đối với ảnh Mavic 3. Thời tiết những ngày bay chụp có nắng, gió thổi nhẹ, thuận tiện cho việc bay chụp ảnh bằng UAV.

### **3.2. Điểm không chế mặt đất (Ground Control Point - GCP)**

Nghiên cứu này đã sử dụng 13 điểm GCP để làm điểm không chế xử lý ảnh thu được bằng UAV và kiểm tra độ chính xác của kết quả. Sơ đồ vị trí 13 điểm GCP được thể hiện trong Hình 4a. Tọa độ của các điểm này được đo bằng kỹ thuật đo GNSS động thời gian thực (Real Time Kinematic GNSS) sử dụng máy toàn đạc điện tử kết nối với trạm CORS, viết tắt là GNSS/RTK.

Trạm CORS hoạt động liên tục tại các điểm cố định, giúp đưa ra vị trí nhanh chóng, sau đó truyền dữ liệu qua Internet để hình thành mạng lưới. Trong phương pháp này, trạm CORS có vai trò như một trạm Base, người dùng chỉ việc kết nối với trạm động để đo RTK. Phương pháp GNSS/RTK là một trong những kỹ thuật định vị vệ tinh sử dụng phổ biến hiện nay trong đo đạc địa hình, địa chính, xây dựng, nông nghiệp... và đã được nhiều công trình nghiên cứu chứng minh có độ chính xác cao trong khoảng 1 - 2 cm (Bilker, M và cộng sự, 2001; A. Pirti và cộng sự, 2009; Michael Stuart Zahl, 2013).

Theo quy định tại Điều 29 Thông tư số 68/2015/TT-BTNMT ngày 22/12/2015 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, được phép sử dụng kỹ thuật GNSS động thời gian thực sử dụng hệ thống đa trạm gốc (lưới trạm CORS) để lập lưới đo vẽ cấp 2 phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỉ lệ 1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000. Theo quy định tại Điều 9, Thông tư số 07/2021/TT-BTNMT ngày 30/06/2021 của Bộ Tài nguyên và Môi trường cũng cho phép sử dụng máy toàn đạc điện tử hoặc thiết bị GNSS để đo kiểm tra DEM (DTM) ngoài thực địa.



**Hình 4. Sơ đồ vị trí các điểm không chế mặt đất: a) Toàn bộ các điểm; b) Các điểm dùng hiệu chỉnh ảnh trực giao; c) Các điểm dùng để kiểm tra**

Như vậy, với độ chính xác đã được khẳng định, kỹ thuật đo GNSS động thời gian thực GNSS/RTK hoàn toàn đảm bảo để xây dựng

điểm không chế mặt đất phục vụ cho việc xử lý ảnh thu được bằng UAV và kiểm tra độ chính xác của bản đồ kết quả ở tỉ lệ 1/500 trở lên. Kết

quả đo sử dụng hệ tọa độ VN2000, múi 3 độ địa phương với kinh tuyến trục 105°, sau đó được chuyển về hệ tọa độ UTM múi 48 cho phù hợp với hệ tọa độ của ảnh chụp.

