

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NCKH SINH VIÊN**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ UAV THÀNH LẬP BẢN ĐỒ
ĐỊA HÌNH TỶ LỆ LỚN PHỤC VỤ CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ
ĐƯỜNG GIAO THÔNG**

HÀ NỘI – Tháng 6, năm 2023

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NCKH SINH VIÊN**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ UAV THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA
HÌNH TỶ LỆ LỚN PHỤC VỤ CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG
GIAO THÔNG**

Trưởng nhóm nghiên cứu: Nguyễn Xuân Tú Lớp Trắc địa K65

Thành viên tham gia: Nguyễn Tiến Hoàng Lớp Trắc địa K66

Khiếu Đăng Hữu Lớp Trắc địa K65

Hướng dẫn KH: GVC TS Vương Trọng Kha

Hà nội, tháng 06 năm 2023

MỤC LỤC

Trang

Mục lục

Danh mục các từ viết tắt

Danh mục các hình vẽ

Danh mục các bảng biểu

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG TÁC KHẢO SÁT THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TRONG THIẾT KẾ ĐƯỜNG GIAO THÔNG	5
1.1. KHÁI QUÁT VỀ THIẾT KẾ ĐƯỜNG GIAO THÔNG	5
1.1.1. Giới thiệu chung.....	5
1.1.2. Các tiêu chuẩn áp dụng trong thiết kế đường giao thông.....	5
1.1.3. Tầm quan trọng của công tác khảo sát thành lập bản đồ địa hình trong thiết kế đường giao thông.....	7
1.2. CÔNG TÁC KHẢO SÁT THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TRONG THIẾT KẾ ĐƯỜNG GIAO THÔNG	8
1.2.1. Mục đích và nhiệm vụ.....	8
1.2.2. Phân loại bản đồ địa hình	9
1.2.3. Nội dung của bản đồ địa hình.....	10
1.2.4. Các phương pháp thành lập bản đồ địa hình.....	13
1.2.5. Các yêu cầu chung của bản đồ địa hình	16
1.2.6. Độ chính xác thành lập bản đồ địa hình	17
CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ UAV THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ LỚN.....	23
2.1. TỔNG QUAN VỀ UAV	23
2.1.1. Khái niệm	23
2.1.2. Tình hình sử dụng phương tiện bay không người lái.....	24
2.1.3. Cấu tạo của UAV.....	26
2.1.4. Phân loại UAV	30

2.1.5. Nguyên lý bay chụp	33
2.1.6. Các nguồn sai số của ảnh UAV	34
2.1.7. Ứng dụng của UAV	42
2.2. THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH 3D BẰNG CÔNG NGHỆ UAV	46
2.2.1. Khái niệm và đặc trưng về bản đồ 3D	46
2.2.2. Cấu trúc và các đối tượng trên bản đồ 3D.....	48
2.2.3. Mô hình số độ cao của bản đồ 3D (DEM)	52
2.2.4. Các phương pháp thành lập bản đồ 3D.....	54
2.2.5. Ứng dụng UAV trong công tác thành lập bản đồ 3D.....	57
2.2.6. Các quy định về cơ sở toán học và độ chính xác của bản đồ 3D.....	57
CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ 1/500 BẰNG CÔNG NGHỆ UAV	59
3.1. TỔNG QUAN VỀ KHU VỰC THỰC NGHIỆM	59
3.1.1. Giới thiệu về khu vực đo.....	59
3.1.2. Mục tiêu và các nhiệm vụ của dự án.....	60
3.1.3. Các nhiệm vụ khảo sát thành lập bản đồ địa hình	61
3.2. CÔNG TÁC BAY CHỤP VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU TẠI KHU VỰC DỰ ÁN.....	61
3.2.1. Chuẩn bị và thiết kế ca bay.....	61
3.2.2. Bay chụp thu thập dữ liệu ảnh.....	63
3.2.3. Xử lý nội nghiệp	65
3.3. ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH THÀNH LẬP BẰNG CÔNG NGHỆ UAV	72
3.4. KẾT QUẢ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ 1/500	75
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	77
TÀI LIỆU THAM KHẢO	80

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt

- Chữ viết đầy đủ

CSDL

- Cơ sở dữ liệu

DEM (Digital Elevation Model)

- Mô hình số độ cao

DTM (Digital Terrain Model)

- Mô hình số địa hình (DTM)

GIS (Geographic Information System)- Hệ thống thông tin địa lý

TIN (Triangular Irregular Network)

- Lưới tam giác không đều

UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

- Phương tiện bay không người lái

TCN

- Tiêu chuẩn ngành

TCVN

- Tiêu chuẩn Việt Nam

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

HÌNH 1.1. XÁC ĐỊNH DIỆN TÍCH KHỔNG CHẾ CỦA MỘT ĐIỂM LƯỚI KHỔNG CHẾ	20
HÌNH 2.1. MÁY BAY PHANTOM	27
HÌNH 2.2. MÁY ẢNH KỸ THUẬT SỐ	27
HÌNH 2.3. TRẠM ĐIỀU KHIỂN MẶT ĐẤT	28
HÌNH 2.4. MÁY TRẠM XỬ LÝ ẢNH.....	28
HÌNH 2.5. PHẦN MỀM AGISOFT METASHAPE.....	29
HÌNH 2.6. PHẦN MỀM TRIMBLE BUSINESS CENTER PHOTOGRAMETTRY	29
HÌNH 2.7. PHẦN MỀM PIX4D MAPPER	30
HÌNH 2.8. MÁY BAY CÁNH CỐ ĐỊNH (FIXED WING UAV)	30
HÌNH 2.10. MÔ PHỎNG SỰ BIẾN DẠNG ẢNH	34
HÌNH 2.11. ẢNH HƯỞNG ĐỘ CONG TRÁI ĐẤT ĐẾN VỊ TRÍ ĐIỂM.....	37
HÌNH 2.12. CÁC NỘI DUNG CHÍNH CỦA MÔ HÌNH BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH 3D	48
HÌNH 2.13. CẤP ĐỘ CHI TIẾT LoD ĐỐI VỚI CÁC ĐỐI TƯỢNG NHÀ, KHỐI NHÀ	51
HÌNH 3.1. VỊ TRÍ DỰ ÁN.....	59
HÌNH 3.2. THIẾT KẾ CA BAY VÀ ĐIỂM KHỔNG CHẾ ẢNH TRÊN Civil-3D	62
HÌNH 3.3. ĐƯA VÙNG BAY VÀ ĐIỂM KHỔNG CHẾ ẢNH SƠ BỘ LÊN GG Earth	62
HÌNH 3.4. THU THẬP TỌA ĐỘ, CAO ĐỘ ĐIỂM KHỔNG CHẾ ẢNH VÀ ĐIỂM KIỂM TRA	63
HÌNH 3.5. BAY CHỤP ẢNH	64
HÌNH 3.6. THÊM ẢNH VÀO CHƯƠNG TRÌNH.....	65
HÌNH 3.7. CHUYỂN ĐỔI HỆ TỌA ĐỘ.....	66

HÌNH 3.8. CẢN CHỈNH ẢNH.....	66
HÌNH 3.9. KHAI BÁO KHỔNG CHẾ ẢNH VÀ NẴN ẢNH.....	67
HÌNH 3.10. XUẤT BÁO CÁO	67
HÌNH 3.11. TẠO ĐÁM MÂY ĐIỂM	68
HÌNH 3.12. XÂY DỰNG DEM.....	68
HÌNH 3.13. XÂY DỰNG ẢNH TRỰC GIAO.....	69
HÌNH 3.14. XUẤT ẢNH TRỰC GIAO.....	69
HÌNH 3.15. CÁC TÙY CHỌN KHI XUẤT ẢNH	70
HÌNH 3.16. XUẤT MÔ HÌNH DEM.....	70
HÌNH 3.17. CÁC TÙY CHỌN KHI XUẤT MÔ HÌNH DEM.....	71
HÌNH 3.18. BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG TRÊN NỀN ẢNH TRỰC GIAO	71
HÌNH 3.19. PHẦN MỀM GlobalMapper 22	72
HÌNH 3.20. TRÍCH XUẤT TỌA ĐỘ, CAO ĐỘ ĐIỂM KIỂM TRA	72
HÌNH 3.21. BIÊN VẼ BÌNH ĐỒ.....	75
HÌNH 3.22. BÌNH ĐỒ 2D TỶ LỆ 1/500 HOÀN THIỆN	75
HÌNH 3.23. BÌNH ĐỒ THIẾT KẾ DỰA TRÊN NỀN ĐỊA HÌNH VÀ ẢNH TRỰC GIAO	76

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Luật và các tiêu chuẩn áp dụng trong khảo sát, thiết kế giao thông.....	5
Bảng 1.2. Khoảng cao đều cơ bản (68-2015-TT-BTNMT).....	12
Bảng 1.3. Sai số trung phương độ cao các đường bình độ cơ bản (68-2015-TT-BTNMT)	16
Bảng 3.1. Bảng tọa độ, cao độ điểm kiểm tra được xuất từ mô hình DEM	73
Bảng 3.2. Bảng tọa độ, cao độ điểm kiểm tra đo bằng TĐĐT.....	73
Bảng 3.3. Bảng so sánh (TĐĐT-UAV).....	74

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Bản đồ địa hình tỷ lệ lớn là một trong những tài liệu kỹ thuật hết sức quan trọng, được sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực kinh tế khác nhau, đặc biệt là trong thiết kế kỹ thuật đường giao thông. Tài liệu bản đồ địa hình thường được thành lập bằng nhiều công nghệ khác nhau như đo đạc trực tiếp bằng máy toàn đạc điện tử, định vị vệ tinh GNSS/CORS/RTK, quét laser mặt đất và công nghệ bay quét Lidar, ... Tuy nhiên, các công nghệ này có các nhược điểm như khó thực hiện trong các điều kiện địa hình và môi trường phức tạp nên rất dễ xảy ra các loại tai nạn trong lao động. Đặc biệt, giá thành của các thiết bị công nghệ khá đắt đỏ, quá trình đo đạc tiêu tốn nhiều thời gian và công sức lao động.

Ngày nay, sự xuất hiện của các thiết bị bay không người lái UAV thực sự là cuộc cách mạng giúp cho công tác khảo sát đo vẽ thành lập bản đồ, giám sát và theo dõi sự biến động các thành phần, các đối tượng trên bề mặt trái đất ngày càng hiệu quả. Trên thế giới, đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng UAV trong nhiều lĩnh vực dân sự và quân sự, đặc biệt là trong ngành đo đạc thành lập bản đồ.

Ở Việt Nam, việc ứng dụng công nghệ bay chụp UAV trong công tác xây dựng mô hình số bề mặt và bản đồ địa hình đã được thực hiện trong một số nghiên cứu. Tuy nhiên, các nghiên cứu này chỉ giới hạn trong một số ngành chính và ở những khu vực có điều kiện địa hình đơn giản, khá bằng phẳng và với các dạng thiết bị bay hạn chế nhất định.

Trong lĩnh vực thiết kế đường giao thông thì tuyến đường thường có dạng kéo dài và thay đổi hướng liên tục, còn chiều rộng của các tuyến đường có rất ít biến động lớn. Tuyến đường thường đi qua các vùng có điều kiện địa hình, địa vật thay đổi liên tục về độ cao và sự phức tạp của địa hình.

Với lợi thế cơ bản của việc sử dụng UAV là cung cấp tư liệu khu đo nhanh chóng, có thể thu nhận được dữ liệu từ những khu vực mà thiết bị đo đạc trực tiếp khó hoặc không thể tiếp cận, những khu vực nguy hiểm cho con người, khu vực mà hệ thống có người lái không thể tiếp cận được ở độ cao thấp và gần với các đối tượng.

Chính vì vậy, việc nghiên cứu thành lập bản đồ tỷ lệ lớn phục vụ thiết kế đường giao thông từ ảnh của thiết bị bay không người lái có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao.

2. Mục tiêu của đề tài

- Xác lập được cơ sở phương pháp luận khoa học và quy trình ứng dụng công nghệ UAV thành lập bản đồ tỷ lệ lớn phục vụ thiết kế kỹ thuật đường giao thông.
- Thành lập bản đồ tỷ lệ 1:500 đoạn đường nội thành phố Thanh Hóa với cảng hàng không Thọ Xuân bằng công nghệ UAV- thiết bị bay phantom- 4.

3. Đối tượng nghiên cứu

Từ mục tiêu nghiên cứu của đề tài, cho phép xác định đối tượng nghiên cứu là công nghệ UAV và bản đồ địa hình tỷ lệ lớn trong thiết kế đường giao thông.

4. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu thành lập bản đồ tỷ lệ 1/500 từ ảnh của thiết bị bay không người lái phantom- 4 cho khu vực tuyến đường nội thành phố Thanh Hóa với cảng hàng không Thọ Xuân.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

- Ý nghĩa khoa học:

Đề tài đã nghiên cứu và tổng hợp có hệ thống về công nghệ UAV, góp phần làm sáng tỏ quy trình kỹ thuật xây dựng bản đồ tỷ lệ lớn từ ảnh của thiết bị bay không người lái.

- Ý nghĩa thực tiễn:

- ✓ Phương pháp và quy trình đã được nghiên cứu có thể phát triển áp dụng trong công tác khảo sát địa hình nói chung và giao thông nói riêng.
- ✓ Bản đồ tỷ lệ lớn được xây dựng là các thông tin cần thiết và có giá trị cao cho các nhà thiết kế giao thông, quy hoạch,

6. Nội dung của đề tài

- Nghiên cứu tổng quan về các phương pháp đo vẽ thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn phục vụ công tác thiết kế công trình giao thông.

- Nghiên cứu tổng quan về công nghệ UAV, thiết bị bay phantom- 4 và ứng dụng trong công tác đo đạc thành lập bản đồ địa hình.
- Xác lập quy trình công tác ngoại nghiệp bay chụp bằng thiết bị phantom- 4.
- Khảo sát phần mềm xử lý số liệu UAV đo bằng thiết bị phantom- 4 và quy trình thành lập bản đồ địa hình.
- Nghiên cứu đặc điểm địa lý- kinh tế của một số xã thuộc huyện Triệu Sơn và Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa.
- Thử nghiệm ứng dụng thiết bị bay phantom- 4 thành lập bản đồ tỷ lệ 1:500 phục vụ thiết kế kỹ thuật đường giao thông ở đoạn đường nối thành phố Thanh Hóa với cảng hàng không Thọ Xuân.

7. Bố cục báo cáo đề tài

Toàn bộ nội dung báo cáo đề tài được cấu trúc thành 3 chương chính cùng với hai phần mở đầu, kết luận và kiến nghị.

Mở đầu

Chương 1. Tổng quan về công tác khảo sát thành lập bản đồ địa hình trong thiết kế đường giao thông

Chương 2. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ UAV thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn

Chương 3. Thử nghiệm thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500 bằng công nghệ UAV

Kết luận và kiến nghị

Tài liệu tham khảo

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG TÁC KHẢO SÁT THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TRONG THIẾT KẾ ĐƯỜNG GIAO THÔNG

1.1. KHÁI QUÁT VỀ THIẾT KẾ ĐƯỜNG GIAO THÔNG

1.1.1. Giới thiệu chung

Trong nền kinh tế quốc dân, giao thông vận tải là một ngành kinh tế đặc biệt và quan trọng. Mục đích của ngành là vận chuyển người và hàng hóa từ nơi này đến nơi khác. Trong quá trình sản xuất, nó không làm tăng giá trị sử dụng của hàng hóa tuy nhiên tầm quan trọng của nó dễ nhận thấy trong mọi ngành kinh tế. Vận chuyển vật liệu xây dựng, máy móc để xây dựng nhà máy, cung cấp nguyên liệu, nhiên liệu cho mọi nhà máy và cuối cùng phân phối tới tay người tiêu dùng. Trong các lĩnh vực chính trị, hành chính, quốc phòng, văn hóa và du lịch, vai trò của giao thông vận tải cũng cực kỳ quan trọng, điều này đã được kiểm chứng qua các thời đại, các chế độ và các quốc gia trên thế giới.

Như khi sinh thời, Chủ tịch Hồ Chí Minh đã nói “Giao thông là mạch máu của tổ chức, giao thông tốt thì mọi việc dễ dàng, giao thông xấu thì các việc đình trệ”

Để xây dựng và phát triển được hệ thống mạng lưới giao thông thông suốt, an toàn, có hiệu quả kinh tế cao, ngành thiết kế giao thông nói chung và thiết kế cầu đường bộ nói riêng được ra đời. Những công việc chính của ngành là:

- + Lập dự án nghiên cứu tính khả thi công trình.
- + Tính toán, lập bản vẽ chi tiết công trình.
- + Tư vấn về tính hiệu quả, đưa ra giải pháp tối ưu cho chủ đầu tư.

1.1.2. Các tiêu chuẩn áp dụng trong thiết kế đường giao thông

Cũng như rất nhiều ngành nghề khác, khi khảo sát thiết kế đường giao thông phải tuân thủ theo luật và những tiêu chuẩn mà nhà nước và các cơ quan có thẩm quyền đã ban hành.

Bảng 1.1. Luật và các tiêu chuẩn áp dụng trong khảo sát, thiết kế giao thông

DANH MỤC	NỘI DUNG
LUẬT	
Số: 50_2014_QH13	Luật Xây dựng
Số: 43_2013_QH13	Luật Đấu thầu
Số: 49/2014/QH13	Luật Đầu tư công
Số: 27/2018/QH14	Luật Đo đạc bản đồ
TIÊU CHUẨN	
Tiêu chuẩn thiết kế	
22 TCN 272-05	Tiêu chuẩn thiết kế cầu
TCVN 4054-2005	Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế
TCXDVN 104-2007	Đường đô thị - Yêu cầu thiết kế
TCVN 5729-2012	Đường ô tô cao tốc - Yêu cầu thiết kế
TCVN 10380:2014	Đường giao thông nông thôn- Tiêu chuẩn thiết kế
TCVN 8810:2011	Đường cứu nạn ô tô - Yêu cầu thiết kế
22 TCN 262-2000	Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu - Tiêu chuẩn thiết kế
TCVN 9355:2012	Gia cố nền đất yếu bằng bậc thấm thoát nước
22 TCN 211-06	Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế
22 TCN 223-95	Quy trình thiết kế áo đường cứng
TCVN 9113:2012	Ổng bê tông cốt thép thoát nước
QCVN 41/2016/BGTVT	Điều lệ báo hiệu đường bộ
TCVN 7887:2008	Màng phản quang dùng cho báo hiệu đường bộ
TCVN 9845: 2013	Tính toán các đặc trưng dòng chảy lũ
TCXDVN 33:2006	Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình - Tiêu chuẩn thiết kế
TCVN 7957:2008	Thoát nước - Mạng lưới và công trình bên ngoài - Tiêu chuẩn thiết kế
Số: 3095/QĐ-BGTVT	Ban hành quy định tạm thời về các giải pháp kỹ thuật công nghệ đối với đoạn chuyển tiếp giữa đường và cầu (cống) trên đường ô tô
Số: 12/2013/TT-BGTVT	Quy định sử dụng kết cấu mặt đường BTXM trong đầu tư xây dựng công trình giao thông
Số: 3230/QĐ-BGTVT	Ban hành quy định tạm thời về thiết kế mặt đường BTXM thông thường có khe nối trong xây dựng công trình GT
TCVN 5574.2012	Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu BT và BTCT
TCVN 9116:2012	Tiêu chuẩn này áp dụng cho sản phẩm công hộp bê tông cốt thép đúc sẵn
TCVN 8820 : 2011	Hỗn hợp BTN nóng - thiết kế theo phương pháp Marshall
QCVN 07:2016/BXD	Các công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị

DANH MỤC	NỘI DUNG
TIÊU CHUẨN	
Tiêu chuẩn khảo sát địa hình	
TT Số: 68/2015/TT-BTNMT	Quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000
TCXDVN 9398:2012	Công tác trắc địa trong công trình xây dựng - yêu cầu chung
TCXDVN 9401:2012	Tiêu chuẩn kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình
96TCN 43-90	Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000 (phần ngoài trời)
22 TCN 263-2000	Quy trình khảo sát đường ô tô
22 TCN 262-2000	Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu - Tiêu chuẩn thiết kế
TCVN 8867:2011	Áo đường mềm- Xác định mô đun đàn hồi chung của kết cấu bằng cần đo võng Benkelman
NĐ Số: 36/2008/NĐ-CP	Về quản lý tàu bay không người lái và các phương tiện bay siêu nhẹ
NĐ Số: 79/2011/NĐ-CP	Về quản lý tàu bay không người lái và các phương tiện bay siêu nhẹ
QĐ Số: 17/2005/QĐ-BTNMT	Kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình 1/2000 và 1/5000 bằng công nghệ ảnh số
QCVN 04:2009 BTNMT	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới tọa độ
QCVN 11:2008 BTNMT	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới độ cao
Tiêu chuẩn khảo sát địa chất	
22 TCN 259-2000	Quy trình khoan thăm dò địa chất công trình
22 TCN 171-87	Quy trình khảo sát địa chất công trình và thiết kế, biện pháp ổn định nền đường vùng có hoạt động trượt, sụt lở
TCXDVN 366:2006	Chỉ dẫn kỹ thuật công tác khảo sát địa chất công trình cho xây dựng vùng Kaster
22 TCN 355-06	Quy trình thí nghiệm và cắt cánh hiện trường

1.1.3. Tầm quan trọng của công tác khảo sát thành lập bản đồ địa hình trong thiết kế đường giao thông

Công tác khảo sát thành lập bản đồ địa hình là công tác đầu tiên khi đầu tư xây dựng công trình đường giao thông, kết quả khảo sát địa hình trực tiếp ảnh hưởng

đến khối lượng xây lắp, khối lượng giải phóng mặt bằng, tổng mức đầu tư, quyết định đầu tư và giúp các nhà thiết kế có cái nhìn tổng thể về hiện trạng khu vực công trình từ đó đưa ra những giải pháp thiết kế phù hợp, tối ưu nhất.

1.2. CÔNG TÁC KHẢO SÁT THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TRONG THIẾT KẾ ĐƯỜNG GIAO THÔNG

1.2.1. Mục đích và nhiệm vụ

Khảo sát thành lập bản đồ địa hình tùy theo từng giai đoạn và bước thiết kế sẽ có nhiệm vụ và mục đích khác nhau

Giai đoạn chuẩn bị đầu tư, khảo sát thành lập bản đồ nhằm phục vụ cho bước “Lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi” và “Lập báo cáo nghiên cứu khả thi”. Việc thực hiện một hay hai bước sẽ do Chủ đầu tư quyết định theo "Quy chế Quản lý đầu tư và Xây dựng" hiện hành

Trong giai đoạn này, nhiệm vụ của người khảo sát địa hình là thu thập những tài liệu để xác định sự cần thiết phải đầu tư công trình, lựa chọn hình thức đầu tư, xác định vị trí cụ thể, quy mô công trình, lựa chọn phương án công trình tối ưu, đề xuất các giải pháp thiết kế hợp lý, tính tổng mức đầu tư và đánh giá hiệu quả đầu tư về mặt kinh tế và xã hội của dự án.

Giai đoạn thực hiện đầu tư, việc khảo sát cũng có thể tiến hành một bước hoặc hai bước tùy theo quyết định của Cơ quan có thẩm quyền quyết định:

- Khảo sát bước thiết kế kỹ thuật (TKKT);

Khảo sát để lập Thiết kế kỹ thuật (TKKT) là thu thập những tài liệu cần thiết trên phương án công trình đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt để lập hồ sơ thiết kế kỹ thuật và dự toán công trình cũng như lập hồ sơ đấu thầu phục vụ cho công tác mời thầu hay chỉ định thầu.

- Khảo sát bước Thiết kế bản vẽ thi công (TKBVTC)

Khảo sát để lập Thiết kế bản vẽ thi công (TKBVTC) được thực hiện để phục vụ cho thi công công trình cầu, đường của đường ô tô theo các phương án công trình đã được duyệt khi thiết kế kỹ thuật và đấu thầu xây dựng.

1.2.2. Phân loại bản đồ địa hình

➤ *Phân loại theo tỷ lệ*

- Bản đồ tỷ lệ lớn gồm các bản đồ có tỷ lệ 1:500 đến 1:200.000;
- Bản đồ tỷ lệ trung bình gồm các bản đồ tỷ lệ 1:250.000 đến 1:500.000;
- Bản đồ tỷ lệ nhỏ gồm các bản đồ tỷ lệ nhỏ hơn 1:1.000.000

✓ *Phân loại theo nội dung*

- Nhóm bản đồ địa hình khái quát: tỷ lệ 1:250.000 đến 1:1.000.000
- Nhóm bản đồ địa hình khái quát bao gồm các bản đồ có tỷ lệ nhỏ hơn 1:1.000.000.
- Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500 đến 1:200.000 bao gồm:
 - + Bản đồ địa hình tỷ lệ lớn 1:500 đến 1:5.000;
 - + Bản đồ địa hình tỷ lệ trung bình 1:10.000 đến 1:50.000
 - + Bản đồ địa hình tỷ lệ nhỏ 1:100.000 đến 1:200.000.

✓ *Phân loại bản đồ theo mục đích sử dụng*

Bản đồ địa hình cơ bản: là loại bản đồ phản ánh các yếu tố địa hình địa vật trên bề mặt lãnh thổ ở thời điểm đo vẽ với độ chính xác và tin cậy cao, mức độ chi tiết và tương đối đồng đều.

Bản đồ địa hình chuyên dụng: là loại bản đồ thành lập để giải quyết mục đích cụ thể của một hay nhiều ngành. Trên bản đồ ưu tiên phản ánh các đối tượng địa hình, địa vật phục vụ cho mục đích chuyên dụng hoặc chuyên ngành thì được phản ánh một cách chi tiết, mặt khác thì phản ánh sơ sài hơn đối với những đối tượng địa hình, địa vật ít sử dụng.

Bản đồ nền địa hình: là loại bản đồ đã được lược bớt đi một số đặc điểm tính chất của các yếu tố địa hình, địa vật nhằm giảm nhẹ trọng tải của bản đồ, có thể coi bản đồ đã được đơn giản hóa. Về hình thức trình bày bản đồ nền địa hình vẫn giữ nguyên hệ thống ký hiệu của bản đồ địa hình cơ bản nhưng có giảm bớt số lượng màu in. Bản đồ này dùng làm cơ sở địa hình thể hiện các yếu tố của bản đồ chuyên môn, chuyên đề.