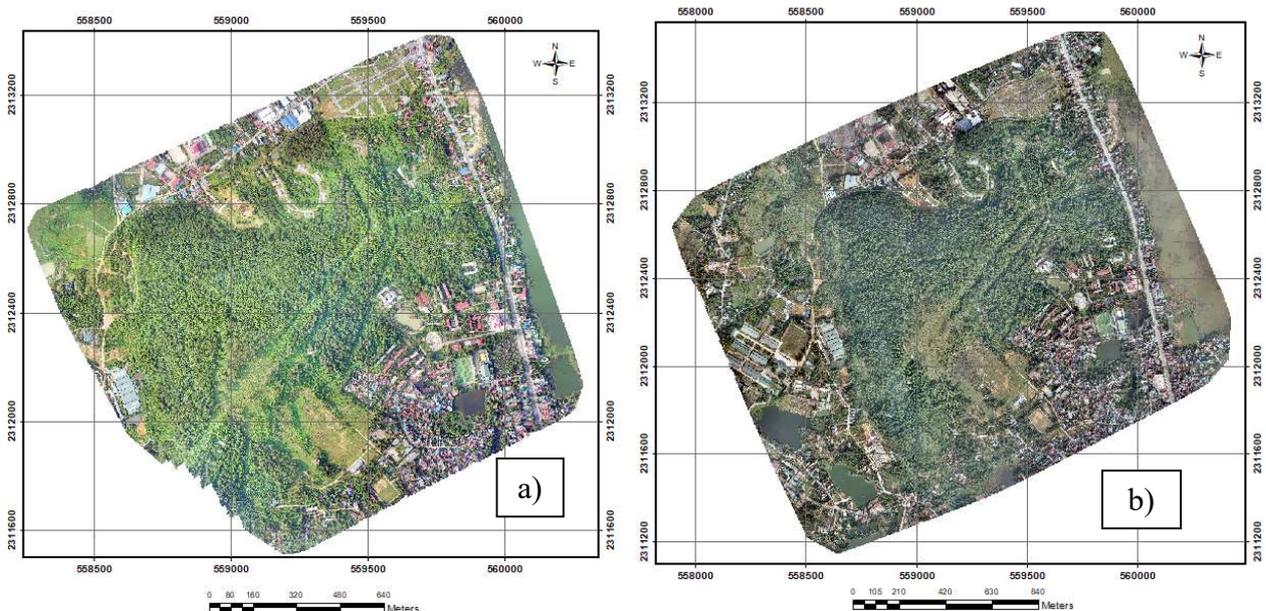
Trong số 13 điểm GCP này, nhóm nghiên cứu đã sử dụng 06 điểm trong xử lý hiệu chỉnh ảnh trực giao, bao gồm: p1, p5, p7, p9, p12, p14 (Hình 4b); 07 điểm còn lại được sử dụng để kiểm tra, đánh giá độ chính xác của ảnh kết quả, bao gồm: p3, p6, p8, p10, p11, p13, p16 (Hình 4c).

### 3.3. Bình đồ ảnh trực giao

Kết quả xử lý gần 900 ảnh thu được bằng UAV của mỗi loại thiết bị bay là bình đồ ảnh (ảnh ghép trực giao) bao trùm toàn bộ khu vực

núi Luót, với độ phân giải 7,02 cm đối với ảnh chụp bằng thiết bị Mavic 3; 4,47 cm đối với ảnh chụp bằng thiết bị WingtraOne GEN II.

Theo Thông tư số 07/2021/TT-BTNMT ngày 30/06/2021 của Bộ Tài nguyên và Môi trường thì độ phân giải mặt đất của ảnh gốc cần nhỏ hơn 8 cm để đáp ứng yêu cầu xây dựng bản đồ tỉ lệ 1:1.000. Như vậy, độ phân giải mặt đất của cả 2 loại ảnh chụp trong nghiên cứu này đều đáp ứng yêu cầu xây dựng bản đồ tỉ lệ 1:1.000 hoặc nhỏ hơn. Tuy nhiên, thông số này có thể đáp ứng được khá đơn giản bằng cách hạ thấp độ cao bay chụp của UAV. Độ chính xác địa hình mới là thông số quan trọng sẽ được đánh giá ở các phần sau.



Hình 5. Bình đồ ảnh khu vực núi Luót

a) Ảnh chụp bằng Mavic 3; b) Ảnh chụp bằng WingtraOne GEN II

Hình 5 thể hiện bình đồ ảnh trực giao khu vực núi Luót, được xử lý từ ảnh chụp UAV từ 2 thiết bị bay Mavic 3 và WingtraOne GEN II. Bình đồ ảnh được xây dựng bằng phần mềm ArcGIS 10.2. Ảnh thu được bằng UAV có độ phân giải cao nên có thể phân loại các đối tượng địa hình phục vụ xây dựng bản đồ địa hình tỉ lệ 1/1.000 hoặc nhỏ hơn.

### 3.4. Mô hình số địa hình

Từ số liệu ảnh chụp bằng UAV của khu vực núi Luót cùng với thông tin về tọa độ và độ cao của các điểm khống chế, tiến hành nhập dữ liệu này vào phần mềm PIX4Dmapper. Đầu tiên, xác định các điểm khống chế và nhập các thông tin về tọa độ và độ cao của chúng, sau đó thiết lập các thông số kĩ thuật rồi tiến hành xử lý. Phần mềm Pix4Dmapper sẽ tìm kiếm các điểm chung giữa các ảnh chồng phủ (overlap), mỗi điểm chung này được gọi là điểm chìa khóa

(keypoint). Khi một keypoint được xác định trên hai ảnh, chúng sẽ được ghép lại để tạo thành một điểm 3D. Nhiều điểm 3D tập hợp lại tạo thành các đám mây điểm 3D. Từ các đám mây điểm này, phần mềm Pix4Dmapper tái dựng lại các đối tượng và tạo ra mô hình số bề mặt.

Dựa trên mô hình số bề mặt, đám mây điểm và hình ảnh trực giao, sử dụng phần mềm Pix4Dmapper để thiết lập các thông số phân loại

các đối tượng chính trên ảnh trực giao, nội suy bề mặt và các công trình nhân tạo để xây dựng dữ liệu mô hình số địa hình DTM cho khu vực nghiên cứu (Hình 6).

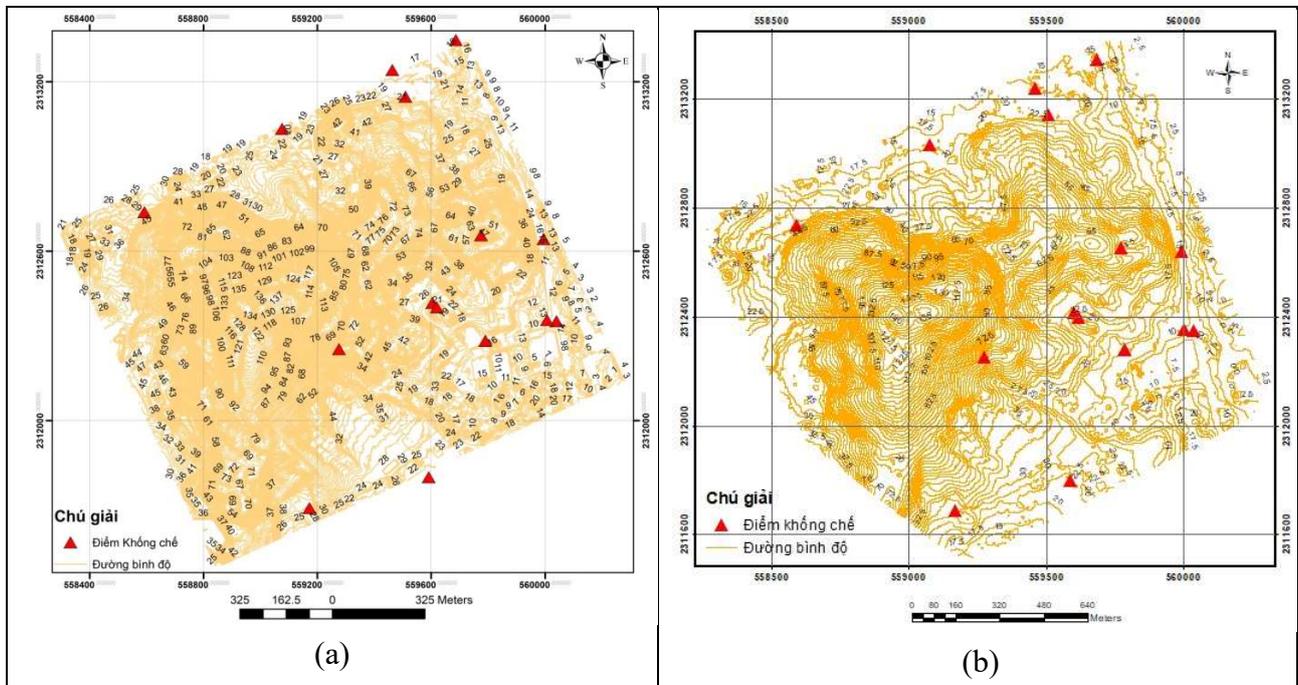
Để đánh giá độ chính xác về tọa độ cũng như độ cao của mô hình số địa hình, nghiên cứu này sử dụng 07 điểm khống chế mặt đất để so sánh và đối chiếu với kết quả mô hình số địa hình từ UAV (Bảng 2).