1.2.3. Nội dung của bản đồ địa hình

Nội dung bản đồ địa hình được xác định theo ý nghĩa, tác dụng và các yêu cầu đối với bản đồ. Việc xác định nội dung bản đồ rất quan trọng trong công tác biên tập thành lập bản đồ. Những yếu tố cơ bản của nội dung bản đồ bao gồm:

- Cơ sở toán học
- Dân cư
- Thủy hệ
- Giao thông
- Thực vật
- Ranh giới
- Địa hình

a. Cơ sở toán học

Cơ sở toán học gồm: hệ thống tỉ lệ bản đồ, phép chiếu bản đồ, Ellipsoid sử dụng để định vị, hệ tọa độ vuông góc, hệ độ cao, mạng lưới kinh vĩ tuyến, lưới kilomet, mạng lưới các điểm không chế trắc địa, khung bản đồ, sơ đồ bố cục, sự phân mảnh đánh số bản đồ.

Bên cạnh đó là những địa vật định hướng. Đó là những đối tượng khu vực, nó cho phép ta xác định vị trí nhanh chóng và chính xác trên bản đồ ví dụ như các tòa nhà cao, các nhà thờ, cột cây số... Các địa vật định hướng cũng bao gồm một số địa vật không nhô cao so với mặt đất nhưng dễ dàng nhận biết như ngã ba, ngã tư đường xá, các giếng ở ngoài vùng dân cư...

b. Dân cư

Các điểm dân cư là một trong những yếu tố quan trọng nhất của bản đồ địa hình. Khi thể hiện các điểm dân cư trên bản đồ phải giữ được đặc trưng về quy hoạch, cấu trúc.

Tỷ lệ bản đồ địa hình càng lớn thì mức độ càng chi tiết. Khi thu nhỏ tỷ lệ phải tiến hành tổng quát hóa.

Trên các bản đồ tỷ lệ lớn thì sự biểu thị các điểm dân cư càng tỉ mỉ, phạm vi dân cư phải biểu thị khép kín bằng các ký hiệu tương ứng. Các công trình công cộng phải biểu thị tính chất kinh tế, xã hội, văn hoá của chúng như nhà máy, trụ sở uỷ ban, bưu điện...

c. Thủy hệ

Các yếu tố thủy hệ được biểu thị tỉ mỉ, trên bản đồ địa hình biểu thị các đường bờ biển, bờ hồ, sông, ngòi, mương, kênh, rạch,... Các đường bờ nước được thể hiện trên bản đồ theo đúng đặc điểm của từng kiểu đường bờ. Đồng thời còn phải thể hiện các thiết bị phụ thuộc thủy hệ như các bến cảng, trạm thủy điện, đập...

Sự biểu thị các yếu tố thủy hệ còn được bổ sung bằng các đặc trưng hướng dòng chảy và độ rộng.

d. Giao thông

Trên các bản đồ địa hình mạng lưới đường được thể hiện tỉ mỉ về khả năng giao thông và trạng thái của đường. Mạng lưới đường được thể hiện chi tiết hoặc khái lược và tùy thuộc vào tỷ lệ của bản đồ, cần phải phản ánh đúng mật độ của lưới đường, hướng và vị trí của các con đường, chất lượng của chúng. Khi lựa chọn phải xét đến ý nghĩa của đường, phải biểu thị những con đường đảm bảo mối liên hệ giữa các điểm dân cư với nhau, với các ga xe lửa, các bến tàu, sân bay...

Trên các bản đồ tỷ lệ lớn phải biểu thị tất cả các con đường như: đường sắt, đường ô tô, đường rải nhựa, đường đất lớn - nhỏ, đường mòn.

e. Thực vật

Trên các bản đồ địa hình biểu thị các loại rừng, vườn cây, đồn điền, ruộng, đồng cỏ, tài nguyên, cát, đất mặn, đầm lầy... Ranh giới các khu thực vật phủ và với các loại đất được biểu thị bằng các đường nét đứt hoặc dãy các dấu chấm, ở diện tích bên trong đường viền thì vẽ các ký hiệu quy ước đặc trưng cho từng loại thực vật hoặc đất. Ranh giới của các loại thực vật và đất cần được thể hiện chính xác về phương diện đồ họa, thể hiện rõ ràng những chỗ ngoặt có ý nghĩa định hướng.

f. Ranh giới

Bản đồ địa hình khi thể hiện ranh giới, địa giới hành chính thì ngoài đường biên giới quốc gia còn thể hiện đầy đủ địa giới hành chính của các cấp. Các ranh giới phân chia hành chính, theo các tài liệu nhà nước. Các mốc địa giới khi đo vẽ phải xác định chính xác và vẽ đúng vị trí. Đường ranh giới hành chính cấp cao được thay thế cho đường ranh giới hành chính cấp thấp và được khép kín. Các đường ranh giới phân chia hành chính – chính trị đòi hỏi phải thể hiện rõ ràng chính xác và theo đúng quy định trong quy phạm.

g. Địa hình

Trên bản đồ hình học được biểu thị bằng các đường bình độ và các điểm độ cao. Ngoài đường bình độ và độ cao ra còn sử dụng rất nhiều các ký hiệu khác bổ trợ để mô tả rõ hơn đặc điểm của các dạng địa hình như đèo hố, gò, vách sứt, vách đá, bãi đá. Quy định chung trên một tờ bản đồ chỉ có một khoảng cao đều, trong trường hợp địa hình có đột biến như núi và đồng bằng kề nhau, chen nhau thì cho phép trên một mảnh mảnh bản đồ có hai loại khoảng cao đều.

Để thể hiện đầy đủ các tính chất đặc trưng của địa hình, đặc biệt là đối với các vùng đồng bằng, người ta còn vẽ thêm các đường bình độ nửa khoảng cao đều và đường bình độ phụ ở những nơi cần thiết. Khoảng cao đều lớn nhất thường chỉ dùng cho những vùng núi cao.

Trên các bản đồ địa hình cần phải thể hiện chính xác và rõ ràng các dạng địa hình có liên quan đến sự hình thành tự nhiên của dáng đất như các dãy núi, các đỉnh núi, yên núi, thung lũng, các vách nứt, rãnh xói, đất trượt và các dạng có liên quan với sự hình thành nhân tạo như chỗ đắp cao, chỗ đào sâu... Sử dụng bản đồ có thể thu nhận được những số liệu về độ cao, về độ dốc với độ chính xác cao, đồng thời phải đảm bảo phản ánh đúng đắn sự cắt xẻ ngang và cắt xẻ đứng của bề mặt...

Bảng 1.2. Khoảng cao đều cơ bản (68-2015-TT-BTNMT)

Độ dốc địa hình	Khoảng cao đều cơ bản (m) đối với các tỷ lệ
-----------------	---

	bản đồ			
	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
Vùng đồng bằng có độ dốc nhỏ hơn 2°	0,25 0,5	0,25 0,5	0,5 1,0	0,5 1,0
Vùng đồi thấp có độ dốc từ 2° đến 6°	0,5	0,5 1,0	0,5 1,0 2,5	1,0 2,5
Vùng có độ dốc 6° đến 15°	1,0	1,0	2,5	2,5 5,0
Vùng có độ dốc trên 15°	1,0	1,0	2,5	2,5 5,0

1.2.4. Các phương pháp thành lập bản đồ địa hình

Thành lập bản đồ địa hình ở Việt Nam có nhiều phương pháp:

- Thành lập bản đồ địa hình bằng phương pháp biên vẽ chuyển tiếp từ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn hơn vừa mới đo vẽ kế cận và tỷ lệ nhỏ hơn.

- Thành lập bản đồ địa hình bằng phương pháp đo vẽ trực tiếp ngoài thực địa.

- Thành lập bản đồ địa hình bằng phương pháp đo vẽ trực tiếp sử dụng ảnh hàng không hoặc ảnh vệ tinh.

- Thành lập bản đồ địa hình bằng phương pháp biên vẽ chuyển tiếp từ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn hơn vừa mới đo vẽ kế cận và tỷ lệ nhỏ hơn.

- Thành lập bản đồ địa hình bằng phương pháp biên vẽ chuyển tiếp được tiến hành khi:

Trên khu vực cần biên vẽ đã có bản đồ địa hình tỷ lệ lớn hơn kế cận kế cận mới được thành lập, đảm bảo độ tin cậy chính xác về cơ sở toán học cũng như yêu cầu nội dung bản đồ theo quy định theo quy định quy phạm, ký hiệu hiện hành.

Đặc điểm của phương pháp: dùng bản đồ tỷ lệ lớn đã có chuyển về tỷ lệ kế cận và thông qua việc biên vẽ kết hợp với tổng quát hóa, khái quát và nội dung trên bản đồ tỷ lệ lớn hơn về tỷ lệ nhỏ hơn kế cận đảm bảo dung lượng trọng tải bản đồ hợp lý đúng theo quy phạm và ký hiệu hiện hành.

Hiện nay việc thực hiện thành lập bản đồ bằng phương pháp biên vẽ hoàn

toàn trên máy tính là chưa thực hiện được là bởi vì là còn nhiều bất cập trong biên vẽ. Vì vậy quá trình tổng hợp, khái quát, lựa chọn thể hiện nội dung để lập bản vẽ hiện nay vẫn nằm trên giấy. Còn lại các công đoạn khác đều thực hiện trên máy tính, công nghệ kết hợp được áp dụng khi tài liệu chính để thành lập bản đồ là các file bản đồ số cũ hoặc gốc mới hoặc cũng có thể là bản đồ giấy ở tỷ lệ lớn hơn. Hiện nay ở các cơ sở sử dụng công nghệ kết hợp phổ biến hơn công nghệ truyền thống.

+ Ưu điểm: Công tác thành lập bản đồ được thực hiện nhanh chóng, đạt độ chính xác cao, công việc thành lập được tiến hành hoàn toàn trong phòng nên triển khai công việc khá thuận tiện, chỉ cần sử dụng các phương tiện, dụng cụ truyền thống.

+ Nhược điểm: Phương pháp này chỉ thực hiện được ở khu vực cần thành lập đã có bản đồ địa hình tỷ lệ lớn hơn mới được thành lập hoặc mới hiệu chỉnh. Độ chính xác của bản đồ đã thành lập phụ thuộc vào độ chính xác của bản đồ tài liệu và phương pháp chuyển vẽ.

a. Thành lập bản đồ địa hình bằng phương pháp đo vẽ trực tiếp ngoài thực địa.

Đo vẽ bản đồ địa hình là tập hợp các công việc trong nhà và ngoài trời nhằm xác định vị trí tương quan về mặt phẳng và độ cao của các điểm đặc trưng ở ngoài thực địa. Phương pháp này chủ yếu áp dụng cho khu vực cần thành lập bản đồ tỷ lệ lớn và lập sơ đồ hoặc phục vụ công tác thiết kế thi công cho từng công trình cụ thể. Ở các địa phương đây là phương pháp chính để đo vẽ và thành lập bản đồ chuyên dụng. Tiến độ thi công chậm nhưng chính xác thích ứng với khu vực trên ảnh hàng không bị thực vật che phủ, phương pháp đo vẽ là toàn đạc, có sử dụng các máy kinh vĩ quang học, toàn đạc điện tử.

b. Thành lập bản đồ địa hình bằng phương pháp ảnh hàng không

Đây là công nghệ được sử dụng chủ yếu trong công nghệ thành lập bản đồ hiện nay. Từ nguồn tư liệu là ảnh máy bay kết hợp với mạng lưới trắc địa, tiến hành các công việc là địa hình, thủy văn, giao thông, dân cư, ranh giới, thực

vật. Trong phương pháp này địa vật được thành lập chủ yếu dựa trên cơ sở giải đoán và đo vẽ hình ảnh của địa vật có trên ảnh. Quá trình khái quát, lựa chọn tổng hợp nội dung được thực hiện phần lớn ở ngay khâu điều vẽ. Vì vậy công tác điều vẽ là công tác vô cùng quan trọng, công việc này đòi hỏi người điều vẽ phải có sự hiểu biết về địa hình, địa vật cũng như các nguyên tắc khái quát, lựa chọn tổng hợp nội dung theo quy định của quy phạm và ký hiệu hiện hành

c. Phương pháp đo ảnh tương tự

Được thực hiện trên cơ sở sử dụng các tấm ảnh chụp bằng các máy chụp ảnh quang học để xây dựng lại mô hình tương tự của đối tượng chụp và tiến hành đo đạc các yếu tố hình học của các đối tượng đó trên mô hình. Đây là một phương pháp kinh điển. Trước năm 2000 thì phương pháp đo ảnh tương tự được sử dụng phổ biến trong đo đạc vẽ bản đồ và ngày nay phương pháp gần như không còn được sử dụng nữa.

d. Phương pháp đo ảnh giải tích

Về cơ bản thì phương pháp đo ảnh giải tích có cùng nguyên lý và quy trình công nghệ với phương pháp đo ảnh tương tự. Nó khác nhau cơ bản là phương pháp đo ảnh giải tích lấy phương thức tính toán để hiển thị điều kiện giao hội của các tia chiếu trong không gian thay cho phương thức giao hội quang cơ của phương pháp đo ảnh tương tự.

Phương pháp này có công thức tính toán chặt chẽ và đạt độ chính xác cao. Ngày nay ở Việt Nam vẫn còn một số cơ sở sản xuất vẫn sử dụng phương pháp đo ảnh giải tích.

e. Phương pháp đo ảnh số

Với nguyên lý cơ bản vẫn dựa theo phương pháp đo ảnh giải tích, biến đổi độ xám của ảnh thành các tín hiệu điện và sử dụng các máy tính, các phần mềm chuyên ngành, chuyên dụng để xử lý các tín hiệu này rồi tiến hành quá trình tự động đo vẽ ảnh.

Phương pháp này cho ta tính tự động xử lý cao, nâng cao hiệu quả kinh tế trong việc đo vẽ bản đồ và phương pháp này được sử dụng phổ biến ở Việt Nam. Trong tương lai thì phương pháp đo ảnh số sẽ thay thế dần các phương pháp đo ảnh nêu trên.

Hiện nay phương pháp thành lập bản đồ từ ảnh hàng không phổ biến theo công nghệ đo vẽ ảnh sử dụng trạm Image Station của Intergraph

1.2.5. Các yêu cầu chung của bản đồ địa hình

Bản đồ địa hình phải tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về cơ sở toán học, về nội dung, về cách trình bày, cũng như ngôn ngữ thể hiện trên bản đồ. Các bản đồ địa hình tỷ lệ khác nhau phải phù hợp với nhau.

Bản đồ địa hình phải dễ đọc, rõ ràng, cho phép định hướng được dễ dàng. Các yếu tố biểu thị trên bản đồ phải đầy đủ chính xác với mức độ đầy đủ và chi tiết của nội dung phải phù hợp với mục đích sử dụng của bản đồ. Độ chính xác của việc biểu thị các yếu tố nội dung phải phù hợp với mục đích sử dụng của bản đồ. Sai số trung phương vị trí địa vật biểu thị trên bản đồ gốc so với vị trí của điểm khống chế ngoại nghiệp gần nhất tính theo tỷ lệ bản đồ thành lập, không được vượt quá 0.5 mm khi thành lập bản đồ ở vùng đồng bằng và vùng đồi và 0.7 mm khi thành lập bản đồ ở vùng núi và núi cao.

Bảng 1.3. Sai số trung phương độ cao các đường bình độ cơ bản (68-2015-TT-BTNMT)

Độ dốc địa hình	Sai số trung phương đo vẽ dáng đất (khoảng cao đều cơ bản) đối với các tỷ lệ bản đồ			
	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
Từ 0° - 2°	1/4	1/4	1/4	1/4
Từ 2° - 6°	1/3	1/3	1/3	1/3
Từ 6° - 15°	1/3	1/3	1/2	1/2
Lớn hơn 15°		1/2	1/2	1/2

- Trong thành phố và khu công nghiệp sai số trung bình của các vật cố định,

quan trọng so với điểm khống chế đo vẽ gần nhất không vượt quá 0.3mm trên bản đồ.

- Sai số trung phương độ cao của đường bình độ, điểm đặc trưng địa hình, điểm ghi chú độ cao biểu thị trên bản đồ gốc so với độ cao điểm khống chế ngoại nghiệp gần nhất tính theo khoảng cao đều đường bình độ cơ bản không vượt quá các giá trị trong bảng.

- Sai số giới hạn của vị trí địa vật, của độ cao đường bình độ, độ cao điểm đặc trưng địa hình, độ cao điểm ghi chú độ cao, của vị trí mặt phẳng và độ cao điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp, điểm khống chế đo vẽ không được vượt quá 2 lần các sai số trung phương.

- Khi kiểm tra, sai số lớn nhất không được vượt quá sai số giới hạn. Nếu có thì số lượng các trường hợp có sai số vượt hạn sai phải bảo đảm về mặt phẳng không vượt quá 5% tổng số các trường hợp kiểm tra, về độ cao không vượt quá 5% tổng số các trường hợp kiểm tra ở vùng quang đặng và 10% tổng số các trường hợp kiểm tra ở vùng khó khăn ẩn khuất. Trong mọi trường hợp các sai số đều không được mang tính hệ thống.

- Sai số trung phương vị trí mặt phẳng của điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp, điểm khống chế đo vẽ so với vị trí điểm toạ độ quốc gia gần nhất sau bình sai tính theo tỷ lệ bản đồ thành lập không vượt quá 0.1mm ở vùng quang đặng và 0.15mm (trên bản đồ) ở vùng ẩn khuất.

- Sai số giới hạn của điểm khống chế độ cao đo vẽ sau bình sai so với độ cao của mốc độ cao gần nhất không vượt quá 1/10 khoảng cao đều cơ bản ở vùng đồng bằng và 1/6 khoảng cao đều ở vùng rừng núi.

1.2.6. Độ chính xác thành lập bản đồ địa hình

a. Khái niệm

Dựa trên cơ sở toán học và các sai số ảnh hưởng đến công tác thành lập bản đồ, căn cứ vào trị giá chênh lệch về vị trí mặt phẳng và độ cao của địa vật trên bản đồ với kết quả kiểm tra để đánh giá độ chính xác thành lập bản đồ.

b. Mật độ điểm khống chế các cấp

- Theo quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn quy định, mật độ trung bình các điểm khống chế nhà nước từ hạng I ÷ IV được quy định như sau:

+ Trên khu vực cần đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1/5000 thì cứ (20 ÷ 30) km² cần có một điểm khống chế toạ độ mặt bằng và (10 ÷ 20) km² cần có một điểm khống chế độ cao.

+ Trên khu vực cần đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1/2000; 1/1000; 1/500 thì cứ (5 ÷ 15) km² cần có một điểm khống chế toạ độ mặt bằng và (5 ÷ 7) km² cần có một điểm khống chế độ cao.

+ Đặc biệt đối với khu vực xây dựng, mật độ điểm lưới nhà nước cần đảm ít nhất 1 điểm/ 5km². Nếu tính cả các điểm của lưới tầng dày thì mật độ điểm tăng lên đến 4 điểm/ 1km², còn trên khu vực chưa xây dựng thì yêu cầu có 1 điểm/ 1km².

+ Vì đặc thù công trình đường giao thông là công trình dạng tuyến, nên mật độ điểm khống chế được tính theo chiều dài của tuyến đường. Cụ thể trong tiêu chuẩn khảo sát đường ô tô TCVN 22TCN263-2000 có quy định về lưới khống chế như sau:

* Lưới khống chế mặt bằng hạng IV: chiều dài cạnh lưới từ 2 -:- 5km

* Sai số trung phương đo góc: $\pm 2,0''$

* Sai số trung phương tương đối đo cạnh đáy: 1/120000

* Sai số trung phương tương đối cạnh yếu nhất: 1/70000

* Giá trị góc nhỏ nhất trong tam giác: 30°

* Sai số khép góc tam giác: $\pm 8,0''$

Lưới khống chế độ cao hạng IV: có thể bố trí mốc trùng với các mốc của lưới khống chế mặt bằng hạng IV

* Sai số khép giới hạn: $\pm 20\sqrt{L}$ (mm) (L là số km chiều dài tuyến đo)

* Sai số trung phương ngẫu nhiên trên 1km tuyến đo: $\pm 10,00$ mm

Lưới đường chuyền cấp 2: chiều dài cạnh từ 80 -:- 350m (được khuyến khích từ 150 -:- 250m)

* Sai số trung phương tương đối đo cạnh: 1/5000

* Sai số khép góc giới hạn: $20''\sqrt{n}$ (n là số góc trong lưới đường chuyền)

Lưới độ cao kỹ thuật sử dụng mốc của lưới đường chuyền cấp 2.

* Sai số khép giới hạn: $\pm 30\sqrt{L}$ đối với địa hình đồng bằng, $\pm 50\sqrt{L}$ đối với địa hình miền núi (L là chiều dài đường đo tính bằng km)

- Trên đây là những yêu cầu về số lượng tối thiểu các điểm của lưới khống chế cấp hạng nhà nước (từ hạng I ÷IV). Trong việc đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn, đặc biệt đối với các khu đo rộng lớn thì ngoài các điểm cần có của lưới cấp hạng nhà nước cần phải có một số lượng lớn các điểm của lưới khống chế tầng dày và lưới khống chế đo vẽ. Trong thực tế sản xuất, số lượng điểm cần có của mỗi bậc khống chế sẽ được tính toán dựa trên cơ sở diện tích khu đo và diện tích khống chế tùy theo cấp hạng của mỗi điểm khống chế trắc địa mặt bằng.

c. Công thức xác định diện tích khống chế của một điểm lưới khống chế

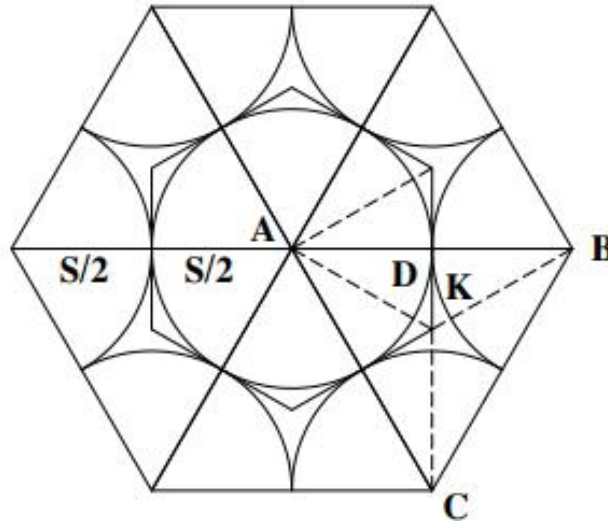
Để đo vẽ bản đồ địa hình thì mật độ điểm trắc địa mặt bằng phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Phụ thuộc vào tỷ lệ đo vẽ bản đồ. Tỷ lệ đo vẽ bản đồ càng lớn thì càng đòi hỏi phải có nhiều điểm khống chế trên một đơn vị diện tích.

- Phụ thuộc vào phương pháp đo vẽ bản đồ. Trước đây khi đo vẽ theo phương pháp bàn đạc thì số điểm khống chế là ba điểm trên mặt bản vẽ. Nếu đo theo phương pháp toàn đạc, đo vẽ ảnh phối hợp và đo vẽ ảnh lập thể thì số lượng điểm khống chế giảm dần. Trong nhiều trường hợp, lưới khống chế trắc địa ngoài mục đích được thành lập để đo vẽ bản đồ thì còn có thể được dùng để chuyển các thiết kế công trình ra thực địa, trong trường hợp đó thì mật độ điểm khống chế còn phụ thuộc vào các yêu cầu độ chính xác bố trí điểm công trình. Nếu yêu cầu sai số bố trí điểm càng cao thì mật độ điểm khống chế càng

dày và ngược lại.

- Phụ thuộc vào đặc điểm địa hình, địa vật của khu vực đo vẽ.
- Phụ thuộc vào phương pháp xây dựng lưới khống chế.



HÌNH 1.1. XÁC ĐỊNH DIỆN TÍCH KHỐNG CHẾ CỦA MỘT ĐIỂM LƯỚI KHỐNG CHẾ

Do lưới khống chế được lập để phục vụ đo vẽ bản đồ địa hình cho nên các điểm của lưới khống chế trắc địa mặt bằng chính là các điểm đặt máy để đo vẽ chi tiết địa hình, địa vật. Do vậy để tính tổng số điểm khống chế cần có trên khu vực, ta cần xét từ bậc khống chế cuối cùng là cấp khống chế đo vẽ.

Gọi A và B là hai điểm đầu một cạnh của lưới khống chế đo vẽ, $AB = S$. Nếu coi diện tích khống chế của điểm A được giới hạn bởi đường tròn có bán kính $R = \frac{AB}{2} = \frac{S}{2}$ thì giữa phạm vi khống chế của điểm A với các điểm khống chế lân cận sẽ còn có khoảng trống như phần kẻ dọc

Do vậy để có thể khống chế kín 100% diện tích đo vẽ thì chiều dài các cạnh sẽ phải là $d = AK$ và diện tích khống chế thực của một điểm sẽ là diện tích của một hình lục giác đều có cạnh là $d = AK$. Như vậy diện tích khống chế của một điểm sẽ được tính như sau:

Xét tam giác đều AIK có chiều dài cạnh tam giác $d = AK$, do đó chiều cao

của tam giác là

$$AH = d \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (1.1)$$

Mặt khác:
$$AH = \frac{1}{2} AB = \frac{S}{2} \quad (1.2)$$

Từ (1.1) và (1.2) ta có:

$$d \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{S}{2}$$

Suy ra chiều dài cạnh

$$AK = d = \frac{S}{\sqrt{3}} \quad (1.3)$$

Từ (1.3) ta viết được công thức tính diện tích không chế của một điểm lưới không chế đo vẽ là:

$$P = 6 \cdot P_{\Delta AIK} = 6 \cdot \frac{1}{2} IK \cdot AH = 6 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{S}{\sqrt{3}} \cdot \frac{S}{2} \right) = \frac{\sqrt{3}}{2} S^2 = 0,$$

Như vậy khi biết trước được chiều dài trung bình cạnh của lưới không chế ta sẽ tính được diện tích không chế của một điểm.

d. Ảnh hưởng của sai số trung phương đến độ chính xác thành lập bản đồ

* Sai số trung phương cấp bậc không chế

- Sai số trung phương xác định vị trí điểm không chế mặt phẳng cấp cuối cùng của lưới không chế là $\pm 0,1$ mm trong tỷ lệ bản đồ cần thành lập, khu vực khó khăn có độ dốc địa hình $> 15^\circ$ là $\pm 0,2$ mm trong tỷ lệ bản đồ.
- Sai số trung phương xác định điểm không chế độ cao cấp cuối cùng không vượt quá $1/10$ khoảng cao đều cơ bản ở vùng đồng bằng và $1/6$ khoảng cao đều cơ bản ở vùng có độ dốc địa hình $> 15^\circ$.
- Sai số trung phương xác định vị trí điểm không chế mặt phẳng của lưới không chế sau bình sai so với sai số xác định vị trí điểm không chế trắc địa cấp cao gần nhất không được vượt quá $\sqrt{2}$ lần, ở vùng khó khăn có độ dốc địa hình $> 15^\circ$ không quá $2\sqrt{2}$ lần.

* Quy định về độ chính xác các yếu tố địa vật, địa hình

- Sai số trung phương xác định vị trí mặt phẳng điểm địa vật cố định, rõ nét so với điểm không chế đo vẽ gần nhất không quá $\pm 0,3\text{mm}$ trong tỷ lệ bản đồ, đối với điểm địa vật không rõ ràng không quá $0,5\text{mm}$ trong tỷ lệ bản đồ. Trong thành phố và khu công nghiệp, sai số tương hỗ giữa các địa vật cố định, quan trọng không được lớn hơn $\pm 0,3\text{mm}$ trong tỷ lệ bản đồ.
- Căn cứ vào trị giá chênh lệch về vị trí mặt phẳng và độ cao của địa vật trên bản đồ so với kết quả kiểm tra để đánh giá độ chính xác của bản đồ. Giá trị chênh lệch cho phép không quá hai lần sai số trung phương đã nêu ở trên. Số lượng điểm có giá trị sai số lớn (70% đến 100% giá trị cho phép) không vượt quá 5% tổng số điểm kiểm tra. Trong mọi trường hợp, sai số không được mang tính hệ thống.

CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ UAV THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ LỚN

2.1. TỔNG QUAN VỀ UAV

2.1.1. Khái niệm

UAV là từ viết tắt của "Unmanned Aerial Vehicle", có nghĩa là "Phương tiện hàng không không người lái" hay còn gọi là "Máy bay không người lái". Loại máy bay này được dùng để phục vụ cho mục đích trinh thám quân sự, hoặc dân sự, có khả năng tự động hóa các hoạt động của máy bay cao, không đòi hỏi những trang thiết bị hàng không đặc chủng, giá thành khai thác sử dụng và bảo trì hệ thống để phục vụ lâu dài rẻ.

UAV có thể được điều khiển từ xa (bởi một phi công ngồi tại một trạm điều khiển trên mặt đất) hoặc cũng có thể tự bay theo các lịch trình đã được lập trình sẵn, hoặc theo sự điều khiển của các hệ thống máy tính phức tạp.

UAV là một trong những phương tiện giao thông hiện đại được con người sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau, mang lại nhiều lợi ích to lớn cho cuộc sống cùng với những tính năng vượt trội và chi phí thấp, máy bay không người lái ngày càng được ứng dụng ở nhiều quốc gia trên thế giới trên nhiều lĩnh vực như quân sự, giao thông, sản xuất nông nghiệp, nghiên cứu quản lý và bảo vệ môi trường, khảo cổ, công tác cứu hộ, đo đạc thành lập bản đồ...

Trên thế giới, công tác thành lập bản đồ, tạo mô hình số bề mặt và thành lập bản đồ 3D sử dụng thiết bị bay không người lái đã được nhiều nước ứng dụng và đem lại hiệu quả rất cao trong lĩnh vực trắc địa bản đồ.

Ở Việt Nam trong những năm gần đây việc nghiên cứu, sử dụng máy bay không người lái đã đạt được những thành tựu nhất định. Qua một số công trình nghiên cứu ứng dụng thiết bị bay UAV chụp ảnh tại một số dự án tại Việt Nam như khai thác mỏ, hành lang tuyến điện cao thế, bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500 đã cho thấy những ưu điểm nổi bật như chi phí thấp, quy trình bay chụp xử lý ảnh nhanh, độ chính xác cao và dễ dàng tạo mô hình dữ liệu số 3D. Đặc biệt thích hợp với

những nơi có địa hình phức tạp, núi cao hiểm trở đi lại khó khăn hoặc những nơi bị chia cắt nhiều bởi sông suối, kênh rạch...

2.1.2. Tình hình sử dụng phương tiện bay không người lái

Các thiết bị bay không người lái trước đây thường được sử dụng trong những ứng dụng quân sự. Ngày nay, chúng đã được thương mại hóa và ứng dụng rộng rãi ở nhiều lĩnh vực khác nhau, trong đó có lĩnh vực Trắc địa - Bản đồ (Zhang C, 2008, Manyoky M, 2011, Everaerts J, 2008, M. Uysal, 2015). Ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) bay chụp ảnh địa hình có nhiều ưu điểm nổi trội so với phương pháp sử dụng máy bay có người lái truyền thống. Ưu điểm nổi bật nhất là chi phí thấp, độ phân giải cao, quy trình bay chụp, xử lý ảnh nhanh, chính xác cao và dễ dàng tạo dữ liệu 3D (Thamm H P, 2006, Grenzdorffer GJ, 2008, Kenneth David Mankoff, 2013) đặc biệt thích hợp với những dự án thành lập bản đồ cho những khu vực nhỏ hoặc các vùng khảo sát không thể tiếp cận được bằng các phương pháp đo đạc trực tiếp.

Trên thế giới các lĩnh vực nghiên cứu phổ biến thường sử dụng ảnh chụp máy bay không người lái để xây dựng bản đồ và các mô hình DEM, DSM,... có thể kể đến là :

Trong lĩnh vực nông nghiệp: người ta sử dụng dữ liệu ảnh chụp từ máy bay không người lái để thành lập các bản đồ xác định thiệt hại hoặc bản đồ các tiềm năng trong lĩnh vực nông nghiệp một cách nhanh chóng (Newcombe L, 2007).

Trong lĩnh vực lâm nghiệp: dữ liệu ảnh máy bay không người lái được sử dụng để thành lập bản đồ phục vụ công tác đánh giá chất lượng của những khu vườn, giám sát cháy rừng, thăm thực vật, xác định loài, tính toán khối lượng, trữ lượng cũng như lâm sinh một cách chính xác (Martinez JR, 2006, Grenzdorffer GJ, 2008, Restas A, 2006, Berni JAJ, 2009).

Trong lĩnh vực khảo cổ học và kiến trúc: dữ liệu ảnh máy bay không người lái kết hợp với các dữ liệu quét mặt đất được sử dụng để thành lập mô hình 3D thể hiện các khu vực và cấu trúc nhân tạo (Cabuk A, 2007, Lambers K, 2007, Oczipka

M, 2009, Verhoeven GJJ, 2009)

Trong lĩnh vực môi trường: các thiết bị bay không người lái (UAV) với ưu điểm bay thường xuyên, nhanh chóng và giá thành thấp là lựa chọn tối ưu cho các mục đích giám sát môi trường đất và nước tại nhiều thời điểm khác nhau (Thamm H P, 2006, Niethammer U, 2010), phân tích nhiệt (Hartmann W, 2012), giám sát núi lửa (Smith JG, 2009), giám sát biến động đường bờ, tính toán khối lượng khai thác,...

Trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ: dữ liệu ảnh máy bay không người lái được sử dụng nhiều để lập các bản đồ giao thông (Zhang C, 2008), bản đồ địa hình, địa chính, bản đồ hiện trạng sử dụng đất (Manyoky M, 2011), thành lập mô hình số độ cao, mô hình số bề mặt,...(M. Uysal, 2015)

Quản lý khẩn cấp: Thiết bị UAV có thể triển khai trên những khu vực bị ô nhiễm, những khu vực xảy ra thiên tai, dịch họa mà không gây bất kỳ nguy hiểm nào đối với các nhà khai thác hoặc bất kỳ hoạt động khảo sát nào trong quá trình thực hiện do đó nó được sử dụng nhiều trong việc thu thập thông tin của những khu vực này.

Máy bay không người lái (UAV) là một trong những phương tiện giao thông hiện đại, được con người sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau, mang lại nhiều lợi ích to lớn cho cuộc sống cùng với những tính năng vượt trội và chi phí thấp, máy bay không người lái ngày càng được ứng dụng ở nhiều quốc gia trên thế giới trên nhiều lĩnh vực như quân sự, giao thông, sản xuất nông nghiệp, nghiên cứu quản lý và bảo vệ môi trường, khảo cổ, công tác cứu hộ, đo đạc thành lập bản đồ...

Kết quả các nghiên cứu đã khẳng định công nghệ UAV có thể sử dụng linh hoạt trong việc thu thập lượng lớn thông tin có độ phân giải cao, từ đó có thể thành lập mô hình số bề mặt (DSM) có chất lượng cao, mang lại nhiều lợi ích to lớn cho cuộc sống cùng với những tính năng vượt trội và chi phí thấp, máy bay không người lái đã được nhiều nước ứng dụng và đem lại hiệu quả rất cao trong nhiều lĩnh vực và ngày càng được ứng dụng ở nhiều quốc gia trên thế giới trong lĩnh vực

trắc địa bản đồ. Các hãng sản xuất các thiết bị ngày càng hướng tới các thiết bị UAV với các thiết bị chụp ảnh độ phân giải cao, giảm thời gian và công sức trong các nội dung trắc địa, bản đồ.

Ở Việt Nam trong những năm gần đây việc nghiên cứu, sử dụng máy bay không người lái đã đạt được những thành tựu nhất định. Dữ liệu ảnh thu nhận từ các thiết bị UAV hiện nay được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau cả quân sự và dân sự. Trong các ứng dụng này dữ liệu ảnh UAV chủ yếu sử dụng cho công tác thành lập các loại bản đồ như: bản đồ địa hình, bản đồ địa chính (Đào Ngọc Long, 2011); phục vụ các công tác giám sát và thu thập thông tin địa không gian (Lê Đại Ngọc, 2010, Phan Văn Lâm, 2014, Bùi Ngọc Quý, 2015), đặc biệt bước đầu đã có những ứng dụng sử dụng ảnh chụp (UAV) trong công tác thành lập các mô hình số độ cao (DEM), mô hình số bề mặt (DSM) và một số dạng sản phẩm bản đồ khác (Bùi Tiến Diệu, 2016). Qua một số công trình nghiên cứu ứng dụng thiết bị bay UAV chụp ảnh tại một số dự án tại Việt Nam như khai thác mỏ, hành lang tuyến điện cao thế, bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500 đã cho thấy những ưu điểm nổi bật như chi phí thấp, quy trình bay chụp xử lý ảnh nhanh, độ chính xác cao và dễ dàng tạo mô hình dữ liệu số 3D. Đặc biệt thích hợp với những nơi có địa hình phức tạp, núi cao hiểm trở đi lại khó khăn hoặc những nơi bị chia cắt nhiều bởi sông suối, kênh rạch...

2.1.3. Cấu tạo của UAV

Cấu tạo hệ thống chụp ảnh hàng không kỹ thuật số bằng máy bay không người lái (UAV) để xây dựng bản đồ địa hình được chia thành 4 thành phần chính:

- Thiết bị bay,
- Máy ảnh kỹ thuật số,
- Trạm điều khiển mặt đất,
- Trạm xử lý ảnh tạo mô hình số mặt đất.

a. Thiết bị bay

Bao gồm: Thân máy bay, đầu thu GPS, cảm biến tốc độ gió, cảm biến độ cao, cảm biến áp suất, cảm biến cân bằng và bộ thu phát tín hiệu. Ngoài ra trên máy bay còn

mang theo 1 quả pin dùng để cung cấp nguồn điện cho toàn bộ các thiết bị trên máy bay.



HÌNH 2.1. MÁY BAY PHANTOM

b. Máy ảnh kỹ thuật số

Thông thường các máy ảnh sử dụng để chụp ảnh mặt đất bằng UAV là các loại máy ảnh kỹ thuật số có kích thước nhỏ gọn, có tiêu cự cố định và khả năng lấy nét tự động.



HÌNH 2.2. MÁY ẢNH KỸ THUẬT SỐ

c. Trạm điều khiển mặt đất

Mỗi hệ thống máy bay UAV đều phải được điều khiển bằng trạm điều khiển mặt đất. Cấu tạo của trạm điều khiển mặt đất bao gồm 2 bộ phận chính:

- Thứ nhất, máy tính bảng hoặc điện thoại thông minh được cài đặt phần mềm lập trình bay và điều khiển bay. Đây là các phần mềm chuyên dụng để thiết kế bay, điều khiển bay và có thể lập kế hoạch vị trí hướng cất cánh, hạ cánh tại thực địa.
- Thứ hai, Bộ điều khiển có thiết bị thu phát tín hiệu dùng để kết nối máy tính bảng với máy bay.



HÌNH 2.3. TRẠM ĐIỀU KHIỂN MẶT ĐẤT

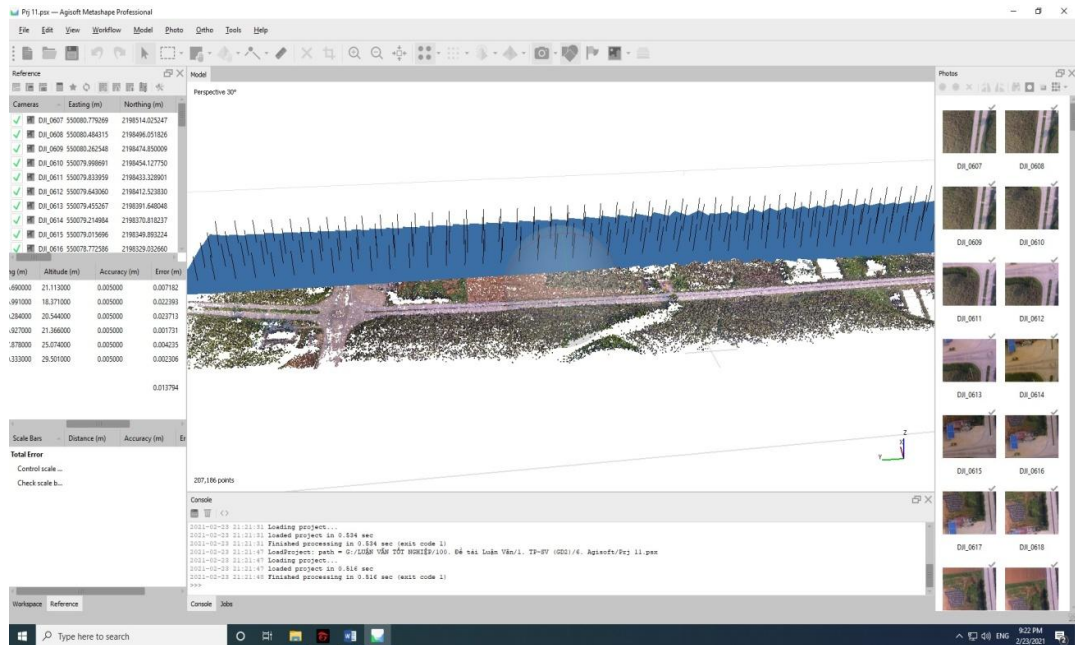
d. Trạm xử lý ảnh UAV tạo mô hình số mặt đất

Trạm xử lý ảnh bao gồm máy tính trạm Workstations có cấu hình mạnh được cài đặt phần mềm chuyên xử lý ảnh máy bay để tạo mô hình số mặt đất. Đặc điểm chung của các phần mềm xử lý này là từ các bức ảnh số được chụp từ UAV với độ phủ dọc và ngang từ 70 - 90%, sau khi xử lý sẽ tạo ra mô hình đám mây điểm (Point Cloud), mô hình số bề mặt (DSM), mô hình số độ cao (DEM) và ảnh trực giao (Orthomosaic).

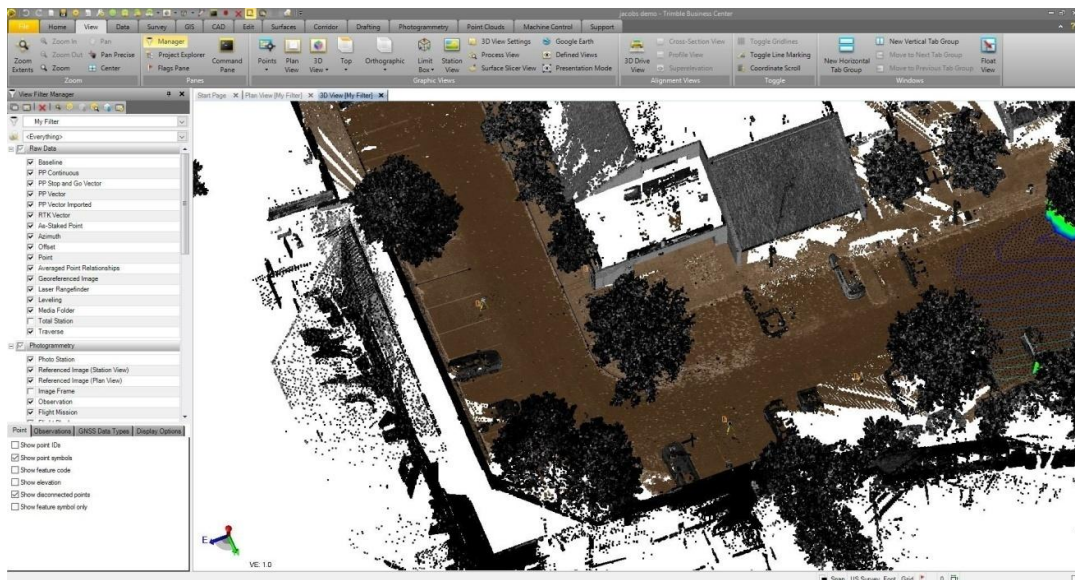


HÌNH 2.4. MÁY TRẠM XỬ LÝ ẢNH

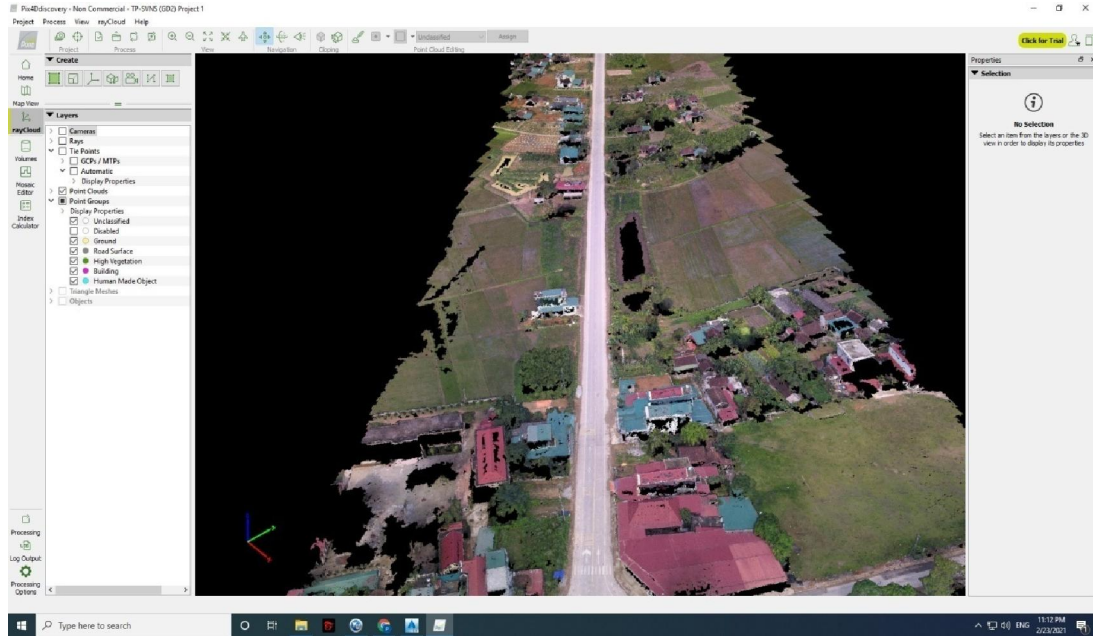
- Một số phần mềm chuyên xử lý ảnh UAV phổ biến ở Việt Nam:



HÌNH 2.5. PHẦN MỀM AGISOFT METASHAPE



HÌNH 2.6. PHẦN MỀM TRIMBLE BUSINESS CENTER PHOTOGRAMMETRY



HÌNH 2.7. PHẦN MỀM PIX4D MAPPER

2.1.4. Phân loại UAV

Máy bay không người lái có nhiều hình dạng và kích cỡ khác nhau, mỗi loại đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng, do đó tùy từng công việc cụ thể mà người sử dụng lựa chọn loại máy bay phù hợp. UAV được chia ra làm 2 loại chính theo cấu tạo là máy bay cánh cố định (Fixed Wing UAV) và máy bay cánh quay (Rotary Wing UAV).

a. Máy bay cánh cố định



HÌNH 2.8. MÁY BAY CÁNH CỐ ĐỊNH (FIXED WING UAV)

UAV cánh cố định bao gồm một cánh cứng cố định, có khả năng bay bằng cách tạo ra lực nâng trong không khí và lực đẩy của động cơ phía sau. Tốc độ bay

của máy bay được tạo ra bởi lực đẩy bằng động cơ đốt trong hoặc động cơ điện lắp phía sau máy bay.

Ưu điểm:

- Có cấu trúc đơn giản hơn so với loại cánh quạt, do đó quy trình bảo trì và sửa chữa đơn giản hơn. Quan trọng hơn là với cấu trúc đơn giản sẽ đảm bảo tính khí động học hiệu quả hơn dẫn đến thời gian chuyến bay dài hơn ở tốc độ cao, do đó cho phép chúng hoạt động ở các khu vực khảo sát lớn hơn trên mỗi chuyến bay nhất định.

- Có thể mang trọng tải lớn hơn, khoảng cách bay xa hơn và tốn ít điện năng cho phép nó mang theo các cảm biến và máy ảnh lớn hơn, tốt hơn do đó độ chính xác, góc chụp ảnh rộng, cũng như chất lượng ảnh tốt hơn.

Nhược điểm:

- Nhược điểm của máy bay cánh cố định ngoài giá thành của thiết bị cao.
- Cần thiết phải bố trí được đường băng hay bệ phóng cho việc cất và hạ cánh.

b. Máy bay cánh quạt



HÌNH 2.9. MÁY BAY CÁNH QUAY (Rotary Wing UAV)

UAV cánh quạt có tối thiểu 1 cánh quạt (trục thẳng), 3 cánh quạt (tricopter), 4 cánh quạt (quadcopter), 6 cánh quạt (hexacopter), 8 cánh quạt (octocopter) cũng như các thiết kế khác thường hơn như 12 và 16 cánh quạt ...

Nguyên lý bay của máy bay cánh quạt là sự phối hợp của các cánh quạt quay tạo ra lực nâng nâng máy bay lên thẳng đứng hoặc di chuyển theo hướng bất kỳ, đồng thời có khả năng triển khai bay ở độ cao thấp, rất thấp trên mặt đất.

Các hãng sản xuất thiết bị và cảm biến số liệu cũng đang đa dạng hoá giải pháp một cách nhanh chóng, chúng ta có thể dễ dàng tìm được các cảm biến số liệu đặc biệt được thiết kế cho các UAV khung sườn nhỏ nhất. Các cảm biến số liệu điển hình phải kể đến như máy chụp ảnh cận hồng ngoại, các máy quét laser và thu nhận hình ảnh 3 chiều từ xa LiDAR, thậm chí là các cảm biến chức năng đa phổ hoặc siêu phổ.

Ưu điểm:

- Khả năng cất cánh, hạ cánh theo chiều thẳng đứng và rất cơ động trong quá trình bay. Điều này cho phép người dùng hoạt động ở những địa hình chật hẹp mà không cần phải bố trí đường băng cất cánh, hạ cánh như loại cánh bằng, cũng như có thể thay đổi độ cao và chuyển hướng bay một cách dễ dàng.

- Khả năng bay tại chỗ và khả năng bay cơ động làm cho UAV cánh quạt rất phù hợp với công tác bay chụp ở địa hình phức tạp và có diện tích nhỏ.

Nhược điểm:

- Máy bay cánh quạt có cấu tạo liên quan đến cơ khí và điện tử phức tạp do đó yêu cầu quá trình bảo trì và sửa chữa phức tạp hơn so với máy bay cánh cố định.

- Do tốc độ thấp hơn và thời gian bay ngắn hơn vì vậy sẽ phải bay nhiều chuyến bay hơn so với máy bay cánh cố định.

Theo tiêu chuẩn chung, các hệ thống UAS vận hành bằng nguồn điện, các chuyến bay thường có thời gian kéo dài từ 30 đến 60 phút, thời gian bay có thể ngắn hơn đối với các máy bay lên thẳng nhiều động cơ bởi nguồn điện năng phải chia sẻ để vận hành nhiều động cơ cùng lúc. Phụ thuộc vào chỉ tiêu kỹ thuật điện năng của pin cấp điện và tốc độ bay, những UAV cánh cố định có khả năng bay chụp ảnh phủ trùm khu vực có diện tích khoảng từ 1 đến 1.5 km² (tương đương với từ 100 – 150 ha). Đối với UAV nhiều động cơ vùng phủ sẽ thấp hơn số liệu

đưa ra ở trên, thông thường diện tích phủ trùm sẽ giảm đi từ 10 đến 30% so với diện tích khu vực mà UAV cánh cố định đạt được.

Ngoài ra tùy vào từng công việc cụ thể máy bay không người lái UAV còn được phân theo:

- Theo kích thước: Nano, micro, nhỏ, trung bình và lớn.
- Theo phương pháp điều khiển bay: Cánh liền (cánh bằng), cánh quay, cánh cất và hạ thẳng đứng.
- Theo độ cao: thấp, trung bình và cao.
- Theo mục đích sử dụng: quân đội, thương mại, dân sự.
- Theo nhiệm vụ: Cứu hộ, chiến đấu, vận chuyển điểm không chế lên toàn bộ mô hình lập thể.

2.1.5. Nguyên lý bay chụp

Trước khi tiến hành công tác bay chụp thì việc lập kế hoạch, kiểm tra điều kiện bay là cần thiết và rất quan trọng, nó quyết định đến công tác an toàn bay và chất lượng ảnh bay chụp.

Công tác chuẩn bị bao gồm:

- Xin giấy phép bay,
- Hoạch định vị trí và phạm vi cần bay chụp,
- Kiểm tra vùng cấm bay,
- Kiểm tra các điều kiện thời tiết có phù hợp cho công tác bay chụp hay không. Thực hiện các điều kiện này để tiến hành thủ tục bay đảm bảo phục vụ cho quá trình bay chụp được thuận lợi,
- Tiếp đến là thiết kế tuyến bay bằng phần mềm chuyên dụng và tiến hành bay chụp ảnh.

Sau khi có kết quả bay chụp, số liệu bay chụp bao gồm ảnh số và tọa độ các điểm không chế ảnh cùng với tọa độ mốc không chế đo đạc thực địa được đưa vào phần mềm xử lý ảnh chuyên dụng để ghép ảnh và tạo mô hình số mặt đất.

Để có kết quả tốt hơn, ngoài 3 phần mềm xử lý ảnh phổ biến như đã nêu là Agisoft Metashape Professional, Pix4D Mapper, Trimble Business Center

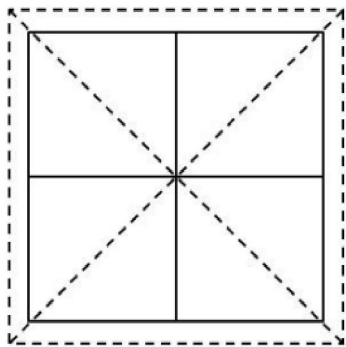
Photogrammetry, có thể sử dụng thêm một số phần mềm xử lý ảnh kỹ thuật số khác như Global Mapper, Photoshop để bảo đảm được sản phẩm có chất lượng tốt nhất tùy theo nhu cầu sử dụng.