**Bảng 3. Kết quả đánh giá độ chính xác của mô hình DTM từ Mavic 3**

Tên điểm	Tọa độ đo bằng toàn đạc (m)			Tọa độ từ Mavic 3 (m)			Delta X	Delta Y	Delta Z
	X	Y	Z	X	Y	Z			
p3	560040,06	2312352,25	10,46	560040,19	2312352,25	9,46	-0,12	0,01	1,00
p6	559463,16	2313241,75	17,66	559463,08	2313241,75	17,33	0,08	0,00	0,33
p8	559075,85	2313033,34	18,50	559075,99	2313033,29	18,85	-0,14	0,05	-0,35
p10	560006,81	2312356,19	11,77	560006,96	2312356,12	11,18	-0,15	0,07	0,59
p11	559774,99	2312656,63	45,01	559774,95	2312656,65	45,98	0,04	-0,02	-0,97
p13	559590,88	2311799,62	21,65	559590,88	2311799,63	21,35	0,00	-0,01	0,30
p16	559603,38	2312417,08	24,27	559603,43	2312417,15	25,29	-0,05	-0,07	-1,03
						<b>RMSE</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,72</b>

Bảng 3 cho thấy, sai số trung phương tọa độ x và y của ảnh ghép trực giao từ UAV Mavic 3

lần lượt là 10 cm và 4 cm, hoàn toàn đáp ứng yêu cầu của tỉ lệ bản đồ địa hình 1:500.



**Hình 6. Dữ liệu đường bình độ khu vực núi Luốt: (a) khoảng cao đều 1 m từ DTM của UAV WingtraONE GEN II; (b) khoảng cao đều 2,5 m từ DTM của UAV Mavic 3**

Với bản đồ địa chính, sai số vị trí ngang lớn nhất là 15 cm tại điểm P10. Như vậy, ảnh ghép trực giao từ ảnh thu được bằng UAV Mavic 3 đáp ứng yêu cầu về độ chính xác tọa độ ngang cho việc xây dựng bản đồ địa chính ở tỉ lệ 1:1.000 hoặc nhỏ hơn. Đối chiếu với Bảng 4 ở trên cho thấy, sai số vị trí ngang lớn nhất là 9 cm tại điểm P13. Như vậy, ảnh ghép trực giao từ UAV WingtraONE GEN II đáp ứng yêu cầu về độ chính xác tọa độ ngang cho việc xây dựng bản đồ địa chính ở tỉ lệ 1:1.000 hoặc nhỏ hơn (Điều 7 Thông tư 25/2014/TT-BTNMT).

Về sai số độ cao Z, mô hình DTM từ ảnh thu được bằng UAV Mavic 3 đáp ứng yêu cầu tỉ lệ bản đồ địa hình tỉ lệ 1:2.000 hoặc nhỏ hơn (với RMSE = 72cm, sai số vị trí cao nhất 1,03 m). Mô hình DTM từ ảnh thu được bằng UAV WingtraONE GEN II đáp ứng yêu cầu tỉ lệ bản đồ địa hình tỉ lệ 1:1.000 hoặc nhỏ hơn (với RMSE = 22 m, sai số vị trí cao nhất 24 cm) (Điều 9 Thông tư số 07/2021/TT-BTNMT).

Như vậy, tổng hợp cả yêu cầu về độ phân giải ảnh ghép trực giao, sai số vị trí theo tọa độ ngang - x,y (theo Thông tư số 68/2015/TT-BTNMT) và sai số độ cao - z (theo Thông tư số 07/2021/TT-BTNMT) thì: dữ liệu DTM xây dựng từ UAV Mavic 3 đáp ứng yêu cầu thành lập bản đồ địa hình tỉ lệ 1:2.000 hoặc nhỏ hơn; dữ liệu DTM xây dựng từ UAV WingtraONE GEN II đáp ứng yêu cầu thành lập bản đồ địa hình tỉ lệ 1:1.000 hoặc nhỏ hơn.