2.1.6. Các nguồn sai số của ảnh UAV

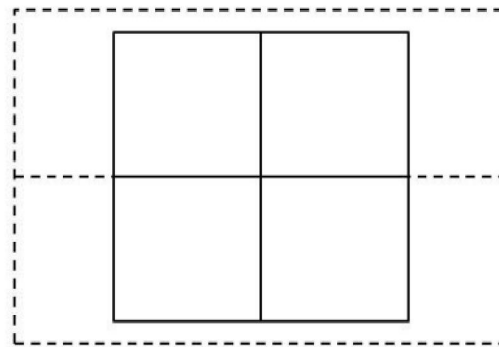
a. Sai số ảnh

Do ảnh hưởng của các yếu tố kỹ thuật và điều kiện chụp ảnh như: nhiệt độ, độ ẩm, quá trình xử lý ảnh... nên ảnh chụp có thể bị biến dạng. Biến dạng ảnh là một trong những yếu tố ảnh hưởng lớn đến quá trình xử lý các số liệu đo ảnh. Sự biến dạng này được phân biệt thành các loại như sau:

- Biến dạng mang tính chất hệ thống, trong đó có thể có cả trường hợp biến dạng đều các hướng và trên từng hướng của trục toạ độ (biến dạng affine).
- Biến dạng ngẫu nhiên và cục bộ, nó xuất hiện không có quy luật nhất định và không đều trên toàn bộ mặt ảnh hoặc trên từng hướng. Ảnh hưởng của biến dạng hệ thống của ảnh đối với vị trí điểm ảnh có thể xác định được và loại trừ trong quá trình đo ảnh.



(a) Biến dạng đều



(b) Biến dạng Affine

HÌNH 2.10. MÔ PHỎNG SỰ BIẾN DẠNG ẢNH

- Biến dạng đều của ảnh trên các hướng hoặc trên từng hướng mang tính chất hệ thống.

b. Sai số méo hình kính vật

Trong máy chụp ảnh, kính vật của máy là bộ phận có ảnh hưởng rất lớn đến vị trí điểm ảnh. Do thấu kính của kính vật là một khối của rất nhiều thấu kính hợp lại

và liên quan đến khả năng kỹ thuật của nhà sản xuất nên vị trí một vật đi qua thấu kính sẽ không đúng như lý thuyết do thấu kính bị biến dạng hình học.

Do ảnh hưởng của sai số méo hình xuyên tâm kính vật máy chụp ảnh, thì sai dọc tại điểm i trên mô hình được tính theo công thức:

$$q_i = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \delta r_{2i} - \delta r_{2i} \quad (2.1)$$

Với đồ hình phân bố chuẩn của các điểm sử dụng để định hướng tương đối nên: $q_1 = q_2 = 0$

$$q_3 = -q_4 = -q_5 = q_{63} = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \delta r_{2i} - \delta r_{2i} = q_{mh} \quad (2.2)$$

Từ phương trình định hướng tương đối ta có:

$$\begin{aligned} dby &= d\Delta k = d\Delta\omega \\ d\Delta\varphi &= \frac{2fk}{ab} \cdot q_{mh} \\ d\Delta v &= \frac{f_k}{a} \cdot q_{mh} \end{aligned} \quad (2.3)$$

Như vậy: Sai số méo hình hệ thống chỉ ảnh hưởng tới các nguyên tố định hướng tương đối $\Delta\varphi$ và Δv và sai số của $\Delta\varphi$ do méo hình gây nên lớn gấp 2 lần Δv .

Kính vật máy chụp ảnh hàng không là bộ phận quan trọng nhất quyết định đến chất lượng của hình ảnh trên tấm ảnh chụp. Chúng ta chưa thể tạo ra một kính vật hoàn hảo, không có sai sót. Sai sót lớn nhất mà trong công tác đo ảnh chúng ta cần quan tâm đến là sai số méo hình.

c. Sai số độ cong Trái đất

Độ cong quả đất gây nên sự xô dịch vị trí điểm ảnh theo bán kính vector r được tính theo công thức:

$$\delta_r = -\frac{r^3}{2R} \frac{H}{f_k^2} \quad (2.4)$$

Trong đó:

H: độ cao bay chụp;

R: bán kính Trái Đất;

r: khoảng cách trên tấm ảnh từ điểm đáy ảnh đến điểm cần xác định;

f_k : tiêu cự của máy ảnh.

Sai lệch đó ảnh hưởng tới tọa độ y của điểm ảnh:

$$\delta y = -\delta r \cdot \sin\theta = -y \frac{\delta r}{r} \quad (2.5)$$

Thị sai dọc của mô hình lập thể:

$$q_i = \delta y_{2i} - \delta y_{1i} = -y \left(\frac{\delta r_{2i}}{r_{2i}} - \frac{\delta r_{1i}}{r_{1i}} \right) \quad (2.6)$$

Đối với các điểm phân bố chuẩn sẽ có các giá trị:

$$\delta r_{23} = \delta r_{25} = \delta r_{14} = \delta r_{15} = \delta r_2; \quad \delta r_{13} = \delta r_{15} = \delta r_{24} = \delta r_{26} = \delta r_1;$$

$$r_{23} = r_{25} = r_{14} = r_{16} = \sqrt{a^2 + b^2}; \quad r_{13} = r_{15} = r_{24} = r_{26} = a;$$

$$y_{11} = y_{12} = y_{22} = y_{21} = 0; \quad y_{13} = y_{15} = y_{24} = y_{26} = a;$$

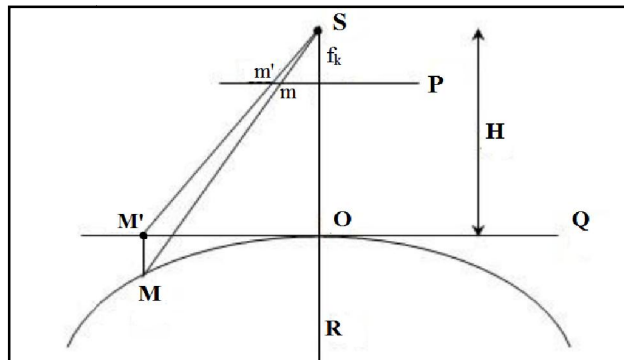
$$q_1 = q_2 = 0; \quad -q_3 = q_4 = q_5 = -q_6 = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \delta r_2 - \delta r_1 = q_R;$$

Như vậy:

$$dby = d\Delta\kappa = d\Delta\omega = 0; \quad d\Delta\varphi = \frac{2f_k}{ab} q_R; \quad d\Delta\nu = \frac{f_k}{ab} q_R;$$

Có nghĩa là: Độ cong quả đất là nguồn gốc phát sinh sai số của các góc định hướng tương đối $\Delta\varphi$; $\Delta\nu$ và sai số $d\Delta\nu$ lớn gấp 2 lần $d\Delta\varphi$.

Khi bay chụp ảnh, phương di chuyển của máy bay thường chọn vuông góc với phương dây dọi, mặt tham chiếu của tấm ảnh là mặt phẳng, trong khi bề mặt đất nằm trên bề mặt cong. Do đó, khi chiếu ảnh các địa vật lên mặt phẳng ảnh, vị trí các địa vật trên ảnh sẽ bị lệch đi do ảnh hưởng của bề mặt cong quả đất.



HÌNH 2.11. ẢNH HƯỞNG ĐỘ CONG TRÁI ĐẤT ĐẾN VỊ TRÍ ĐIỂM

Trong đó:

S: tâm chụp ảnh; f_k : tiêu cự máy chụp ảnh;

P: mặt phẳng ảnh; Q: mặt phẳng nằm ngang;

H: chiều cao bay chụp ảnh.

Trong phép chiếu ảnh, điểm địa vật M trên mặt đất khi chụp ảnh có ảnh là điểm m trên ảnh P.

Nhưng nếu chiếu điểm M lên mặt phẳng ngang Q được M', ảnh của M' trên ảnh P là điểm m', hai điểm ảnh m và m' ở hai vị trí khác nhau chính là do điểm M nằm trên bề mặt cong của Trái Đất.

Đoạn thẳng mm' chính là sai số dịch vị trí điểm ảnh do ảnh hưởng của độ cong Trái Đất.

Ta có:

$$mm' = \frac{r^3 H}{2Rf_k^2} \quad (2.7)$$

Trong đó:

r: khoảng cách từ điểm ảnh m đến điểm chính ảnh;

R: bán kính cong của bề mặt đất.

d. Sai số chiết quang khí quyển

Khí quyển là môi trường truyền sáng không đồng nhất, tính chiết quang của khí quyển rất phức tạp vì nó chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như: nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, bụi... Vì vậy, tia sáng truyền đi trong khí quyển không phải là một đường thẳng, điều này gây ra sự biến dạng của phép chiếu xuyên tâm và làm cho tọa độ của điểm ảnh bị biến đổi đi một lượng nào đó.

Đối với công tác chụp ảnh phục vụ cho công tác đo vẽ địa hình, với máy móc và trang thiết bị chụp ảnh hiện nay, độ cao bay chụp thường không vượt quá 11 km, thì sai số do ảnh hưởng của chiết quang khí quyển là:

$$\delta r = 1,15 \cdot 10^{-11} \cdot H \cdot r \cdot \left(1 + \frac{r^2}{f_k^2}\right) [1 - 0,035 \cdot (3 \cdot H_0 - H)] \quad (2.8)$$

Trong đó:

f_k : tiêu cự máy chụp ảnh;

r : khoảng cách đo được từ điểm ảnh đến điểm cần xác định (mm);

H_0 : độ cao tuyệt đối của máy bay (km);

H : độ cao bay chụp của điểm đang khảo sát (km).

e. Sai số chênh cao địa hình

Bề mặt địa hình không phải là một mặt phẳng mà có độ lồi lõm, nên hình ảnh của nó trên mặt phẳng sẽ bị biến dạng (tính chất của phép chiếu xuyên tâm). Hình ảnh của các điểm trên bề mặt địa hình bị xô dịch không giống nhau về độ lớn và hướng nếu chúng không nằm trên một mặt phẳng.

Sự xô dịch điểm ảnh do độ chênh cao địa hình gây ra được xác định theo công thức:

$$\delta r_h = \frac{hr'}{H} \quad (2.9)$$

Trong đó:

h : độ cao của điểm so với mặt phẳng trung bình khu đo (km);

r' : bán kính hướng tâm của điểm ảnh (mm);

H : độ cao bay chụp trung bình (km).

Sai số này không gây ảnh hưởng trong đo ảnh lập thể.

f. Sai số trong đo ảnh

❖ Sai số máy móc

Trạm đo là hệ thống đo ảnh dạng số, nên việc giải bài toán giao hội thuận và nghịch của đo ảnh được xem là chặt chẽ và không có sai số. Vì vậy sai số máy móc ở đây là sai số cấu trúc đo đạc trên mô hình lập thể.

Mô hình lập thể hiện trên màn hình máy tính được dựng trên thể thức nháy 1/60 giây giữa ảnh trái và ảnh phải nên không ổn định, không có độ sâu lập thể bằng các mô hình lập thể dựng trên máy quang cơ hay giải tích. Hơn nữa tiêu đo

dùng để đo đạc trên các trạm ảnh số là rất lớn từ đó có thể dẫn tới sai số đo đạc. Các pixel sắp xếp trên CCD có độ chính xác rất cao, sai số không quá 1 μ m.

❖ Sai số số liệu gốc

Sai số số liệu gốc trong đo ảnh mang tính đặc thù riêng. Khi đo vẽ trên hình lập thể, các điểm khống chế là cơ sở cho việc định hướng mô hình. Do đó, ngoài sai số số liệu trắc địa ngoại nghiệp hay tầng dày nội nghiệp còn mang sai số của quá trình đo đạc của các điểm khống chế này trên mô hình lập thể. Ảnh hưởng của sai số số liệu gốc đến độ cao bao gồm ba nguồn sai số:

- Sai số của bản thân số liệu,
- Sai số cắt lập thể tại điểm khống chế,
- Sai số do tỷ lệ mô hình.

Trong đo ảnh lập thể sai số độ cao của các điểm khống chế trong quá trình định hướng là một tập hợp của 3 nguồn sai số sau:

$$m_{ZKC} = \pm \sqrt{m_{Z1}^2 + m_{Z2}^2 + m_{Z3}^2} \quad (2.10)$$

Trong đó:

m_{ZKC} : sai số điểm khống chế.

m_{Z1} : SSTP của bản thân số liệu điểm khống chế.

m_{Z2} : SSTP cắt lập thể tại điểm khống chế lúc định hướng.

m_{Z3} : SSTP do sai số tỷ lệ mô hình gây ra.

m_{Z2}, m_{Z3} : có thể được xác định như sau:

$$m_{Z2} = \pm \frac{H}{P} m_{\Delta P}$$

$$m_{Z2} = \pm \frac{H}{l} m_X \cdot \sqrt{2} \quad (2.11)$$

Trong đó:

H: độ cao bay chụp;

P: giá trị thị sai ngang;

l: khoảng cách giữa 2 điểm khống chế trên ảnh;

$m_{\Delta P}, m_X$: SSTP đo hiệu thị sai ngang và đo toạ độ ảnh.

Để tính được sai số số liệu gốc ảnh hưởng đến độ cao trên mô hình ta xuất phát từ công thức tính sai số đo cao:

$$m_Z = \pm \sqrt{m_{Z'}^2 + m_{LT}^2} \quad (2.12)$$

Trong đó:

m_{LT} : là sai số đo vẽ lập thể;

$m_{Z'}$: ảnh hưởng của sai số điểm khống chế lên toàn bộ mô hình sau định hướng được tính như sau:

$$m_{Z'} = \pm m_{ZKC} \cdot \sqrt{\frac{5}{3n}}$$

Với n là số điểm khống chế tham gia định hướng mô hình $n \geq 3$.

Nếu cho rằng ảnh hưởng của điểm khống chế không lớn hơn 1/3 ảnh hưởng của đo vẽ lập thể thì ta có thể xác định được:

$$m_{Z'} = \frac{m_Z}{2}$$

Từ đó ta có thể xác định được sai số điểm khống chế ảnh hưởng đến độ cao trên mô hình là:

$$m_{ZKC} = \pm m_Z \cdot \sqrt{\frac{3n}{20}} \quad (2.13)$$

Trên cơ sở hạn sai cho phép so với mỗi loại bản đồ cụ thể là m_Z ,

Theo (2.13) tìm được ảnh hưởng của điểm khống chế m_{ZKC} .

Sai số tọa độ điểm vật trên mô hình được thông qua sai số số liệu gốc và sai số nhận dạng điểm đó trên ảnh:

$$m_{xy} = \pm \sqrt{m_{xy'}^2 + \frac{m_{tr}^2}{k}} \quad (2.14)$$

Trong đó:

$m_{xy'}$: sai số vị trí điểm khống chế trên toàn bộ mô hình;

m_{tr} : SSTP làm trùng tiêu đo với điểm địa vật; k : hệ số chuyển đổi từ tỷ lệ ảnh sang tỷ lệ bản đồ;

m_{xy} : SSTP về vị trí do sai số của điểm khống chế ảnh hưởng lên toàn bộ mô hình được xác định như sau:

$$m_{xy'} = \pm m_{X,YKC} \cdot \sqrt{\frac{4}{3n}} \quad (2.15)$$

Trong đó:

n : số điểm khống chế dùng quy tỷ lệ ($n \geq 2$);

$m_{xy'}$: SSTP về vị trí do sai số cắt điểm khống chế ảnh hưởng lên toàn bộ mô hình;

$m_{X,YKC}$: sai số vị trí điểm khống chế lên toàn bộ mô hình lập thể.

Theo công thức tính SSTP độ cao quy tỷ lệ:

$$m_{Z3} = \frac{H}{l} \cdot m\sqrt{2} \quad (2.16)$$

thì sai số vị trí điểm ảnh hưởng đến độ chính xác về độ cao. Do vậy, nếu ảnh hưởng của sai số vị trí điểm khống chế $m_{X,Y} \leq \pm 0.01$ mm thì sẽ thỏa mãn độ chính xác của độ cao điểm mô hình. Điều này đòi hỏi việc xác định vị trí điểm khống chế trên ảnh phải được tiến hành hết sức nghiêm ngặt.

Như vậy trong cả hai trường hợp sai số số liệu gốc ảnh hưởng đến độ cao và mặt phẳng đều nhân mạnh tầm quan trọng của sai số nhận dạng điểm khống chế trên mô hình lập thể (sai số cắt lập thể và sai số làm trùng tiêu trên điểm khống chế) ảnh hưởng rất lớn đến sai số độ cao trên mô hình. Do đó để giảm tối thiểu sai số này cần phải đánh dấu, hay châm chích rõ ràng và chính xác điểm khống chế trên ảnh. Khi tiến hành đo đạc cần phóng to hình ảnh điểm khống chế lên đến mức lớn nhất có thể.

g. Sai số của phương pháp

Trong phương pháp tạo DEM tự động, cơ sở kỹ thuật chủ yếu là thuật toán khớp ảnh. Độ chính xác khớp ảnh có thể đạt từ 0,15 pixel tùy theo thuật toán, vì ở giai đoạn này các nguyên tố định hướng ngoài và tọa độ tâm chụp đã được xác định. Với một số lượng lớn các điểm đo dư cho phép phát hiện các sai số thô và biết được các đặc trưng của địa hình. Nếu như các điểm đo đều khá chính xác thì chất lượng của DEM tăng lên đáng kể. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp DEM thường không chính xác và đòi hỏi phải chỉnh sửa rất nhiều. Hơn nữa với tỷ lệ ảnh

chụp lớn thì các phần mềm tự động tạo DEM khó bỏ qua các điểm đo trên nóc nhà và trên cây. Quá trình thành lập DEM còn phụ thuộc nhiều vào các yếu tố đặc trưng của địa hình. Trong nhiều trường hợp do địa hình có tính phức tạp nên khả năng khớp tự động chưa thể giải quyết triệt để, cần phải có sự trợ giúp của con người là điều tất yếu.

Phương pháp tạo DEM thủ công vẫn được áp dụng rộng rãi. Độ chính xác khi đo trên mô hình phụ thuộc vào khả năng của người đo và lượng điểm tối thiểu được đo trên mô hình. Nguyên tắc điểm tối thiểu này bao hàm các điểm đo cần phải đạt độ chính xác tối đa và các đường đặc trưng địa hình có một ý nghĩa rất quan trọng cho độ chính xác của DEM. Độ chính xác của mô hình số địa hình phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố:

- + Chất lượng hình ảnh;
- + Độ chính xác đo và mức độ chi tiết các yếu tố đặc trưng địa hình;
- + Khoảng cách giữa các điểm đo mắt lưới;
- + Khả năng đo vẽ của con người.

Trên thực tế hiện nay các đơn vị sản xuất thường tạo DEM bằng cách kết hợp các phương pháp đo vẽ các đường đặc trưng của địa hình, đo điểm tự động (đối với địa hình không phức tạp), đo vẽ trên mô hình (đối với địa hình phức tạp). Phương pháp này nhanh mà vẫn đảm bảo độ chính xác trong quy phạm.

Trong phương pháp thành lập bản đồ địa hình bằng máy chụp ảnh số phổ thông sai số phương pháp còn liên quan đến việc kiểm định máy chụp ảnh và quá trình bảo toàn các yếu tố định hướng trong suốt quá trình chụp ảnh.

Sai số phương pháp còn liên quan đến kỹ thuật xử lý ảnh số trên trạm ảnh số như: tái chia mẫu, khớp điểm tự động, xây dựng DEM, nội suy đường đồng mức.

2.1.7. Ứng dụng của UAV

Thiết bị bay không người lái (drones) trước đây là các thiết bị chủ yếu được ứng dụng trong lĩnh vực quân sự. Tuy nhiên, trong làn sóng của cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 với việc ứng dụng các tiến bộ mới về công nghệ thông tin và truyền thông vào các lĩnh vực công nghiệp truyền thống đang diễn ra mạnh mẽ, thì

drones đang dần trở nên phổ biến hơn, và được sử dụng rộng rãi hơn cho các mục đích dân sự, đặc biệt là trong các lĩnh vực công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, truyền hình, cũng như các ứng dụng khoa học thuộc lĩnh vực địa kỹ thuật không gian.

Sau đây là những ứng dụng của loại phương tiện này:

a. Ứng dụng trong nông nghiệp

Việc ứng dụng thiết bị bay không người lái trong nông nghiệp ở Việt Nam vẫn còn khá mới mẻ do việc canh tác trên đồng ruộng vẫn còn nhỏ lẻ và thiếu sự tập trung. Tuy nhiên, trong trường hợp canh tác trên diện tích lớn, vài trăm héc ta trở lên chẳng hạn, việc theo dõi, kiểm tra sự phát triển của cây trồng không phải lúc nào cũng dễ dàng. Đặc biệt với những cây trồng có chiều cao ngang hoặc hơn đầu người, công việc còn phức tạp hơn bởi lẽ người nông dân đi vòng ngoài khó quan sát hết được tình hình phát triển thực tế của cây trồng bên trong.

Thực tế ứng dụng UAV trong nông nghiệp đã thay thế con người trong các công việc phun thuốc bảo vệ thực vật, gieo hạt, bón phân, trợ giúp người nông dân theo dõi sự phát triển cây trồng, phát hiện và quản lý dịch hại...

b. Ứng dụng trong lĩnh vực y tế

Trên thế giới hiện có hơn 1 tỷ người sống ở những nơi thiếu đường giao thông, việc vận chuyển các phương tiện y tế, chăm sóc sức khỏe cho nhóm người này gặp nhiều khó khăn. Công ty Matternet của Mỹ đã phát triển mạng lưới các máy bay không người lái tin cậy, để hoạt động cho các tổ chức như “Bác sĩ không biên giới”, cho các cơ quan tài trợ để cung cấp hậu cần, y tế khẩn cấp trong thời gian nhanh nhất.

c. Ứng dụng trong lĩnh vực cứu hộ

Tại những nơi có địa hình núi cao hiểm trở hoặc thiên tai bị tách biệt với thế giới, vai trò của Drone là tiếp tế thức ăn, thuốc men, vật dụng cần thiết cho những người gặp nạn.

Đặc biệt trong công tác cứu hộ, cứu nạn, sản phẩm thông minh này có thể dùng để tìm kiếm người mất tích tại nơi nguy hiểm. Các chuyên gia kỳ vọng drone

còn có thể theo sát hành trình của những nhà leo núi, thám hiểm. Trong trường hợp tai nạn, chúng có thể tự truyền tín hiệu cầu cứu và tọa độ chính xác của nạn nhân, tới đội cứu hộ địa phương.

Hay khi phát sinh sự cố bất ngờ, một người sắp chết đuối giữa biển, nếu chờ tàu cứu nạn đến sẽ phải mất một khoảng thời gian và có khi không kịp thời cứu sống được người gặp nạn. Khi đó một chiếc drone được điều khiển mang theo phao cứu sinh sẽ là giải pháp tiết kiệm thời gian hơn rất nhiều.

d. Ứng dụng trong công tác phòng cháy, chữa cháy

Việc ứng dụng drone cũng cho thấy nhiều tiềm năng trong lĩnh vực phòng cháy chữa cháy (PCCC). Thực tế cuộc sống chỉ ra rằng có không ít đám cháy, tưởng đã dập tắt, nhưng sau đó lại bùng lên, thậm chí cháy mạnh hơn. Lý do là sau lần chữa cháy đầu tiên, hiện trường vẫn còn những ổ nhiệt, tuy không phát lửa nhưng sẵn sàng cháy khi gặp điều kiện thích hợp. Để đề phòng tái cháy, việc sử dụng drone gắn camera nhiệt có thể giúp phát hiện ra những ổ nhiệt để xử lý tận gốc.

Việc sử dụng drone kết hợp camera quan sát cũng đem lại nhiều thông tin hữu ích trong và sau quá trình xử lý đám cháy. Trong quá trình chữa cháy, đặc biệt tại các công trình cao tầng, nơi con người khó tiếp cận nguồn cháy, thông tin từ camera đưa về có thể giúp đơn vị PCCC xác định rõ đâu là điểm trọng tâm cần xử lý cũng như quan sát được bức tranh toàn cảnh. Nhờ vậy, việc chữa cháy hiệu quả hơn. Sau cùng, những hình ảnh ghi lại từ camera trong quá trình chữa cháy có thể giúp đơn vị liên quan xem lại và rút ra những bài học thiết thực.

e. Ứng dụng trong công tác kiểm tra, quản lý các công trình hạ tầng, xây dựng

Ngày nay chúng ta nghe nhiều đến năng lượng xanh. Nổi bật trong số đó là năng lượng gió và mặt trời. Với năng lượng gió, mỗi turbin gió cao đến vài chục mét; ví dụ như turbin tại nhà máy điện gió Bạc Liêu cao đến 80 mét. Việc kiểm tra cánh quạt hay các chi tiết trên cao, trong một số trường hợp, cần phải cho turbin ngưng hoạt động và đưa nhân viên lên. Cách làm này có nhược điểm nhất định.

Giờ đây, nếu dùng drone gắn camera quan sát tiếp cận điểm cần kiểm tra thì các nhược điểm trên có thể khắc phục. Hệ thống không phải ngưng hoạt động và cũng không cần thiết phải đưa người lên cao.

Câu chuyện tương tự cũng diễn ra với việc kiểm tra, kiểm định tầng mái các công trình xây dựng trên cao. Ví dụ bạn lắp hệ thống các tấm pin mặt trời trên nóc nhà chung cư. Vậy làm sao biết các tấm pin mặt trời có được lắp ngay hàng thẳng lối? Liệu quá trình lắp đặt có làm hỏng, vỡ, trầy tróc các tấm pin? Cách làm truyền thống là đưa nhân viên lên, di chuyển một vòng, chụp hình rồi báo cáo.

Nếu đưa drone vào sử dụng, thiết bị này có thể gánh bớt một phần việc cho con người. Điều này không chỉ giúp đẩy nhanh tốc độ kiểm tra mà còn giảm rủi ro cho nhân viên.

f. Ứng dụng cho lĩnh vực khảo sát thành lập bản đồ

Những chiếc UAV được trang bị phần mềm quản lý và lập kế hoạch bay cho phép người dùng bay chụp ảnh khu vực mà họ cần.

Khi UAV bay, nó sẽ tự động chụp ảnh bằng camera tích hợp cùng với hệ thống định vị toàn cầu (GPS) để lưu lại thông tin vị trí chụp.

Sau khi bay chụp, tài liệu về ảnh chụp sẽ được xử lý trên các chương trình, phần mềm chuyên dụng để tạo ra các sản phẩm bản đồ số phục vụ nhiều mục đích khác nhau tùy theo nhu cầu của người sử dụng.

Ngoài ra UAV còn được ứng dụng vào nhiều lĩnh vực khác trong đời sống xã hội như:

- Giao thức ăn nhanh, đồ tạp hóa...
- Phục vụ báo chí
- Khảo sát dàn khoan dầu khí
- Hỗ trợ tìm kiếm cứu nạn
- Giám sát động vật hoang dã
- Chống tội phạm...

Các ứng dụng liên quan đến máy bay không người lái ngày càng được sử dụng nhiều hơn trong các lĩnh vực của xã hội. Chi phí để sở hữu máy bay không

người lái giảm xuống nhanh, đã giúp cho quá trình xã hội hóa máy bay không người lái diễn ra thuận lợi. Quan trọng hơn, nhận thức cộng đồng về ứng dụng của máy bay không người lái cũng thay đổi rất nhanh.

2.2. THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH 3D BẰNG CÔNG NGHỆ UAV

2.2.1. Khái niệm và đặc trưng về bản đồ 3D

a. Khái niệm cơ bản

Hiện nay, bản đồ địa hình 3D đã được các nước trên thế giới nghiên cứu và có các ứng dụng trong thực tế. Cấu trúc của bản đồ 3D bao gồm nền địa hình, dữ liệu đồ họa của các đối tượng địa hình, dữ liệu thuộc tính gắn với dữ liệu đồ họa này và tất cả được hiển thị trong môi trường 3D theo nguyên tắc bản đồ. Các nghiên cứu lý thuyết cũng như kết quả của một số hệ thống ứng dụng thực tế cũng đã được trình bày nhưng không nhiều và chưa đầy đủ trên các tạp chí chuyên ngành hoặc trong các cuộc hội thảo quốc tế.

Có một số nhà bản đồ học đã nêu định nghĩa bản đồ 3D, Tuy nhiên, có thể hiểu khái niệm bản đồ 3D như sau: Bản đồ 3D, trước hết phải là bản đồ, phải thỏa mãn đầy đủ các đặc trưng bản chất của bản đồ; mặt khác, bản đồ 3D là mô hình số thể hiện các đối tượng nghiên cứu (địa hình, địa vật) trong hệ quy chiếu không gian với mức độ ký hiệu hóa và khái quát hóa khác nhau tùy theo mục đích sử dụng, được thể hiện đầy đủ cả 3 chiều x, y, h của đối tượng theo đặc trưng không gian của chúng.

b. Đặc điểm

- ✓ Bản đồ 3D là bản đồ số, có đầy đủ các đặc điểm đặc trưng của bản đồ truyền thống, như:
 - Bản đồ là hình ảnh thu nhỏ của một phần hay toàn bộ bề mặt Trái đất, trên cơ sở toán học xác định, bao gồm: tỷ lệ, phép chiếu, bố cục bản đồ và sai số biến dạng của bản đồ tùy theo phép chiếu được lựa chọn.
 - Các đối tượng và hiện tượng (nội dung bản đồ) được biểu thị theo một phương pháp lựa chọn và khái quát nhất định (tổng quát hoá bản đồ).

- Các đối tượng và hiện tượng được biểu thị bằng ngôn ngữ bản đồ.
- Ngoài ra, bản đồ số còn có một số đặc điểm riêng như:
- Mọi thông tin của bản đồ số được ghi ở dạng số (mã nhị phân - binary).
- Thông tin của bản đồ số được cấu trúc theo kiểu raster hoặc vector, có kèm theo topology, tổ chức thành các file bản đồ riêng, hoặc liên kết thành thư mục, được lưu trong hệ thống máy tính hoặc thiết bị ghi thông tin có khả năng đọc bằng máy tính.

- Ngoài thông tin đồ họa, bản đồ số còn chứa đựng những dữ liệu mà bản đồ truyền thống không liên kết trực tiếp được.

- Khối lượng dữ liệu lớn hơn.
- Tỷ lệ của bản đồ số mang tính điều kiện.

✓ Bản đồ 3D sẽ có rất nhiều ưu điểm. Nó có thể cung cấp cho người dùng khả năng chủ động chọn vị trí quan sát ảo trong bản đồ, cho phép nhận biết và tìm hiểu các dữ liệu không gian cũng như các thông tin thuộc tính liên quan đến các đối tượng địa hình chính xác hơn, có thể cập nhật thông tin và lưu trữ một cách an toàn.

✓ Tính trực quan

Được biểu hiện ở chỗ là bản đồ cho ta khả năng bao quát và tiếp thu nhanh chóng những yếu tố chủ yếu và quan trọng nhất của nội dung bản đồ. Một trong những tính chất ưu việt của bản đồ là khả năng bao quát, biến cái không nhìn thấy thành cái nhìn thấy được. Bản đồ tạo ra mô hình trực quan của lãnh thổ, nó phản ánh các tri thức về các đối tượng hoặc các hiện tượng được biểu thị. Bằng bản đồ, người sử dụng có thể tìm ra được những quy luật của sự phân bố các đối tượng và hiện tượng trên bề mặt trái đất.

✓ Tính đo được

Đó là tính chất quan trọng của bản đồ. Tính chất này có liên quan chặt chẽ với cơ sở toán học của nó. Căn cứ vào tỷ lệ và phép chiếu của bản đồ, căn cứ vào các thang bậc của các ký hiệu quy ước, người ta sử dụng bản đồ có khả năng xác định được rất nhiều các trị số khác nhau như: toạ độ, biên độ, độ dài, khoảng cách, diện

tích, thể tích, góc, phương hướng và nhiều trị số khác. Chính do có tính chất này mà bản đồ được dùng làm cơ sở để xây dựng các mô hình toán học của các hiện tượng địa lý và để giải quyết nhiều vấn đề khoa học và thực tiễn sản xuất.

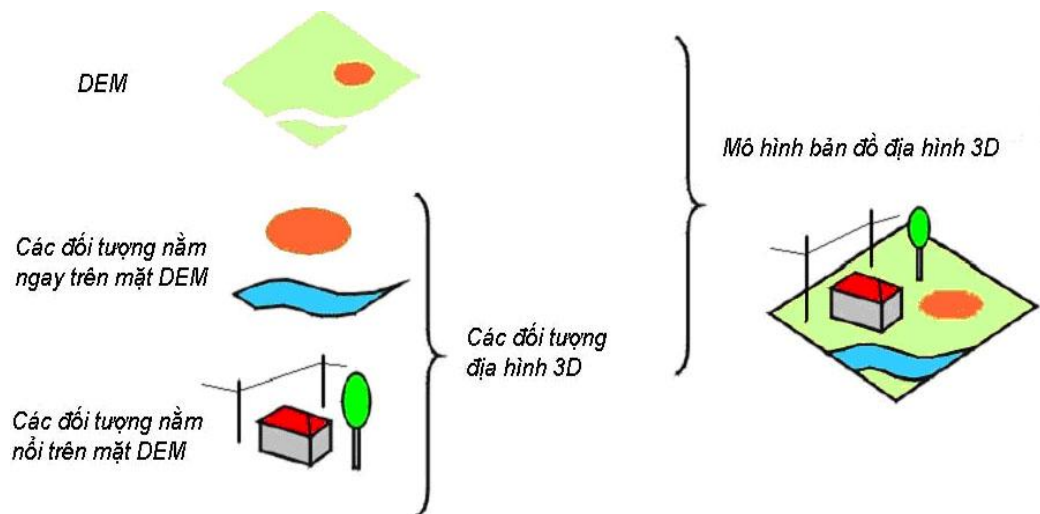
✓ Tính thông tin của bản đồ

Đó là khả năng lưu trữ và truyền đạt cho người đọc những tin tức khác nhau về các đối tượng và các hiện tượng.

2.2.2. Cấu trúc và các đối tượng trên bản đồ 3D

a. Cấu trúc

Cấu trúc cơ bản của Bản đồ không gian ba chiều (Mô hình địa hình 3D) được thể hiện bao gồm 2 thành phần chính là mô hình số độ cao DEM và các đối tượng địa lý trên đó.



HÌNH 2.12. CÁC NỘI DUNG CHÍNH CỦA MÔ HÌNH BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH 3D

Mô hình độ cao DEM: được xây dựng chủ yếu từ nguồn bản đồ địa hình do vậy cần tiến hành đo vẽ bổ sung trên trạm đo vẽ ảnh số các đối tượng như: đường bình độ khoảng cao đều 5m, 2.5m, các điểm độ cao chi tiết, các đường mô tả địa hình để thể hiện chi tiết các biến đổi địa hình, các mặt sườn, vách trượt, các bờ xẻ, các đứt gãy địa hình, ...

b. Các đối tượng địa hình 3D

- Các đối tượng nằm ngay trên bề mặt DEM: Nhóm đối tượng này bao gồm các đối tượng dạng đường, vùng, điểm không có thể tích nằm ngay trên bề mặt DEM như đường giao thông, bãi cỏ, điểm khống chế...

- Các đối tượng nằm nổi trên bề mặt DEM: Nhóm này bao gồm nhà, các công trình xây dựng, tường rào, các loại dây dẫn, các đối tượng thực vật... có chiều cao tương đối lớn so với bề mặt DEM.

c. Các đối tượng hiển thị

Các đối tượng nằm ngay trên mặt DEM dạng đường như sông, suối, đường giao thông, dạng điểm như các điểm khống chế có thể được mô tả bằng các dữ liệu 2D hoặc 3D. Đối với dữ liệu 3D chúng có thể được thể hiện độc lập và chính xác vị trí của mình trong môi trường không gian ba chiều, không phụ thuộc vào dữ liệu DEM làm nền cho chúng. Trường hợp nếu các đối tượng này chỉ có tọa độ X, Y chúng cũng có thể được bổ sung tọa độ Z từ mô hình DEM bằng một phép chiếu vuông góc đơn giản. Các đối tượng dạng vùng như các bãi cát, bãi cỏ, sân, ... thường chỉ có tọa độ X, Y. Để thể hiện trong không gian ba chiều chúng sẽ được đẩy lên mặt DEM và được thể hiện bằng các ký hiệu tương ứng.

Các đối tượng nằm nổi trên mặt DEM có độ cao riêng gồm nhóm các đối tượng dạng vùng như nhà và các công trình xây dựng, các đối tượng dạng đường như hàng rào, tường vây, các loại đường dây truyền tải, các đối tượng dạng điểm như cột điện, cây cối. Các đối tượng này có cấu trúc phức tạp hơn. Để mô tả chúng ngoài tọa độ X, Y cần có các giá trị độ cao: giá trị Z là độ cao của mặt DEM tại vị trí đối tượng và giá trị h là độ cao riêng của đối tượng so với mặt DEM hoặc độ cao thực H của đối tượng trong không gian ba chiều. Trên các Mô hình địa hình 3D, chi tiết của các khu đô thị, nhà và các khối nhà là nhóm đối tượng được quan tâm rất nhiều về cách thể hiện. Nhóm đối tượng này khá đa dạng về cấu trúc hình học. Chúng có thể được thể hiện chi tiết bằng các mô hình 3D thực mà mỗi nút đều mang giá trị X, Y, H hoặc được khái quát hoá ở các mức độ khác nhau phụ thuộc vào LoD (level of detail). Một cách thể hiện đơn giản là nhà được đẩy lên từ đường

viên đáy nhà nằm trên mặt DEM một khoảng bằng chiều cao riêng h của nhà thành một hình hộp.

d. Cấp độ chi tiết (LoD) của Mô hình địa hình 3D

Quá trình xây dựng Mô hình địa hình 3D có thể chia thành hai bước chính cũng tương tự như khi làm sa bàn, đầu tiên phải tạo khung, sau đó mới phủ lên trên các lớp màu và gắn thêm các đối tượng khác. Cụ thể là:

Bước 1: Xây dựng mô hình hình học (modeling) bao gồm xây dựng DEM và mô hình hoá các đối tượng địa hình 3D.

Bước 2: Hiện thị trực quan (visualisation) các đối tượng của mô hình.

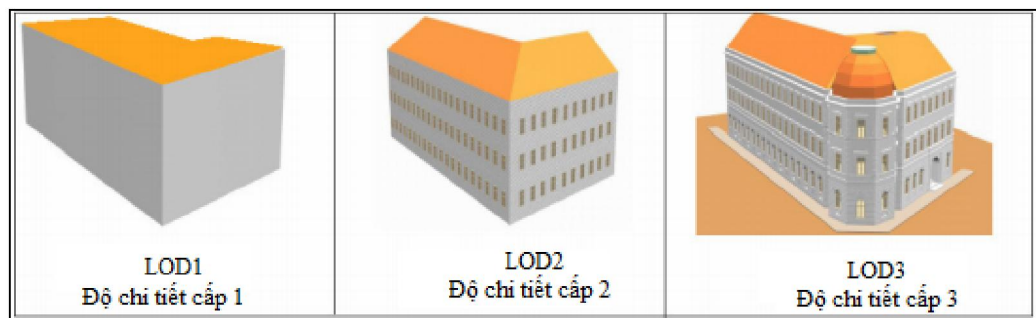
Khi thiết kế mô hình mô phỏng thế giới thực người thiết kế khó có thể xây dựng được một mô hình giống thế giới thực 100%. Câu hỏi luôn được đặt ra là các đối tượng sẽ được thể hiện giống với thực tế đến mức nào. Mô hình càng giống với thực tế thì dung tích dữ liệu càng lớn và tốc độ hiển thị càng chậm và chi phí xây dựng mô hình càng cao. Khái niệm cấp độ chi tiết: LoD - Level of Detail được đưa ra để diễn tả mức độ chi tiết, sự giống nhau giữa mô hình Mô hình địa hình 3D và thế giới thực.

Ở bước 1- xây dựng mô hình hình học, LoD sẽ quyết định độ chi tiết của các đối tượng như độ chính xác của DEM, những chi tiết nào của bề mặt đất có thể bỏ qua, những công trình kiến trúc nào phải được thể hiện và thể hiện đến mức nào, những tiểu tiết nào có thể được khái quát hoá.

Ở bước 2 - Hiện thị trực quan, LoD sẽ quyết định về mặt hình thức đối tượng sẽ được thể hiện giống với hình ảnh thực đến mức nào. Có hai xu hướng thể hiện trái ngược nhau. Một là ký hiệu hoá tối đa các đối tượng theo các nguyên tắc bản đồ: symbolisation. Hai là cố gắng thể hiện các đối tượng càng giống với hình ảnh thực càng tốt: photo-realistic. Thí dụ ở cách thứ nhất một ngôi nhà bê tông được quy định thể hiện đơn giản là một khối màu xám, ở cách thứ hai nó được chụp ảnh ở tất cả các bề mặt và các ảnh này được đính lên từng bề mặt của mô hình ngôi nhà. Người thiết kế phải chọn được một điểm dừng hợp lý giữa hai xu hướng này.

LoD áp dụng ở bước xây dựng mô hình DEM, mô hình hình học các đối tượng 3D trên DEM và ở bước hiển thị trực quan phải đồng đều.

Nhiều ý kiến cho rằng trong một Mô hình địa hình 3D lý tưởng, mỗi đối tượng phải có nhiều cách thể hiện khác nhau (multi-presentation – multiLoD) cho các mức độ chi tiết khác nhau. Một số đề xuất về LoD đã được đưa ra cho một mô hình như thế, trong đó dữ liệu được chia thành các mảnh nhỏ (tile). Ba bộ dữ liệu ở ba cấp độ chi tiết (độ chi tiết cao, trung bình và thấp) được lưu trữ cho từng mảnh nhỏ đó. Để tạo ra một hình ảnh phối cảnh của mô hình, mỗi mảnh nhỏ sẽ được thể hiện ở một cấp độ chi tiết nhất định phụ thuộc vào khoảng cách từ vị trí theo dõi đến mảnh đó. Cần phải có phương án xử lý thật tốt khi hiển thị ở khu vực ranh giới giữa hai mảnh có cấp độ chi tiết khác nhau. Một khó khăn khác khi xây dựng một mô hình như thế là dung lượng dữ liệu sẽ tăng rất nhanh cùng với số cấp độ chi tiết được lưu trữ.



HÌNH 2.13. CẤP ĐỘ CHI TIẾT LoD ĐỐI VỚI CÁC ĐỐI TƯỢNG NHÀ, KHỐI NHÀ

Mối liên hệ giữa khái niệm tỷ lệ của Mô hình địa hình 2D và LoD của Mô hình địa hình 3D có nhiều điểm tương đương. Chúng đều liên quan đến độ chính xác và mức độ khái quát hoá của các đối tượng.

Khi làm việc với dữ liệu dạng số, tỷ lệ bản đồ đầu tiên thể hiện tương quan giữa kích thước của đối tượng trong file số và trên bản in. Nhưng không chỉ như thế, dữ liệu thường được tạo ra cho một tỷ lệ nào đó và chất lượng của dữ liệu cũng phù hợp với các quy định đề ra cho loại tỷ lệ đó về độ chính xác, mức độ khái quát hoá cũng như phạm vi bao trùm của từng tờ bản đồ. Tương tự như thế đối với Mô

hình địa hình 3D, độ chi tiết, độ chính xác của DEM phải tương đồng với cách thể hiện của các đối tượng nằm trên mặt DEM.

Ở các tỷ lệ nhỏ, trên Mô hình địa hình 2D rất nhiều đối tượng được thể hiện nửa tỷ lệ hoặc phi tỷ lệ. Trên Mô hình địa hình 3D ở tỷ lệ này, độ cao riêng hay độ rộng, độ dài trên mặt phẳng ngang của các đối tượng nằm trên mặt DEM thường là không đáng kể so với độ chính xác, hay chênh cao của DEM. Người xem không có ấn tượng nhiều khi xem chúng được dựng lên trong môi trường 3D cho một khu vực rộng đúng như kích thước thực của một tờ bản đồ tỷ lệ nhỏ. Các đối tượng nổi trên mặt đất dường như nằm ép sát xuống mặt DEM. Ở các tỷ lệ lớn, chúng nổi lên và cho người khảo sát ấn tượng rõ ràng hơn.

2.2.3. Mô hình số độ cao của bản đồ 3D (DEM)

a. Mô hình số độ cao (Digital Elevation Model viết tắt là DEM)

Là mô hình số bề mặt trái đất được biểu thị dưới dạng một tập hợp hữu hạn các điểm trong không gian ba chiều thông qua quan hệ toán học. Mô hình số độ cao được xây dựng trên cơ sở đo vẽ lập thể từ ảnh hàng không. Để vẽ khái quát đảm bảo yêu cầu thể hiện địa hình, thông thường tỷ lệ mô hình lớn hơn tỷ lệ bản đồ cần thành lập khoảng ba lần. Một số khu vực địa hình cắt xẻ, bờ trọt, điểm độ cao đặc trưng của đỉnh, mặt sườn, mặt trọt... trong một số trường hợp đặc biệt (vị trí cửa khẩu, tranh chấp) các đối tượng như nhà, khối nhà ngoài việc phải vẽ các đường viền chân nhà còn đo độ cao tòa nhà để lập mô hình với sai số tương ứng với tỷ lệ bản đồ được thành lập DEM thường được thể hiện ở hai dạng TIN hoặc GRID.

b. Cấu trúc DEM dạng lưới tam giác không đều (TIN)

TIN là từ viết tắt của mạng tam giác không đều (Triangulated Irregular Networks). Đây là mô hình dạng vector, có cấu trúc topo mạng đa giác khá phức tạp, lấy điểm làm đơn vị và xét xem mỗi điểm sẽ được kết nối với các điểm liền kề nào để tạo ra tam giác. TIN là một tập hợp của các tam giác liền kề, không chồng đè, không có tam giác đảo (tam giác nằm bên trong một tam giác khác), được tạo nên từ các điểm phân bố không đồng đều với tọa độ X, Y và giá trị Z. Mô hình

TIN với cấu trúc dữ liệu dạng vector dựa trên các điểm, đường và vùng có phân bố không đồng đều và thường được chia ra thành các tập hợp điểm (masspoints) và các đường breaklines. Mô hình TIN thường được xây dựng áp dụng thuật toán Delaunay để tối ưu hoá việc thể hiện bề mặt địa hình. Ý tưởng chủ đạo của thuật toán này là tạo ra các tam giác mà xét một cách tổng thể càng có dạng gần với tam giác đều càng tốt. Nói một cách chính xác hơn thì tam giác Delaunay là tam giác thoả mãn điều kiện đường tròn ngoại tiếp bất kỳ một tam giác nào đều không chứa bên trong nó đỉnh của các tam giác khác.

Mô hình TIN khá phức tạp khi xử lý nhưng nó cũng tránh được việc lưu trữ thừa thông tin và có khả năng mô tả các biến đổi địa hình phức tạp.

c. Cấu trúc DEM dạng lưới đều (GRID)

Ở dạng này DEM còn được gọi là DEM dạng lưới ô vuông quy chuẩn hay ma trận độ cao (altitude matrix). Các điểm độ cao trong DEM dạng này được bố trí theo khoảng cách đều đặn trên hướng tọa độ X,Y để biểu diễn địa hình. Trong mô hình số độ cao dạng này tọa độ mặt phẳng của một điểm mặt đất bất kỳ có độ cao Z (Z_{ij}) được xác định theo số thứ tự (i, j) của ô lưới trên hai hướng.

DEM dạng lưới đều là một mô hình bề mặt có cấu trúc đơn giản, dễ xử lý. Độ chính xác của DEM được xác định bởi khoảng cách mắt lưới và để tăng độ chính xác phải giảm khoảng cách giữa các mắt lưới. Các đối tượng đặc trưng, chẳng hạn các đỉnh hay các đường phân thủy không thể được miêu tả chính xác hơn độ rộng của mắt lưới. Đối với các vùng bằng phẳng, không hiệu quả khi lưu trữ DEM ở dạng lưới đều, còn ở vùng độ cao biến đổi phức tạp mô hình GRID khó có thể diễn tả được các chi tiết này nếu không có giảm đáng kể về kích cỡ ô lưới.

Mỗi một dạng DEM (dạng lưới đều - GRID DEM) hay dạng tam giác không đều (TIN DEM) đều có những ưu điểm và nhược điểm nhất định. Có một số ứng dụng thì cần DEM ở dạng GRID, một số ứng dụng khác lại cho kết quả tốt hơn nếu có DEM ở dạng TIN.

d. Ứng dụng của mô hình DEM

DEM là dữ liệu đầu vào của quá trình xử lý liên quan đến độ cao. DEM phục vụ cho nhiều mục đích ứng dụng sau:

- Tính toán độ dốc
- Tính hướng dốc
- Tính mức độ lồi lõm của sườn dốc
- Tính toán khối lượng đào đắp
- Tính độ dài sườn dốc
- Phân tích địa mạo khu vực
- Xác định lưu vực và kiểu tưới tiêu nước của một khu vực.

2.2.4. Các phương pháp thành lập bản đồ 3D

Có nhiều phương pháp có thể áp dụng để thành lập bản đồ 3D: sử dụng ảnh máy bay; thành lập từ các nguồn số liệu viễn thám khác; thành lập sử dụng bản đồ địa hình 2D có sẵn hay thành lập bằng phương pháp đo đạc thực địa.

Mỗi phương pháp thành lập bản đồ 3D có các ưu điểm và nhược điểm riêng, phù hợp với các tỷ lệ hay độ chi tiết khác nhau. Việc thu thập các dữ liệu chi tiết cho bản đồ 3D rất tốn công, chỉ với một yêu cầu tăng thêm về độ chi tiết của một nhóm đối tượng có thể dẫn đến chi phí thành lập bản đồ tăng rất cao. Nên bước đầu tiên mà dù theo phương pháp thành lập nào cũng cần tiến hành là thiết kế nội dung bản đồ trong đó một trong những chi tiết quan trọng cần phải quyết định là hình thức thể hiện nhà và các công trình xây dựng trong khu dân cư. Tùy vào mục đích sử dụng, yêu cầu mà đưa ra tỷ lệ và phương pháp thành lập. Tuy nhiên có thể điểm ra các bước chính áp dụng cho mọi phương pháp thành lập bản đồ địa hình 3D như sau:

- Thiết kế nội dung: xác định nội dung, chọn lựa và quy định cách thể hiện cụ thể cho từng đối tượng bản đồ 3D của khu đo.
- Tạo dữ liệu đồ họa nền 2D tương tự như bản đồ địa hình truyền thống.
- Tạo dữ liệu 3D bằng các phương pháp đo vẽ lập thể, đo vẽ thực địa, Lidar...

- Thu thập các thông tin thuộc tính từ các nguồn tài liệu có sẵn hoặc thông qua điều vẽ ngoại nghiệp.
- Gắn kết các thông tin thuộc tính với dữ liệu đồ họa.
- Hiện thị các nội dung bản đồ 3D dựa trên nền mô hình số địa hình, các dữ liệu đồ họa 3D và các dữ liệu thuộc tính của đối tượng theo các nguyên tắc nhất

a. Phương pháp LiDar

Giải pháp công nghệ quét laser đặt trên máy bay - Airborne Laser Scanning (ALS) hay còn gọi là LIDAR phục vụ cho công tác nghiên cứu địa hình bắt đầu vào những năm thập niên 90 của kỷ nguyên XX. Dữ liệu Lidar có thể thành lập DTM với độ chính xác rất cao từ 0.15m – 0.50 m.

Với khả năng thành lập cả mô hình số địa hình (DTM) lẫn mô hình số bề mặt (DSM) công nghệ LIDAR đặc biệt tỏ ra hữu ích khi được ứng dụng tại các vùng mà các phương pháp khác tỏ ra kém hiệu quả, chẳng hạn các vùng rừng, vùng cửa sông, đụn cát, vùng đất ngập nước hay quản lý vùng bờ và đặc biệt là có mức độ chi tiết cao để thực hiện xây dựng bản đồ 3D khu vực đô thị [5]. Đặc biệt trong trường hợp cần xây dựng mô hình đô thị trong một thời gian ngắn bao gồm cả mô hình bề mặt mặt đất và cả mô hình nhà cửa với hình dạng chi tiết của mái nhà (roof shape).

b. Phương pháp đo vẽ trực tiếp thực địa

Phương pháp đo vẽ trực tiếp ngoài thực địa rất tốn kém về thời gian và kinh phí, phương pháp này đòi hỏi rất nhiều công sức của con người. Để xây dựng bản đồ 3D, người ta cần đo đạc trực tiếp ngoài thực địa các đối tượng địa hình, địa vật, cây cối, đường dây, công trình xây dựng, giao thông như đối với bản đồ 2D truyền thống. Ngoài ra còn phải trực tiếp đo độ cao cho các đối tượng này để tiến hành mô hình hóa ba chiều và gán các dữ liệu thuộc tính cho chúng. Trên thực tế, vì đòi hỏi quá nhiều thời gian và công sức nên người ta hầu như không sử dụng phương pháp này để xây dựng bản đồ 3D mà chỉ áp dụng để xác định vị trí và kích thước của một số đối tượng phục vụ cho công tác hỗ trợ cho các phương pháp khác.

c. Phương pháp đo vẽ ảnh hàng không

Tùy thuộc vào tỷ lệ bản đồ cần thành lập, chọn tỷ lệ ảnh cho phù hợp. Tiến hành đo điểm khống chế, quét phim và tăng dày; vẽ lập thể các nội dung đặc trưng địa hình như đường phân thủy, tụ thủy. Thành lập mô hình số độ địa hình DTM và bản ảnh trực giao.