### 3.5. Dữ liệu đường bình độ

Dữ liệu đường bình độ là thành phần chủ yếu trong bản đồ địa hình. Từ dữ liệu DTM như đã được trình bày ở phần trên, dữ liệu đường bình độ được xây dựng bằng cách nội suy không gian trên phần mềm chuyên dụng ArcGIS 10.2. Khoảng cao đều của đường bình độ phục vụ xây dựng bản đồ địa hình tùy theo tỉ lệ bản đồ. Theo quy định tại Thông tư số 07/2021/TT-BTNMT thì khoảng cao đều đường bình độ thích hợp để xây dựng bản đồ địa hình tỉ lệ 1/2.000 là 2,5 m, khoảng cao đều đường bình độ thích hợp để xây dựng bản đồ địa hình tỉ lệ 1/1.000 là 1 m.

## 4. KẾT LUẬN

Sử dụng UAV kết hợp với các công nghệ tiên tiến như RTK đã chứng minh tính hiệu quả và tiềm năng ứng dụng cao trong xây dựng bản đồ địa hình. Kết quả nghiên cứu cho thấy, UAV có khả năng thu thập dữ liệu nhanh chóng và chính xác, với độ phân giải cao, chi phí và thời gian thu thập dữ liệu thấp hơn nhiều so với các phương pháp đo đạc địa hình truyền thống.

Các thử nghiệm thực tế từ nghiên cứu cho thấy, có thể sử dụng UAV thông dụng như Mavic 3 cùng với điểm khống chế mặt đất vẫn có thể đáp ứng yêu cầu về độ chính xác trong việc xây dựng bản đồ địa hình tỉ lệ 1/2.000 hoặc nhỏ hơn cho các khu vực có địa hình không quá phức tạp như khu vực núi Luót. Đặc biệt, dữ liệu địa hình từ UAV Mavic 3 có độ chính xác tọa độ ngang khá cao (sai số vị trí ngang lớn nhất là 15 cm), có thể đáp ứng yêu cầu về độ chính xác tọa độ ngang cho việc xây dựng bản đồ địa chính ở tỉ lệ 1:1.000 hoặc nhỏ hơn.

WingtraONE GEN II là UAV được thiết kế chuyên dụng cho việc đo đạc, kết hợp với RTK, dữ liệu từ UAV WingtraONE GEN II cho độ chính xác cao và ổn định trên mọi vị trí của khu vực thử nghiệm. Dữ liệu DTM và mô hình số địa hình xây dựng từ UAV WingtraONE GEN II hoàn toàn đáp ứng yêu cầu cho việc xây dựng bản đồ địa hình và địa chính ở tỉ lệ 1/1.000 hoặc nhỏ hơn. Nếu được thiết kế bay ở độ cao thấp hơn (trong nghiên cứu này là 300 m), UAV WingtraONE GEN II có thể đáp ứng yêu cầu xây dựng bản đồ địa hình ở tỉ lệ lớn hơn 1/1.000.

Ngoài DTM phục vụ cho xây dựng bản đồ địa hình, việc thu thập dữ liệu từ UAV còn có thêm các dữ liệu đi kèm rất có giá trị trong việc xây dựng các bản đồ chuyên đề khác như DSM, ảnh ghép trực giao độ phân giải cao. Kết quả từ nghiên cứu này cho thấy, UAV (kể cả các UAV thông dụng như Mavic, Phantom,...) rất có giá trị trong việc thu thập dữ liệu xây dựng bản đồ địa hình, địa chính nói riêng và các bản đồ chuyên đề khác nói chung.