Từ mô hình số địa hình DTM vừa được tạo tiến hành nội suy bình độ và độ cao của các điểm đặc trưng địa hình. Khoảng cao đều bình độ và mật độ điểm độ cao tương tự như bản đồ địa hình 2D cùng tỷ lệ. Các đối tượng dạng đường và dạng điểm này là 3D có giá trị độ cao thực. Sau đó tiến hành đo vẽ lập thể các đối tượng địa vật như nhà cửa, công trình, đường dây điện... các thông tin trên được điều tra lại tại thực địa rồi gán ảnh thực cho các công trình xây dựng và các địa vật khác.

Sau khi có các đối tượng dạng 3D, bước tiếp theo là gán thuộc tính cho các đối tượng đồ họa. Khi các dữ liệu đã được chuẩn bị sẵn sàng ở khuôn dạng cần thiết với các thuộc tính được gán đầy đủ, thực hiện hiển thị chúng trong môi trường 3D theo các nguyên tắc hiển thị các đối tượng trên bản đồ 3D như thể hiện đối tượng địa hình, các đối tượng dạng đường, dạng điểm, dạng vùng, dạng khối... Đây là một phương pháp có tính ứng dụng cao, cho phép tạo dữ liệu địa hình mới, tương đối cập nhật, thời gian thành lập ngắn và không đòi hỏi nhiều chi phí cho điều vẽ.

d. Phương pháp sử dụng bản đồ địa hình, địa chính

Dựa trên bản đồ địa hình, địa chính đã có cho một khu đo, tiến hành điều vẽ bổ sung ngoại nghiệp, xác định chiều cao của các đối tượng cần thể hiện trong môi trường 3D. Chiều cao của nhà và các công trình xây dựng có thể được suy ra từ số tầng với giả định về chiều cao đều cho mỗi tầng trong trường hợp không cần thiết phải thể hiện độ chi tiết và độ chính xác cao.

Các ghi chú trên bản đồ địa hình và trên bản điều vẽ được chuyển đổi thành dữ liệu đồ họa 3D hoặc dữ liệu thuộc tính. Các dữ liệu thuộc tính của đối tượng được đưa lên bản đồ bằng dạng text và có thể được gán tự động và dựng các đối

tượng thành bản đồ 3D. Các bước thực hiện tương tự như trong phương pháp sử dụng ảnh máy bay. Phương pháp thành lập bản đồ 3D từ bản đồ địa hình, địa chính có sẵn phù hợp với mức độ chi tiết trung bình, với chi phí thấp, thời gian thành lập ngắn.

2.2.5. Ứng dụng UAV trong công tác thành lập bản đồ 3D

Việc thành lập mô hình 3D từ dữ liệu ảnh máy bay không người lái là một trong những phương pháp mới được quan tâm nghiên cứu nhằm hỗ trợ cho các ngành, các lĩnh vực khác nhau giải quyết các nhiệm vụ cụ thể. Các lĩnh vực nghiên cứu phổ biến thường sử dụng ảnh chụp máy bay không người lái để xây dựng bản đồ và các mô hình DEM, DSM ... có thể kể đến là:

- Trong lĩnh vực nông nghiệp: người ta sử dụng dữ liệu ảnh chụp từ máy bay không người lái để thành lập các bản đồ xác định thiệt hại hoặc bản đồ các tiềm năng trong lĩnh vực nông nghiệp một cách nhanh chóng

- Trong lĩnh vực lâm nghiệp: dữ liệu ảnh máy bay không người lái được sử dụng để thành lập bản đồ phục vụ công tác đánh giá chất lượng của những khu vườn, giám sát cháy rừng, thăm thực vật, xác định loài, tính toán khối lượng, trữ lượng cũng như lâm sinh một cách chính xác

- Trong lĩnh vực khảo cổ học và kiến trúc: dữ liệu ảnh máy bay không người lái kết hợp với các dữ liệu quét mặt đất được sử dụng để thành lập mô hình 3D thể hiện các khu vực và cấu trúc nhân tạo

- Trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ: dữ liệu ảnh máy bay không người lái được sử dụng nhiều để lập các bản đồ giao thông, bản đồ địa hình, địa chính, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, thành lập mô hình số độ cao, mô hình số bề mặt,...

Việc sử dụng các thiết bị UAV giúp ta có thể nhanh chóng thu được những hình ảnh phục vụ cho việc đánh giá tác động sớm và lập kế hoạch giải cứu, hỗ trợ một cách chính xác và hiệu quả hơn.

2.2.6. Các quy định về cơ sở toán học và độ chính xác của bản đồ 3D

Theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường, hệ tọa độ VN 2000 được áp dụng cho khối bản đồ địa hình. Việc chọn lựa cơ sở toán học cho Mô hình địa hình

3D phải thống nhất với các quy định về cơ sở toán học đang được sử dụng cho Mô hình địa hình 2D cùng loại để đảm bảo tính thống nhất của các khối dữ liệu tương đồng, tăng hiệu quả sử dụng của dữ liệu. Cơ sở toán học của Mô hình địa hình 3D phải tuân theo quy định như đối với Mô hình địa hình 2D tỷ lệ tương ứng tại Thông tư 973/2001/TT TCĐC về “Hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN-2000”.

Mô hình địa hình 3D cũng được thành lập theo từng mảnh với kích thước và cách chia mảnh giống như Mô hình địa hình 2D. Phiên hiệu cũng lấy theo đúng như phiên hiệu của Mô hình địa hình 2D. Khung, các ghi chú ngoài khung, các ghi chú tọa độ địa lý và tọa độ vuông góc trên khung được tạo theo đúng mẫu Mô hình địa hình 2D.

Độ chính xác của Mô hình địa hình 3D bao gồm: độ chính xác về vị trí mặt phẳng của đối tượng, độ chính xác của bề mặt DEM và độ chính xác xác định độ cao riêng của các đối tượng nằm nổi trên mặt DEM. Nói chung, dữ liệu của Mô hình địa hình 3D được xây dựng với yêu cầu về độ chính xác như đối với Mô hình địa hình 2D tỷ lệ tương ứng.

CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ 1/500 BẰNG CÔNG NGHỆ UAV

3.1. TỔNG QUAN VỀ KHU VỰC THỰC NGHIỆM

3.1.1. Giới thiệu về khu vực đo

Khu vực thực nghiệm được lựa chọn để phục vụ dự án đầu tư xây dựng công trình “Đường nối TP. Thanh Hóa với Cảng hàng không Thọ Xuân” được HĐND tỉnh Thanh Hóa khóa XVII nhiệm kỳ 2016-2021 quyết nghị chủ trương đầu tư, dự án gồm 3 đoạn với tổng chiều dài là 34,334Km. Chủ đầu tư là Sở Giao thông vận tải tỉnh Thanh Hóa, tuyến đường này đi qua khu vực TP. Thanh Hóa và các huyện Đông Sơn, Triệu Sơn, Như Thanh, Thọ Xuân (Thanh Hóa). Cụ thể là:

- Đoạn 1 từ điểm đầu Ngã ba Nhồi (phường An Hưng, TP. Thanh Hóa) tới điểm cuối tại nút giao cầu Nỏ Hên, giao với đường từ Cảng hàng không Thọ Xuân đi Khu kinh tế Nghi Sơn thuộc xã Đồng Lợi (huyện Triệu Sơn), với tổng chiều dài là 11,223km.



HÌNH 3.1. VỊ TRÍ DỰ ÁN

- Đoạn 2 từ điểm giao cầu Nỏ Hên tới điểm cuối tại nút giao ĐT.514 thuộc xã Hợp Thành (huyện Triệu Sơn) có chiều dài 12,113km.

- Đoạn 3 từ nút giao ĐT.514 tới điểm cuối tại nút giao QL47 với đường vào cảng hàng không Thọ Xuân thuộc xã Xuân Thắng (huyện Thọ Xuân) có chiều dài 10,998km.

3.1.2. Mục tiêu và các nhiệm vụ của dự án

a. Mục tiêu dự án

Hiện nay, việc lưu thông từ TP. Thanh Hóa đến Cảng hàng không quốc tế Thọ Xuân chủ yếu đi theo tuyến QL47. Tuyến đường này có 2 làn xe cơ giới và 2 làn xe thô sơ, lại qua các khu dân cư, tốc độ lưu thông hạn chế nên chưa đáp ứng được nhu cầu vận tải ngày càng tăng.

Trong khi đó, Cảng hàng không Thọ Xuân đưa vào khai thác sử dụng năm 2013 cho đến nay, lưu lượng giao thông từ TP. Thanh Hóa đi Cảng hàng không Thọ Xuân tăng đột biến (năm 2019 đạt 1 triệu lượt khách). Bộ Giao thông vận tải cũng đã phê duyệt điều chỉnh quy hoạch Cảng hàng không Thọ Xuân thành cảng quốc tế thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 với công suất lên tới 5 triệu khách/năm và 27.000 tấn hàng hóa/năm.

Do vậy, việc đầu tư tuyến đường đường nối TP. Thanh Hóa với Cảng hàng không Thọ Xuân nhằm đáp ứng nhu cầu vận tải trong tương lai, tạo điều kiện phát triển kinh tế xã hội, tạo thành một trục giao thông hiện đại, xuyên suốt kết nối TP. Thanh Hóa với Cảng hàng không quốc tế Thọ Xuân. Trong tương lai khi mở rộng hoàn chỉnh theo quy hoạch các tuyến Đại lộ Lê Lợi và Đại lộ Nam Sông Mã sẽ kết nối thành một trục đường chính liên thông các trung tâm lớn TP. Sầm Sơn – TP. Thanh Hóa – Cảng hàng không quốc tế Thọ Xuân – Khu kinh tế Nghi Sơn.

b. Quy mô dự án

Đường cấp III đồng bằng, vận tốc thiết kế: $V_{tt} = 80\text{km/h}$. Quy mô mặt cắt ngang:

Bề rộng nền đường: $B_{nền} = 41,0\text{m}$

Bề rộng mặt đường gồm 4 làn xe cơ giới: $B_{mặt} = 4 \times 3,75\text{m}$.

Bề rộng mặt đường làn xe thô sơ, xe máy:	$B_{\text{mặt}} = 2 \times 3,0\text{m}$
Bề rộng dải phân cách giữa:	$B_{\text{gpc}} = 18,0\text{m}$
Bề rộng dải an toàn:	$B_{\text{gat}} = 2 \times 0,5\text{m}$
Bề rộng lề đường:	$B_{\text{lề}} = 2 \times 0,5\text{m}$

3.1.3. Các nhiệm vụ khảo sát thành lập bản đồ địa hình

- Kiểm tra lại hệ thống mốc lưới mặt bằng và độ cao (DC2, GPS hạng IV) đã thành lập ở bước lập báo cáo nghiên cứu khả thi, xác định độ sai lệch, trôi lún, mất mốc (nếu có) làm cơ sở để chuẩn xác lại phục vụ công tác khảo sát thành lập bản đồ địa hình.
- Đo vẽ bình đồ tuyến tỷ lệ 1/500, tính từ tim tuyến ra hai bên 50m.
- Đo vẽ bình đồ nút giao tỷ lệ 1/500, chiều dài 200m, chiều rộng 100m các nhánh giao.

3.2. CÔNG TÁC BAY CHỤP VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU TẠI KHU VỰC DỰ ÁN

3.2.1. Chuẩn bị và thiết kế ca bay

a. Công tác chuẩn bị

Xem xét các quy định, quy phạm trong thành lập bản đồ địa hình với các đặc điểm địa lý, kinh tế - xã hội của khu vực thành lập bản đồ;

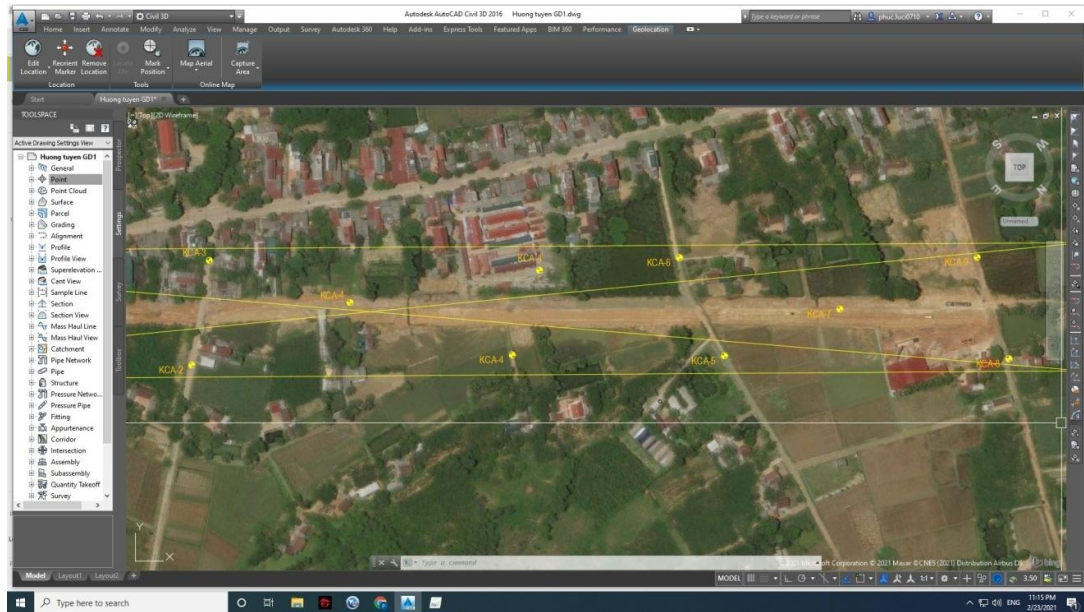
Chuẩn bị các công việc phục vụ cho việc bay chụp:

- + Liên hệ với các cơ quan nhà nước, chính quyền địa phương làm thủ tục và xin giấy phép bay;
- + Chuẩn bị số liệu tọa độ, độ cao các điểm khống chế các cấp;
- + Khảo sát khu đo, chọn vị trí cất hạ cánh: Vị trí cất hạ cánh là các bãi trống trong khu vực đảm bảo cách xa khu dân cư, các công trình nhà cao tầng, các cột phát sóng...
- + Chuẩn bị và kiểm tra các thiết bị máy và phương tiện phục vụ công tác bay chụp ảnh.

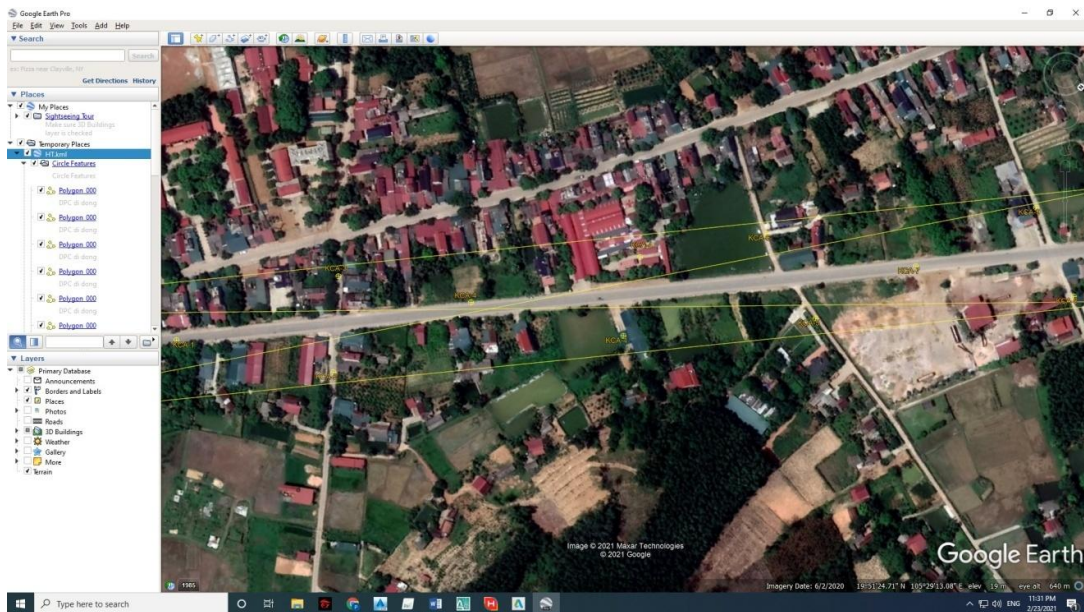
b. Thiết kế ca bay

Từ hướng tuyến đã được phê duyệt tại bước Lập báo cáo nghiên cứu khả thi, xác định khu vực cần thu thập dữ liệu bằng phần mềm Civil-3D. Xác định rõ chiều cao bay và độ chông chéo của ảnh, từ đó tính toán số ca bay dựa trên thời lượng pin/1 ca (trung bình 20p/1ca bay đối với Phantom 4). Xác định sơ bộ vị trí các

điểm khống chế ảnh và điểm kiểm tra. Sau đó chuyển lên Google Earth bằng phần mềm HH Map2019 và sử dụng để định vị bằng điện thoại tại hiện trường



HÌNH 3.2. THIẾT KẾ CA BAY VÀ ĐIỂM KHỐNG CHẾ ẢNH TRÊN Civil-3D



HÌNH 3.3. ĐƯA VÙNG BAY VÀ ĐIỂM KHỐNG CHẾ ẢNH SƠ BỘ LÊN GG Earth

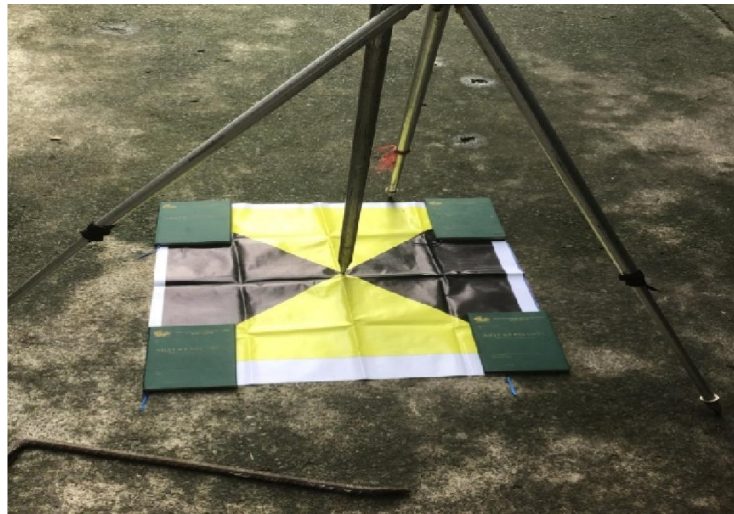
c. Bố trí và đo điểm khống chế ảnh

Từ vị trí điểm khống chế ảnh sơ bộ và các điểm kiểm tra đã đưa lên Google earth, tại thực địa vị chỉnh lại để bố trí tại các vị trí thông thoáng không bị che phủ nhằm mục đích cho việc chụp ảnh rõ nét cũng như đo điểm khống chế được chính

xác nhất. Số lượng điểm và phương án bố trí điểm khống chế ảnh phụ thuộc vào độ chính xác cần đạt được của điểm khống chế để phục vụ cho nhiệm vụ đo vẽ cụ thể.

Cụ thể, cứ 100m ~ 150m theo chiều dài tuyến bố trí 2 điểm khống chế ảnh đối xứng nhau và 1 điểm kiểm tra (1~1.5 ha)

Đo lưới khống chế ảnh được thực hiện bằng máy toàn đạc điện tử kết hợp cùng với máy thu Comnav-T300Plus. Các điểm khống chế ảnh được phát triển từ hệ thống lưới GPS hạng IV và lưới DC cấp 2 đã được thành lập tại bước Lập báo cáo nghiên cứu khả thi



HÌNH 3.4. THU THẬP TỌA ĐỘ, CAO ĐỘ ĐIỂM KHỐNG CHẾ ẢNH VÀ ĐIỂM KIỂM TRA

3.2.2. Bay chụp thu thập dữ liệu ảnh

Sau khi lập lưới khống chế ảnh, tiến hành bay chụp.

Một ca bay chụp bằng thiết bị bay UAV được thực hiện theo các bước sau:

- Sạc pin cho các thiết bị sau:

UAV;

Bộ phận điều khiển từ xa RC;

Máy tính xách tay hoặc máy tính bảng;

- Kiểm tra xem đã gắn thẻ SD chưa và kiểm tra dung lượng bộ nhớ SD.

- Chuẩn bị bay:

Kiểm tra xem có pin ở trong máy bay không và khởi động máy bay;

Khởi động trạm điều khiển và phần mềm điều khiển bay;

Kiểm tra kết nối giữa tay điều khiển và màn hình kiểm soát;

Chép file thiết kế tuyến bay.

- Quá trình bay:

Lắp pin vào máy bay;

Chờ máy bay nhận tín hiệu GPS và kết nối với trạm điều khiển, các thông số an toàn bay được đảm bảo;

Cất cánh tự động đến điểm bắt đầu và bay chụp;

Kết thúc ca bay, máy bay sẽ tự động bay về và hạ cánh đúng vị trí xuất phát.

- Khi thực hiện bay chụp xong ta tắt nguồn các thiết bị, sao chép các ảnh từ thẻ lưu trữ.



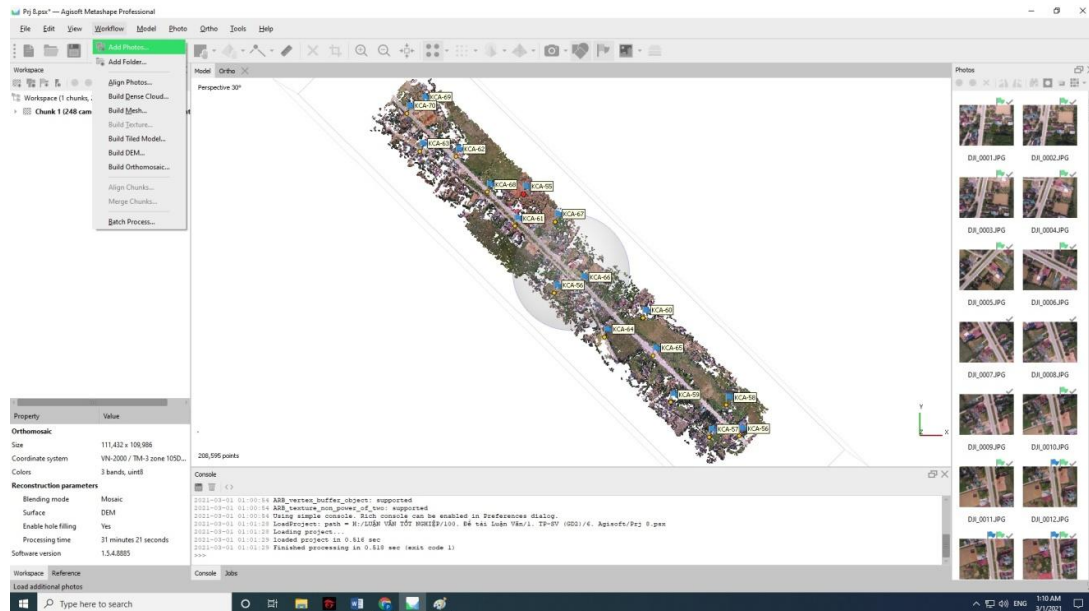
HÌNH 3.5. BAY CHỤP ẢNH

3.2.3. Xử lý nội nghiệp

- Khởi động máy tính xử lý dữ liệu;
- Khởi động phần mềm xử lý ảnh số Agisoft Metashape Professional;
- Tiến hành xử lý

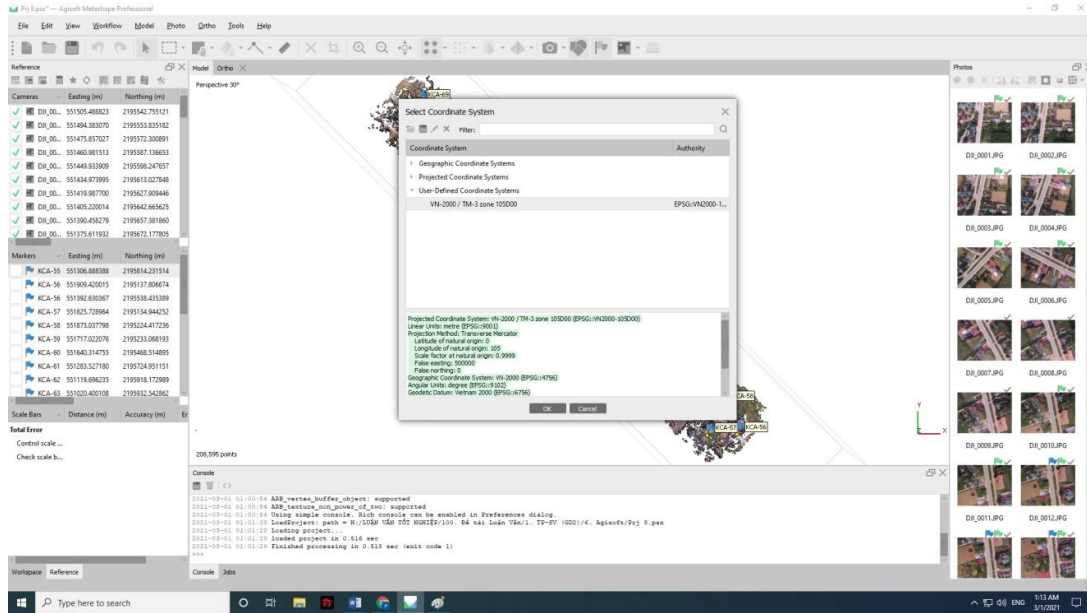
Bước 1: Load ảnh vào chương trình

Trên thanh trình đơn, chọn Workflow \ Add Photo.