**Bài báo là sản phẩm của đề tài khoa học mang mã số VAST01.05/22-23.**

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. A. Pirtti, N. Arslan, B. Deveci, O. Aydin, H. Erkaya, R. G. Hosbas (2009). *Real-time Kinematic GPS for Cadastral Surveying*. Survey Review, 10/2009.
2. Bilker, M., Kaartinen, H. (2001). *The Quality of Real Time Kinematic GPS Positioning*, Reports of the Finnish Geodetic Institute 2001:1, Kirkonummi.
3. Bùi Tiến Diệu (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*.
4. Cegielska K., Salata T., Gawroński K., Rózycka-Czas R. (2017). Level of Spatial Differentiation of Anthropogenic Impact in Małopolska. *Journal of Ecological Engineering*, 18, 18, 200-209.
5. Chiabrando, F., Nex, F., Piatti, D. and Rinaudo, F., (2011). UAV and RPV systems for photogrammetric surveys in archaeological areas: two tests in the Piedmont region (Italy). *Journal of Archaeological Science*, 38(3), pp.697-710.
6. Cramer, M., Bovet, S., Gültlinger, M., Honkavaara, E., McGill, A., Rijsdijk, M., Tabor, M. and Tournadre, V. (2013). On the use of RPAS in national mapping—The EUROSDR point of view. *Int. Arch. Photogram. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, pp.93-99.
7. Delacourt, C., Allemand, P., Jaud, M., Grandjean, P., Deschamps, A., Ammann, J., Cuq, V. and Suanez, S. (2009). DRELIO: An unmanned helicopter for imaging coastal areas. *Journal of Coastal research*, pp.1489-1493.
8. Grenzdörffer, G. J., Engel, A., Teichert, B. (2008). The photogrammetric potential of low-cost UAVs in forestry and agriculture. *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Beijing, China, 2008 37(B1). 1207-1213.
9. Grenzdörffer, G.J. and Niemeyer, F. (2011). UAV based BRDF measurements of agricultural surfaces with piffikus. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38 (1/C22), 229-234.
10. G.S.N. Perera, H.A. Nalani (2022). UAVs for a complete topographic survey. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*.
11. Hà Quý Quỳnh, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Thanh Hoàn (2023). Sử dụng máy bay không người lái (UAV) trong xây dựng mô hình số địa hình, ứng dụng trong thiết kế sân golf. *TNU Journal of Science and Technology* 228(14): 42 - 49
12. Höhle J. (2017). Generating Topographic Map Data from Classification Results. *Remote Sensing*, 9(224), 1-24.
13. Lưu Hải Âu, Đặng Xuân Thủy, Ngô Thị Liên (2020). Tích hợp thiết bị IMU và GNSS thu nhận dữ liệu sử dụng công nghệ trạm tham chiếu ảo (VRS) trên thiết bị bay không người lái (UAV) phục vụ công tác thành lập bản đồ địa hình. *Tạp chí Khoa học đo đạc và Bản đồ*.
14. Mai Văn Sỹ, Bùi Ngọc Quý, Phạm Văn Hiệp, Lê Đình Quý (2017). Nghiên cứu sử dụng dữ liệu ảnh máy bay không người lái (UAV) trong thành lập Bản đồ địa hình tỉ lệ lớn. *Tạp chí Khoa học đo đạc và Bản đồ*.
15. Michael Stuart Zahl (2013). *RTK GNSS in Cadastral Surveying*. University of Southern Queensland.
16. Nguyễn Viết Nghĩa (2020). Xây dựng mô hình số độ cao cho mô lộ thiên có độ sâu lớn từ dữ liệu ảnh chụp bằng thiết bị bay Inspire 2. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mở -Địa chất* 61(1), 1 - 10.
17. Puri, A., Valavanis, K.P., Kontitsis, M. (2007). Statistical profile generation for traffic monitoring using real-time UAV based video data, *IEEE Mediterranean Conference on Control & Automation*, pp. 1-6.
18. Ślusarski M., Siejka M (2017). Model of quality of data collected in the topographic database. *Proceedings of International Conference "17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2017"*, 17, 23, 595-603.
19. Website DJI (2024). Flycam DJI Mavic 3. <https://dji-vietnam.vn/san-pham/dji-mavic-3/>
20. Website Wingtra (2024). WingtraONE GEN II. <https://wingtra.com/mapping-drone-wingtraone/>

#### **Thông tin tác giả:**

Hồ Lệ Thu, Nguyễn Thanh Hoàn, Hoa Thúy Quỳnh, Nguyễn Văn Dũng - Viện Địa lý, Viện Hàn lâm KH&CN VN  
Phạm Văn Duẩn - Trường Đại học Lâm nghiệp  
Địa chỉ: Nhà A27, 18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội  
Email: [Nvdungvdl@gmail.com](mailto:Nvdungvdl@gmail.com); ĐT: 097 560 3404

#### **Ngày ký tòa soạn:**

Ngày nhận bài: 12/9/2024  
Biên tập: 9/2024