HÌNH 3.6. THÊM ẢNH VÀO CHƯƠNG TRÌNH

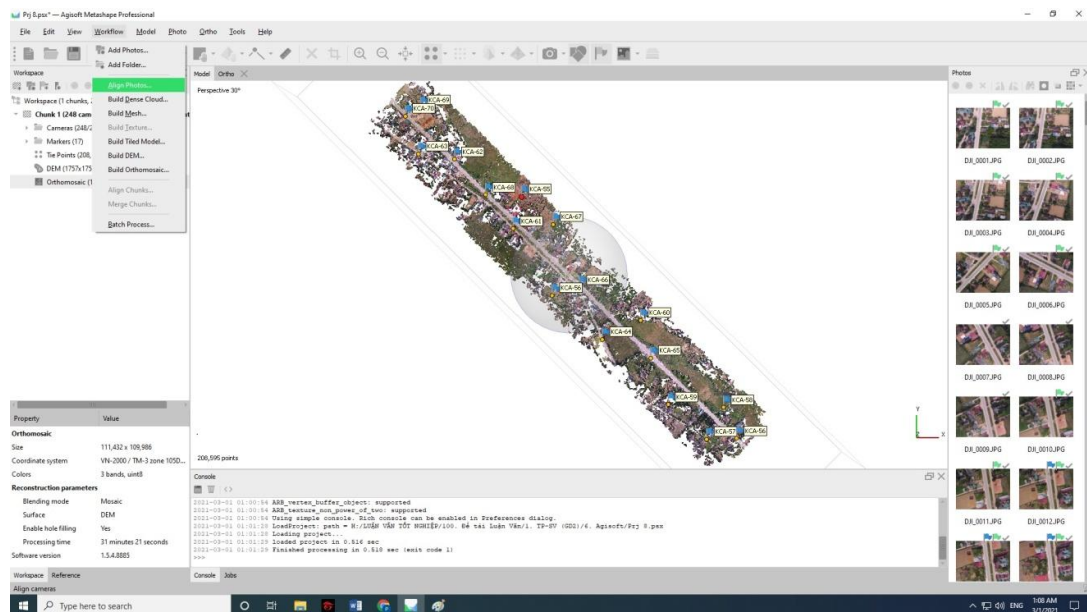
Bước 2: Chuyển đổi hệ tọa độ của ảnh và điểm khống chế ảnh từ mặc định WGS84 sang VN2000, múi chiếu 3°, kinh tuyến trực tỉnh Thanh Hóa (105°00'),



HÌNH 3.7. CHUYỂN ĐỔI HỆ TỌA ĐỘ

Bước 3: Căn chỉnh ảnh tự động;

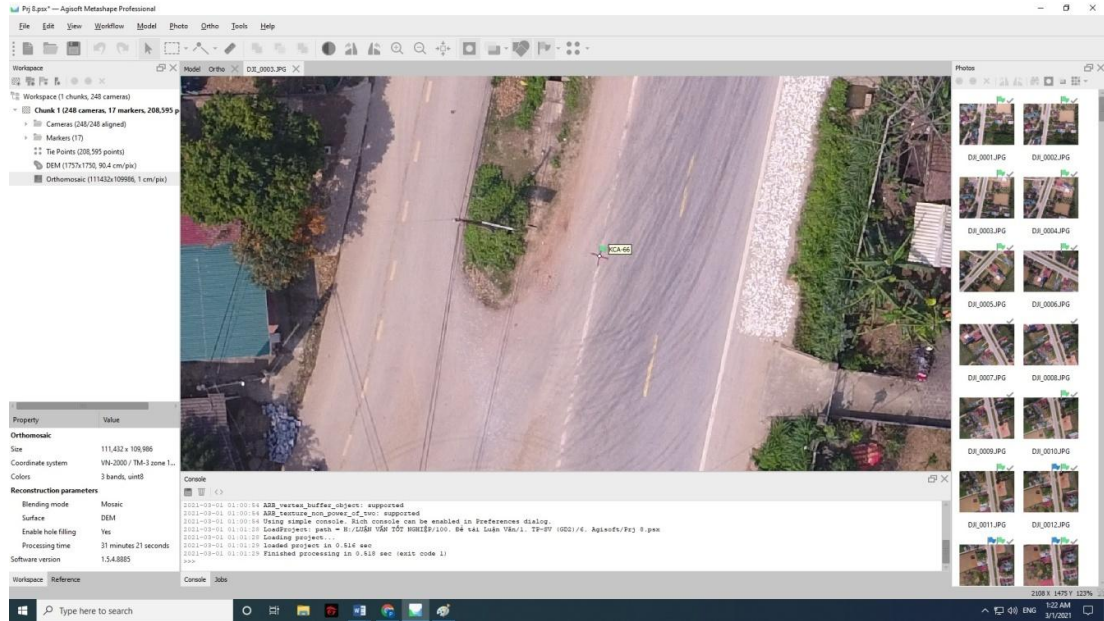
Trên thanh trình đơn, chọn chọn Worklow \ Align Photos...



HÌNH 3.8. CĂN CHỈNH ẢNH

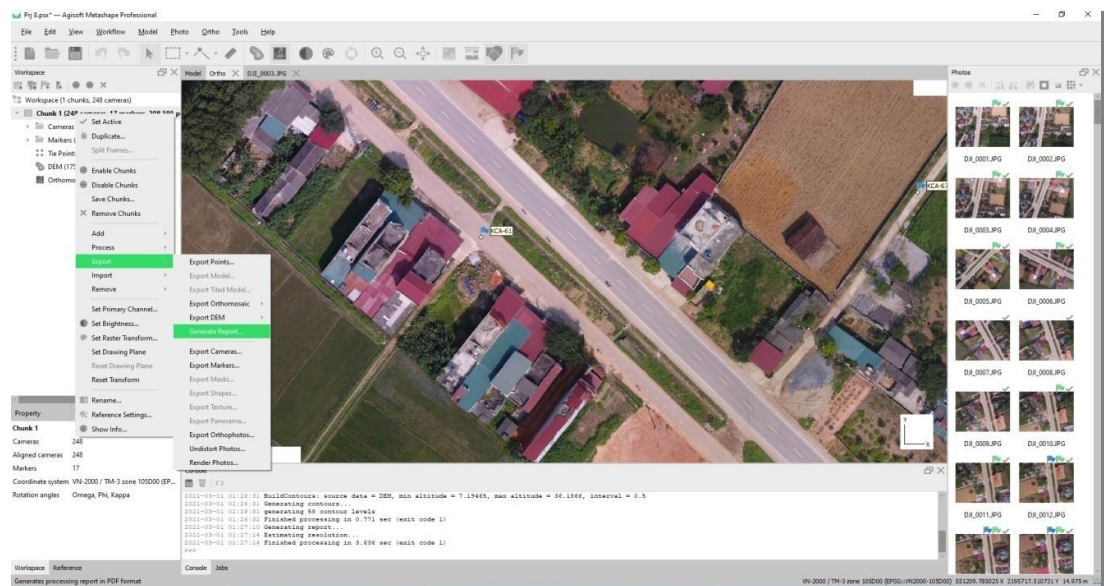
Bước 4: Khai báo các điểm khống chế ảnh và nắn ảnh;

- Khai báo các điểm khống chế ảnh;
- Nắn các điểm khống chế vào các ảnh có thể hiện các điểm khống chế ảnh.



HÌNH 3.9. KHAI BÁO KHÔNG CHẾ ẢNH VÀ NẶN ẢNH

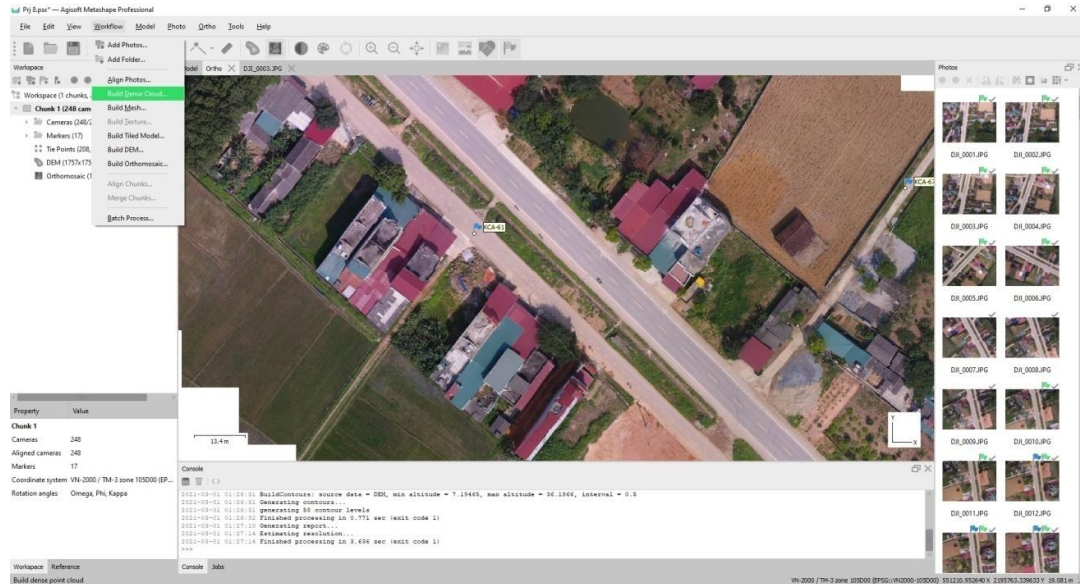
Bước 5: Xuất báo cáo kết quả



HÌNH 3.10. XUẤT BÁO CÁO

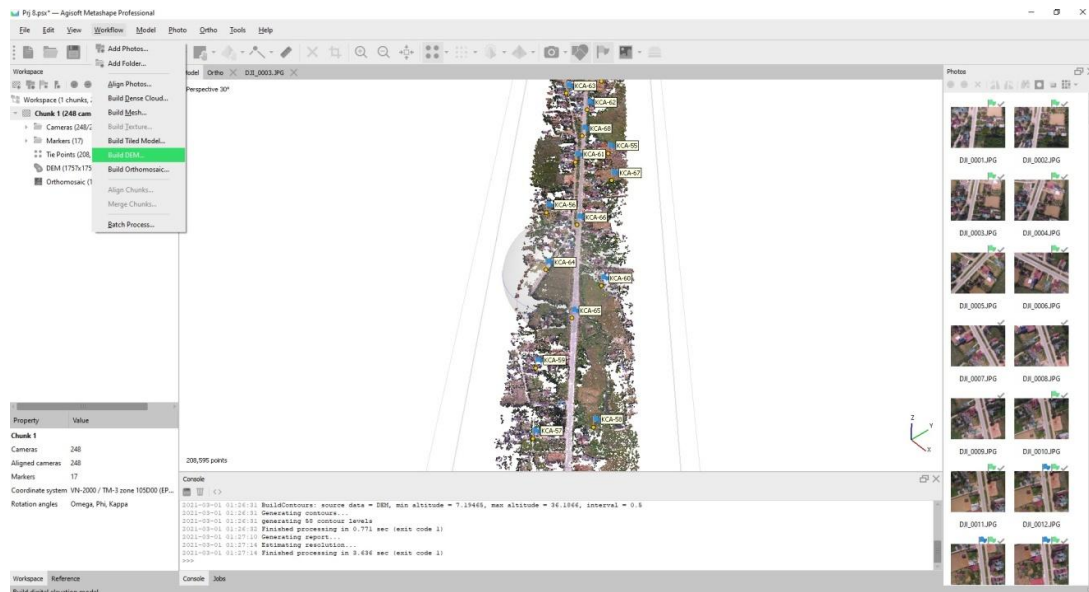
Trong trường hợp báo cáo kết quả không đạt được giá trị chính xác như

mong đợi và kết quả này có thể do ảnh hưởng của sự bất đồng nhất chính xác trong quá trình nắn tọa độ ảnh. Vì vậy cần sắp xếp ảnh và nắn ảnh lại từ đầu để đạt được kết quả mong muốn.



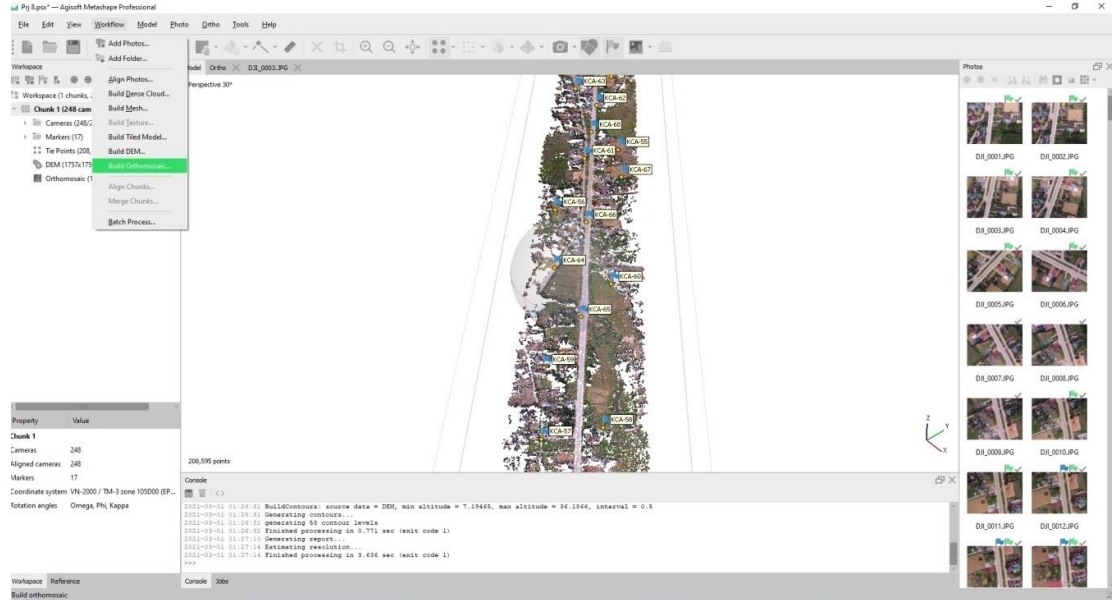
HÌNH 3.11. TẠO ĐÁM MÂY ĐIỂM

Bước 6: Tạo đám mây điểm (Build Dense Cloud);
 Bước 7: Xây dựng mô hình địa hình (DEM);



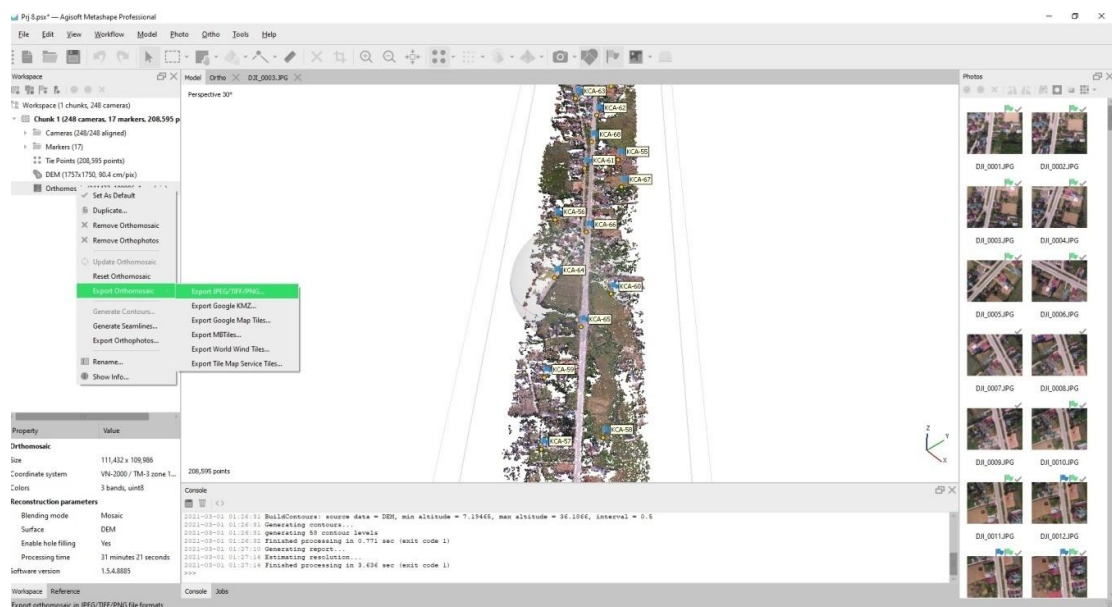
HÌNH 3.12. XÂY DỰNG DEM

Bước 8: Tạo ảnh trực giao



HÌNH 3.13. XÂY DỰNG ẢNH TRỰC GIAO

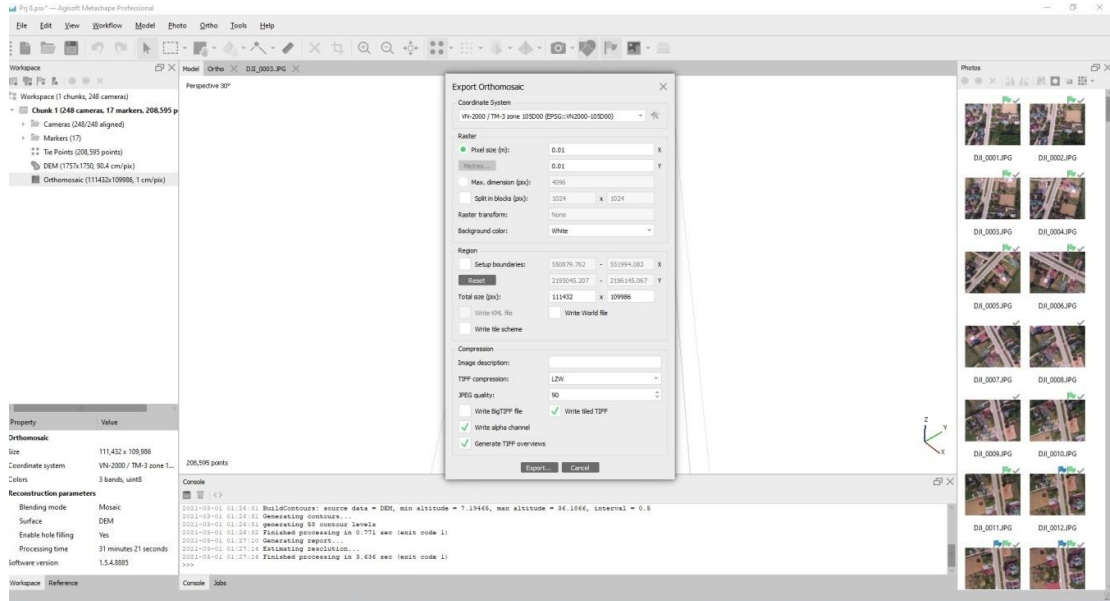
Xuất ảnh trực giao



HÌNH 3.14. XUẤT ẢNH TRỰC GIAO

Trên cửa sổ Export Orthomosaic:

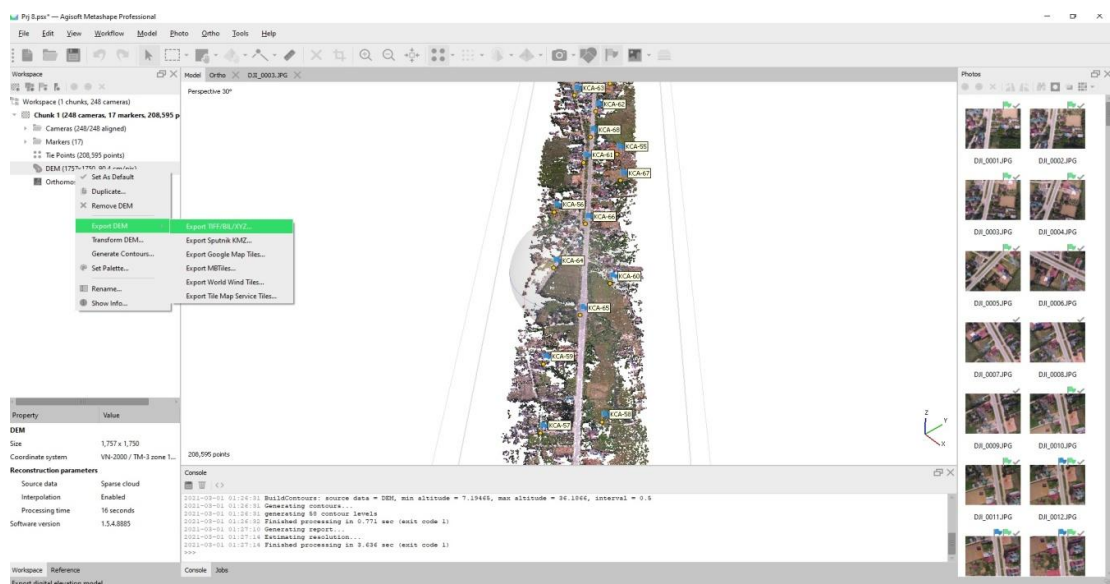
- Chọn hệ tọa độ xuất: VN-2000, kinh tuyến trực tỉnh Thanh Hóa (105°), múi
chiều 3°.



HÌNH 3.15. CÁC TÙY CHỌN KHI XUẤT ẢNH

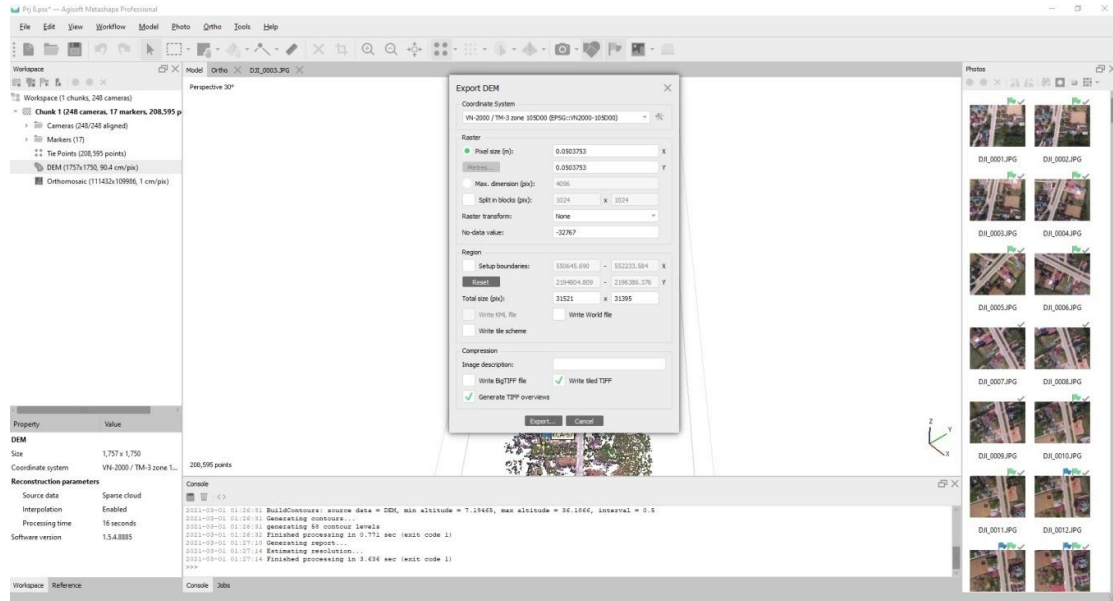
Tùy thuộc vào nhu cầu, trên phần mềm có rất nhiều lựa chọn để xuất ảnh
theo các định dạng khác nhau (JPG, TIFF, ...)

B9: Xuất mô hình số độ cao (DEM)



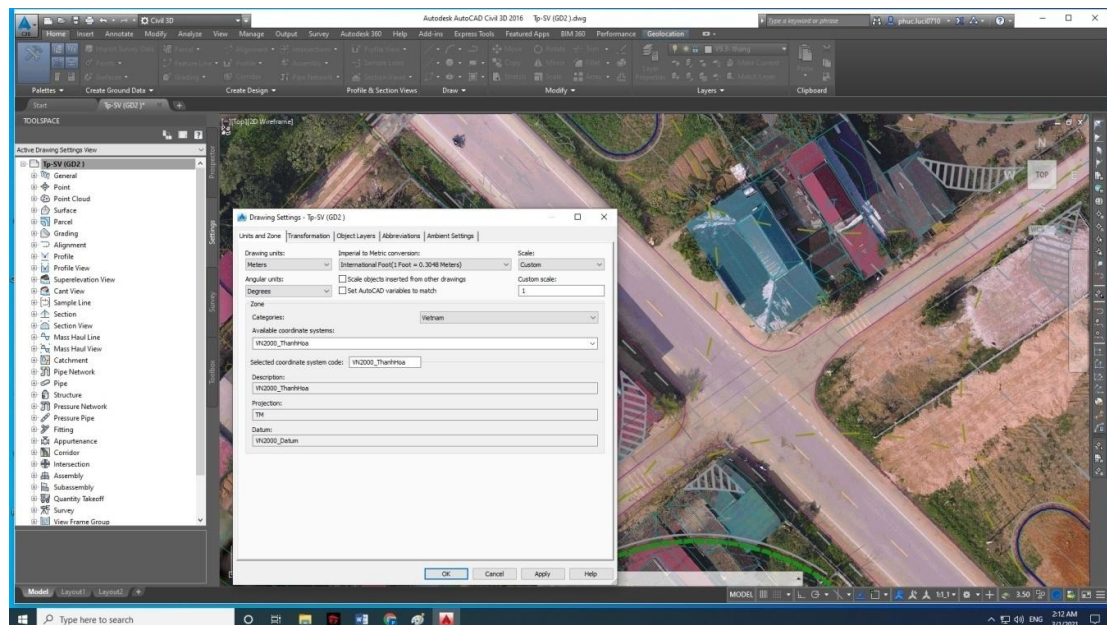
HÌNH 3.16. XUẤT MÔ HÌNH DEM

Tương tự như xuất ảnh trực giao, phần mềm cũng có rất nhiều lựa chọn để xuất mô hình số độ cao (DEM) theo các định dạng file và độ chi tiết khác nhau



HÌNH 3.17. CÁC TỪNG LỰA CHỌN KHI XUẤT MÔ HÌNH DEM

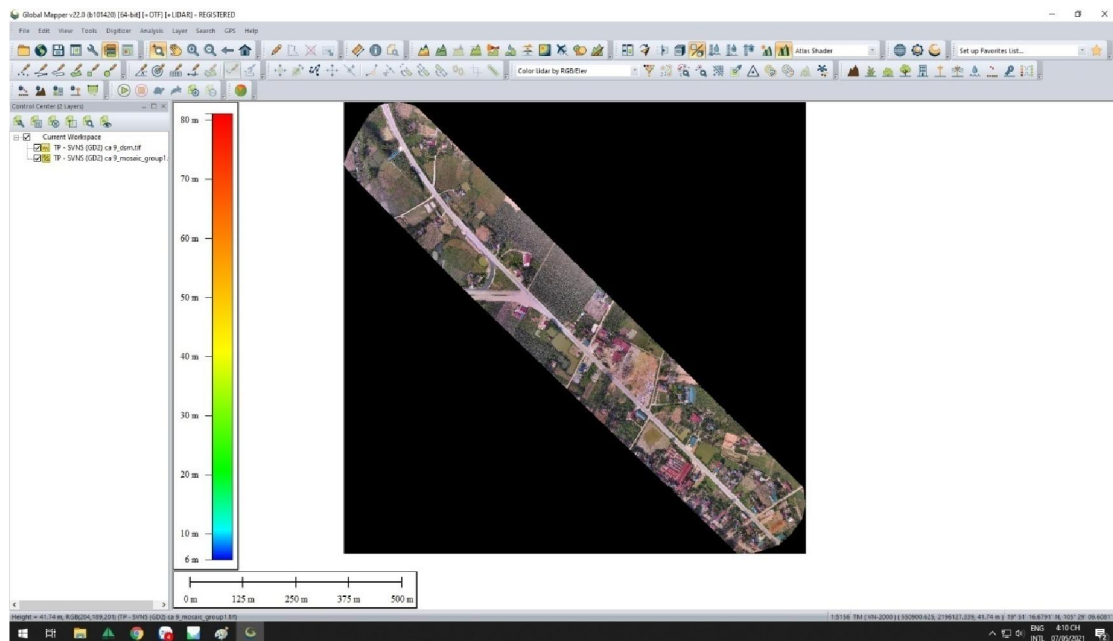
Sau khi xuất được các dữ liệu cần thiết, dùng các phần mềm hỗ trợ như MicroStation V8i, Civil-3D để đưa ảnh trực giao vào bản vẽ đúng tọa độ



HÌNH 3.18. BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG TRÊN NỀN ẢNH TRỰC GIAO

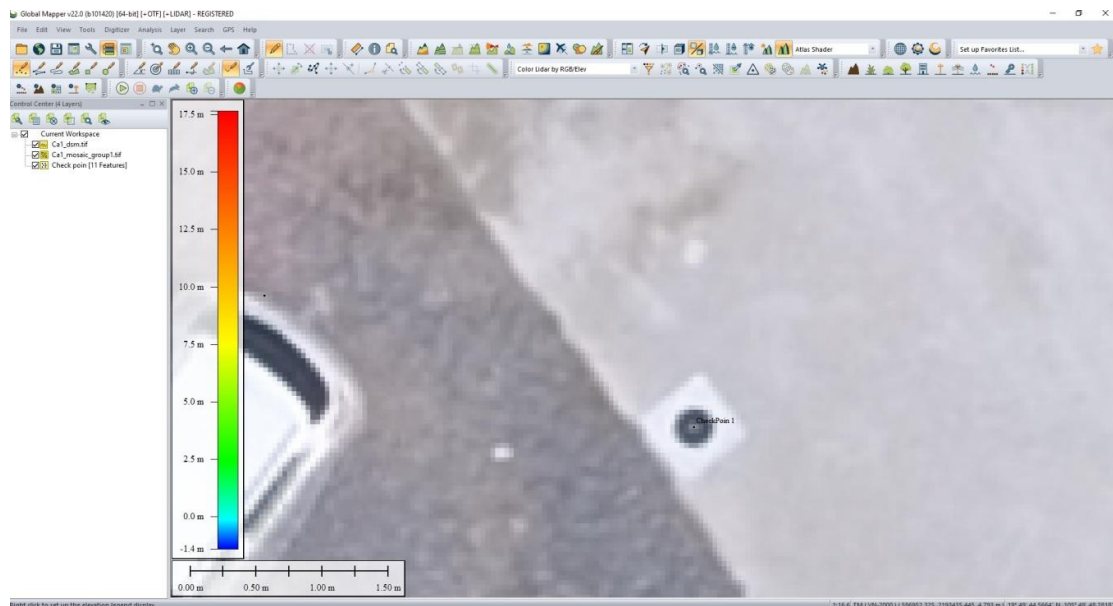
3.3. ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH THÀNH LẬP BẰNG CÔNG NGHỆ UAV

Bước 1: Đưa DEM và Orthomosai vào phần mềm Globalmapper



HÌNH 3.19. PHẦN MỀM GlobalMapper 22

Bước 2: Trích xuất tọa độ, cao độ của các điểm kiểm tra.



HÌNH 3.20. TRÍCH XUẤT TỌA ĐỘ, CAO ĐỘ ĐIỂM KIỂM TRA

Bước 3: So sánh tọa độ, cao độ các điểm kiểm tra được xuất ra từ mô hình DEM với các điểm kiểm tra được đo đạc bằng máy toàn đạc điện tử.

Bảng 3.1. Bảng tọa độ, cao độ điểm kiểm tra được xuất từ mô hình DEM

Bảng tọa độ, cao độ điểm kiểm tra (DEM UAV)			
Tên điểm	X (m)	Y (m)	H (m)
Checkpoint 1	2196039.96	550984.001	37.292
Checkpoint 2	2196277.231	550741.635	38.252
Checkpoint 3	2196559.009	550452.991	39.817
Checkpoint 4	2196622.017	550399.061	39.968
Checkpoint 5	2196796.282	550229.397	40.387
Checkpoint 6	2196851.963	550238.067	41.054
Checkpoint 7	2196896.173	550156.548	41.603
Checkpoint 8	2196063.031	551026.952	40.616
Checkpoint 9	2196140.025	550899.267	40.138
Checkpoint 10	2196334.012	550754.94	39.378
Checkpoint 11	2196262.331	550920.582	41.622

Bảng 3.2. Bảng tọa độ, cao độ điểm kiểm tra đo bằng TĐĐT

Bảng tọa độ, cao độ điểm kiểm tra (TĐĐT)			
Tên điểm	X (m)	Y (m)	H (m)
Checkpoint 1	2196039.981	550983.957	37.212
Checkpoint 2	2196277.192	550741.586	38.324
Checkpoint 3	2196558.986	550453.042	39.904
Checkpoint 4	2196621.971	550399.022	39.906
Checkpoint 5	2196796.336	550229.376	40.329
Checkpoint 6	2196852.004	550238.029	40.962
Checkpoint 7	2196896.136	550156.512	41.529
Checkpoint 8	2196062.997	551026.889	40.558
Checkpoint 9	2196139.985	550899.310	40.189
Checkpoint 10	2196333.974	550754.989	39.464
Checkpoint 11	2196262.373	550920.561	41.553

Bước 4: Từ tọa độ, cao độ các điểm kiểm tra thu được bằng 2 phương pháp đo, ta tiến hành so sánh các giá trị X,Y,H, tính được sai số của mô hình DEM so với phương pháp đo đạc bằng máy toàn đạc điện tử.

Bảng 3.3. Bảng so sánh (TĐĐT-UAV)

Sai số tọa độ, cao độ giữa 2 phương pháp đo				
Tên điểm	X (m)	Y (m)	H (m)	Vị trí điểm (m)
Checkpoint 1	0.021	-0.044	-0.080	0.049
Checkpoint 2	-0.039	-0.049	0.072	0.063
Checkpoint 3	-0.023	0.051	0.087	0.056
Checkpoint 4	-0.046	-0.039	-0.062	0.060
Checkpoint 5	0.054	-0.021	-0.058	0.058
Checkpoint 6	0.041	-0.038	-0.092	0.056
Checkpoint 7	-0.037	-0.036	-0.074	0.052
Checkpoint 8	-0.034	-0.063	-0.058	0.072
Checkpoint 9	-0.040	0.043	0.051	0.059
Checkpoint 10	-0.038	0.049	0.086	0.062
Checkpoint 11	0.042	-0.021	-0.069	0.047
Trung Bình			0.072	0.057

Kết quả cho sai số trung bình của các điểm kiểm tra giữa 2 phương pháp đo về mặt bằng là 0.057 (m) và độ cao là 0.072(m).

Theo “TCVN 9398-2012 về công tác trắc địa trong xây dựng công trình”, sai số giới hạn về vị trí mặt bằng là: 0.3mm x mẫu số tỷ lệ bản đồ.

Cụ thể ở đây bằng: $0.3 \times 500 = 150 \text{ (mm)} = 0.15\text{(m)}$

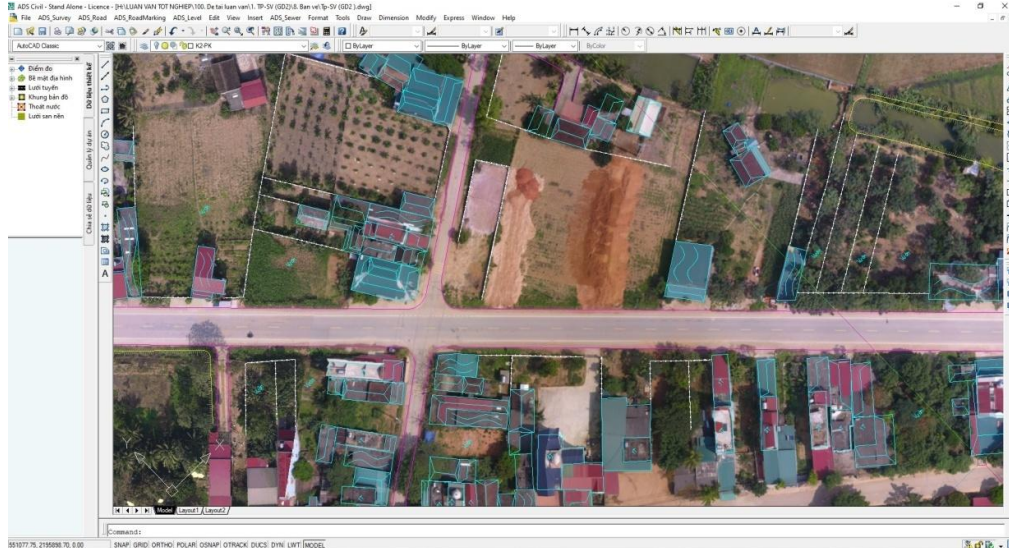
Sai số giới hạn về độ cao = $\frac{1}{4}$ khoảng cao đều của đường đồng mức

Cụ thể bằng: $\frac{1}{4} \times 0.5 = 0.125 \text{ (m)}$

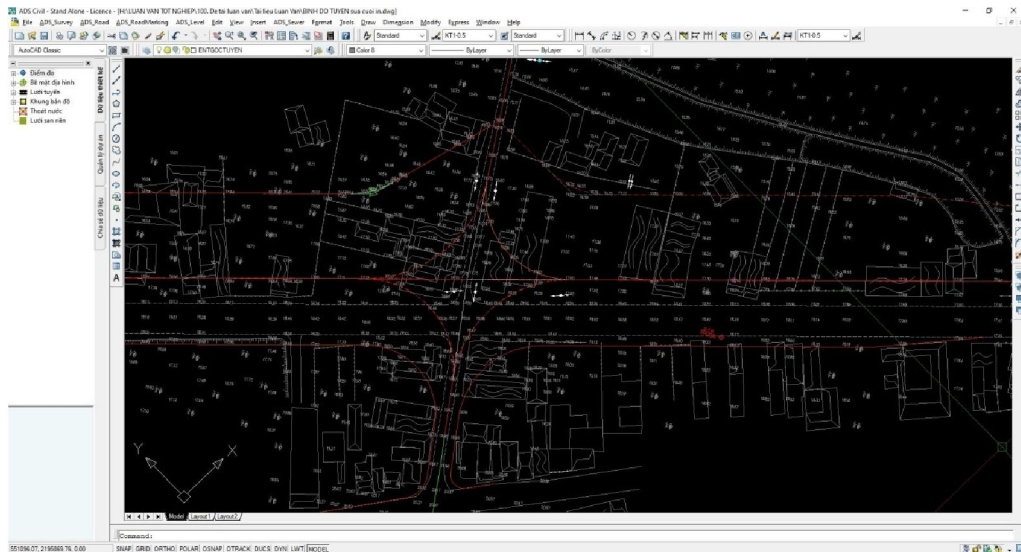
Kết quả sai số xác định được này cho thấy bản đồ hiện trạng được xây dựng bằng công nghệ UAV hoàn toàn đáp ứng được trong công tác thành lập bản đồ tỉ lệ lớn 1:500 theo tiêu chuẩn.

3.4. KẾT QUẢ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ 1/500

Sau khi kiểm tra, tiến hành biên tập bình đồ dựa trên nền ảnh trực giao kết hợp điểm đo bổ sung từ RTK và TĐĐT



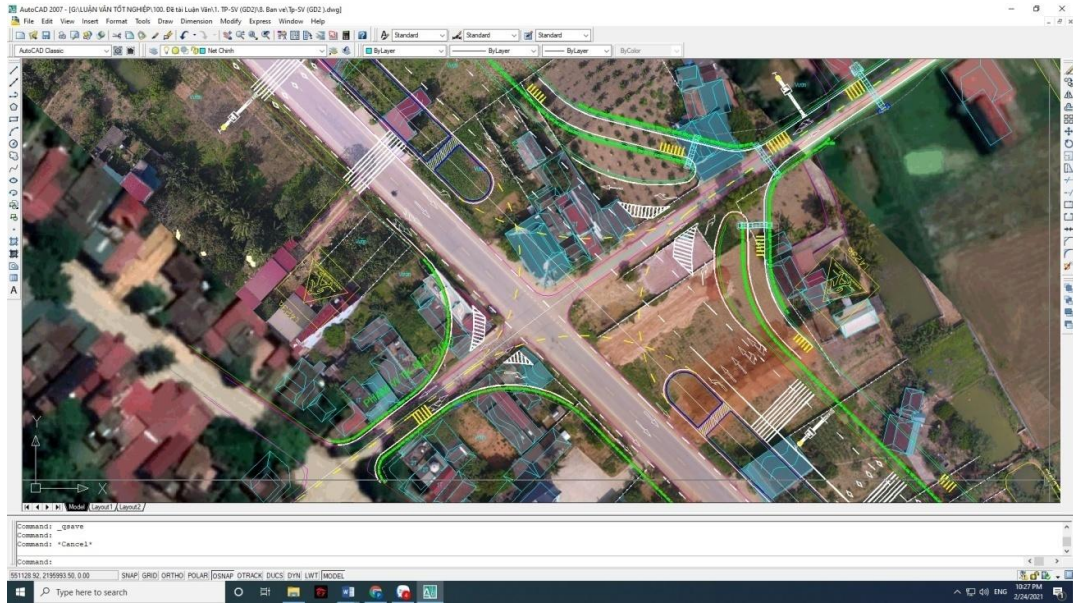
HÌNH 3.21. BIÊN VẼ BÌNH ĐỒ



HÌNH 3.22. BÌNH ĐỒ 2D TỶ LỆ 1/500 HOÀN THIỆN

Sau khi hoàn thiện, bản đồ địa hình cùng ảnh trực giao sẽ là nguồn dữ liệu đầu vào cung cấp cho các kỹ sư thiết kế, giúp họ có một cách nhìn trực quan nhất

để lựa chọn phương án thiết kế nhằm nâng cao tính hiệu quả cũng như giảm thiểu giải phóng mặt bằng,....



HÌNH 3.23. BÌNH ĐỒ THIẾT KẾ DỰA TRÊN NỀN ĐỊA HÌNH VÀ ẢNH TRỰC GIAO

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ kết quả nghiên cứu đề tài “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ UAV thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn phục vụ công tác khảo sát thiết kế đường giao thông”. Với phần thử nghiệm tại đoạn đường nối thành phố Thanh Hóa với cảng hàng không Thọ Xuân đã cho phép rút ra một số kết luận và kiến nghị như sau:

1. Kết luận

- Ứng dụng công nghệ bay chụp bằng thiết bị UAV, cụ thể bằng máy bay hiệu Phantom 4 kết hợp xử lý ảnh trên phần mềm Agisoft Metashape Professional cho khu vực nghiên cứu đã xây dựng mô hình bản đồ hiện trạng với độ chính xác đạt được là 5.7 cm về mặt bằng và 7.2 cm về độ cao ở những vị trí thông thoáng, không bị che phủ.

- Công nghệ UAV đã thể hiện những ưu điểm là giá thành sản phẩm thấp, thời gian ra sản phẩm nhanh, quá trình xử lý ảnh thành lập bản đồ không phức tạp, phần lớn tự động, hạn chế các sai sót do can thiệp của con người. Công nghệ này phù hợp cho vùng địa hình khó tiếp cận, có dạng kéo dài hoặc khu vực có môi trường nguy hiểm.

- Độ chính xác bản đồ thành lập được phụ thuộc vào độ chính xác công tác nắm ảnh. Độ chính xác nắm ảnh cao khi các điểm tiêu trên ảnh rõ nét, bố trí đều và đủ số lượng trên khu đo.

- Độ chính xác mặt bằng của bản đồ được lập từ công nghệ UAV bị ảnh hưởng bởi độ phân giải điểm ảnh. Do vậy, có thể điều chỉnh độ cao bay chụp để tăng độ phân giải ảnh, giúp tăng độ chính xác bản đồ.

- Kết quả kiểm tra giữa bản đồ được xây dựng từ dữ liệu ảnh máy bay không người lái (UAV) và số liệu đo đạc thực tế bằng máy toàn đạc điện tử cho thấy sai số vị trí điểm có thể đạt được ± 5.7 cm, sai số về độ cao là ± 7.2 cm

- Từ kết quả trên cho thấy bản đồ được xây dựng từ dữ liệu ảnh bay chụp bằng máy bay không người lái (UAV) ở những khu vực thông thoáng, không bị

che phủ hoàn toàn có thể đáp ứng yêu cầu phục vụ cho việc thành lập bản đồ hiện trạng tỉ lệ lớn phục vụ thiết kế đường giao thông, tuy nhiên vẫn cần đo đạc để bổ sung và kiểm tra trước khi biên tập.

- UAV Phantom 4 là thiết bị máy bay giá rẻ, tuy nhiên đã cho thấy khả năng hiệu quả trong công tác thành lập bản đồ hiện trạng tỉ lệ lớn phục vụ thiết kế đường giao thông. Đây là công cụ có chi phí đầu tư thấp, cơ động trong công tác bay chụp, giảm thiểu thời gian và nhân lực và tiết kiệm trong chi phí cho công tác ngoại nghiệp.

- Bản đồ hiện trạng kết hợp trên nền ảnh trực giao sẽ giúp cho người thiết kế có cái nhìn trực quan và chính xác nhất, từ đó lựa chọn được các phương án tối ưu, nhằm giảm thiểu chi phí xây dựng cũng như giải phóng mặt bằng.

2. Kiến nghị

- Tùy thuộc vào địa hình cũng như các điều kiện thực tế của khu vực nghiên cứu mà chọn loại thiết bị UAV phù hợp. Đối với khu vực địa hình có dạng tuyến, thì việc áp dụng máy bay UAV Phantom 4 giá thành thấp là phù hợp.

- Theo kinh nghiệm của tác giả để đạt độ chính xác thỏa mãn yêu cầu thành lập bản đồ tỷ lệ 1/500 cần đặc biệt chú ý đến các yếu tố:

+ Vận tốc bay chụp: (đề xuất 5m/s)

+ Chiều cao bay: (đề xuất 80m)

+ Mật độ điểm khống chế ảnh mặt đất (dạng tuyến: 2 điểm so le/100m , dạng vùng 4 điểm/1ha)

- Cần tiếp tục nghiên cứu sâu hơn về các phương pháp thực hiện cũng như các giải pháp công nghệ kết hợp nhằm tạo ra sản phẩm bản đồ tỉ lệ lớn 1:200 đến 1:500 hoàn chỉnh đáp ứng yêu cầu về độ chính xác mặt bằng và độ cao, phục vụ cho công tác thiết kế quy hoạch cũng như phục vụ cho nhiều mục đích sử dụng khác.

- Trong quá trình thực nghiệm với thiết bị bay chụp UAV cũng cho thấy một số vấn đề cần khắc phục cải thiện trong tương lai:

+ Giới hạn về dung lượng pin: Thiết bị bay UAV thường có thời gian bay chụp ngắn, (không quá 20 phút)

+ Hạn chế hoạt động trong điều kiện thời tiết xấu như mưa, gió lớn,...

+ Phần mềm xử lý ảnh đòi hỏi cấu hình phần cứng của máy tính khá mạnh để đáp ứng yêu cầu xử lý lượng mật độ điểm lớn.

+ Khi bay chụp ở các khu vực đô thị gặp khá nhiều khó khăn như việc xin cấp phép bay chụp, các chướng ngại vật (dây điện, nhà cao tầng) do vậy cần xem xét kỹ lưỡng trước khi triển khai.

+ Vẫn cần kết hợp thêm các phương pháp đo đạc truyền thống khác ở những khu vực bị che phủ để có thể bổ sung hoặc kiểm tra kết quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1 Bùi Tiến Diệu, Nguyễn Cẩm Vân, Hoàng Mạnh Hùng, Đồng Bích Phương, Nhữ Việt Hà, Trần Trung Anh, Nguyễn Quang Minh (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*.
- 2 Hoàng Văn Huân (2008), “Diễn biến lòng dẫn hệ thống sông hạ du sông Đồng Nai - Sài Gòn và kiến nghị các giải pháp phòng tranh”. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, S. 23 (2008).
- 3 Hoàng Dương Huấn (2017), *Nghiên cứu, đánh giá khả năng xây dựng mô hình 3D của 3 phần mềm Agisoft Metashape, Context Capture và Photomesh*, Công ty TNHH MTV Trắc địa-bản đồ, Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu.
- 4 Đào Ngọc Long (2011), *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ thành lập bản đồ (địa hình và địa chính) từ ảnh chụp bằng máy chụp ảnh phổ thông lắp trên máy bay không người lái M100-CT điều khiển bằng sóng Radio*, Đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- 5 Võ Chí Mỹ (2014), “Nghiên cứu khả năng ứng dụng máy bay không người lái (UAV) trong công tác đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn và giám sát tài nguyên môi trường”, *Tạp chí khoa học Trắc địa-Bản đồ-Viễn thám Việt Nam. Tuyển tập HNKH “Trắc địa-bản đồ hội nhập quốc tế” Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Hà Nội*.
- 6 Võ Chí Mỹ, Robert Dudek, (2015), “Nghiên cứu khả năng ứng dụng máy bay không người lái trong công tác trắc địa mỏ và giám sát môi trường mỏ”, *Tuyển tập Hội nghị khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam: “Công nghiệp mỏ Việt Nam - cơ hội và thách thức”, Vũng Tàu*.
- 7 Lều Huy Nam (2014), *Nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng thiết bị bay không người lái Trimble UX5 trong công tác thành lập bản đồ*”, Luận văn

- Thạc sĩ kỹ thuật, Trường đại học Mở - Địa chất.
- 8 Lê Đại Ngọc (2010), “*Hệ thống máy bay không người lái UAV phục vụ thu thập thông tin ảnh, Thông tin địa hình quân sự*”, Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu.
 - 9 Bùi Ngọc Quý (2015), "Khả năng ứng dụng mô hình Cyber City trong công tác quy hoạch đô thị", *Hội nghị GIS Toàn quốc 2015*.
 - 10 Bùi Ngọc Quý (2017), “*Nghiên cứu xây dựng bản đồ 3D từ dữ liệu ảnh máy bay không người lái(UAV) chi phí thấp*”, Đề tài khoa học và công nghệ cấp cơ sở.
 - 11 Phạm Vọng Thành (2000), *Giáo trình Cơ sở chụp ảnh và chụp ảnh hàng không*, Nhà xuất bản Giao thông vận tải Hà Nội.
 - 12 Trần Đình Trí, (2010). *Đo ảnh số*, Bài giảng cao học ngành Bản đồ, viễn thám và hệ thông tin địa lý, Trường đại học Mở - Địa chất.
 - 13 Nguyễn Thị Vĩnh (2017), *Nghiên cứu ứng dụng phần mềm Context Capture để xây dựng bản đồ 3D từ dữ liệu UAV*, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, Trường đại học Mở - Địa chất.
 - 14 Berni JAJ, Zarco-Tejada PJ, Suárez L, Fereres E (2009), “Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle”, *Trans Geosci Remote Sens* 47: 722–738
 - 15 Cabuk A, Deveci A, Erginçan F (2007), “Improving heritage documentation”, *GIM Int* 21(9)
 - 16 Everaerts J (2008), “The Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVS) for Remote Sensing and Mapping”, In: *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Beijing, China, pp1187–1192*
 - 17 Hartmann W, Tilch HS, Eisenbeiss H, Schindler K (2012), “Determination of the UAV position by automatic processing of thermal images”, *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Melbourne, Australia*.

- 18 Kenneth David Mankoff, and Tess Alethea Russo (2013), “The Kinect: a low-cost, high-resolution, short-range 3D camera”, *Earth Surface processes and Landforms*, N0 38, pp 926-936
- 19 Lambers K, Eisenbeiss H, Sauerbier M, Kupferschmidt D, Gaisecker T, Sotoodeh S, Hanusch T (2007), “Combining photogrammetry and laser scanning for the recording and modeling of the late intermediate period site of Pinchango Alto, Palpa, Peru”, *J Archaeol Sci* 34(10):1702–1712
- 20 Nguyen Quoc Long, Xuan-Nam Bui, Cao Xuan Cuong, Le Van Canh (2019), “An approach of mapping quarries in Vietnam using low-cost Unmanned Aerial Vehicles”. *International Science Journal of Sustainable Development of Mountain Territories*, Vol 11, No 2. ISSN 1998-4502.
- 21 M. Uysal, A.S.Toprak, N. Polat (2015), “DEM generation with UAV photogrammetry and accuracy analysis in sahitler hill”, AKU, Faculty of Engineering GeomaticsDep, 03200 Afyonkarahisar, TURKEY
- 22 Manyoky M, Theiler P, Steudler D, Eisenbeiss H (2011), “Unmanned aerial vehicle in cadastral applications”, *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Zurich, Switzerland, 38 (1/C22)
- 23 Martinez JR, Merino L, Caballero F, Ollero A, Viegas DX (2006), “Experimental results of automatic fire detection and monitoring with UAVs,” *For Ecol Manag* 234S (2006):S232
- 24 Vo Chi My (2010), “Application of UAV in Vietnam open-pit mines”, *Proceeding of International Conference “Advanced Technology for Sustainable Mining”* Ha Long.
- 25 Newcombe L (2007), “Green fingered UAVs. Unmanned Vehicle”
- 26 Niethammer U, Rothmund S, James MR, Traveletti J, Joswig M (2010), “UAV-based remote sensing of landslides”, *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Newcastle upon Tyne, UK.
- 27 Oczipka M, Bemman J, Piezonka H, Munkabayar J, Ahrens B, Achtelik M, Lehmann F (2009), “Small drones for geo-archeology in the steppes:

- locating and documenting the archeological heritage of the Orkhon Valley in Mongolia”, *Remote Sens Environ Monit GIS Appl Geol* 7874:787406-1
- 28 Restas A (2006), “The regulation unmanned aerial vehicle of the Szendro fire department supporting fighting against forest fires 1st in the world”, *For Ecol Manag* 234S
- 29 Thamm H P, Judex M (2006), “The “Low cost drone”—An interesting toofor process monitoring in a high spatial and temporal resolution”, *IntArchives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Enschede, The Netherlands*.
- 31 Zhang C (2008), “An UAV-based photogrammetric mapping system for road condition assessment”, *In: International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Beijing, China*.