

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG XÂY DỰNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ 3D CHO HỆ THỐNG CÂY XANH ĐÔ THỊ

Lê Thị Thu Hà^{1,2}

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

²Nhóm nghiên cứu Công nghệ Địa tin học trong Khoa học Trái đất (GES),
Trường Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt

Khu vực đô thị với đặc thù có mật độ dân cư đông đúc, không khí bị ô nhiễm nghiêm trọng do hàng ngày đón nhận vô số lượng khí thải độc hại từ nhà máy, xe cộ và các sản phẩm có nguồn gốc hóa học do đó cây xanh giúp lọc bớt bụi bẩn, đồng thời thải ra nhiều khí Oxy, cây xanh đóng vai trò là lá phổi của thành phố. Do vậy, xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D có đầy đủ thông tin không gian 3D và thông tin thuộc tính để quản lý, giám sát thông minh cây xanh trong việc kiểm đếm, ngăn chặn các hành vi xâm hại cây xanh cũng như kiểm tra, chăm sóc trên địa bàn quản lý là cấp thiết. Mục tiêu của bài báo này đó là xây dựng được bộ dữ liệu không gian địa lý 3D cho hệ thống cây xanh đô thị khu vực ven biển cho khu vực thành phố Hạ Long dựa trên kỹ thuật kết hợp các công nghệ địa không gian hiện đại. Bộ dữ liệu không gian địa lý 3D của hệ thống cây xanh đô thị khu vực thực nghiệm được thành lập dựa trên sự kết hợp của công nghệ máy bay không người lái giá rẻ với các phần mềm phổ biến như Excel, ArcMap, Sketchup, FME đã giúp tạo ra sản phẩm hoàn chỉnh phục vụ các nhu cầu của công tác quản lý cây xanh đô thị hiện nay ở nước ta.

Từ khóa: Công nghệ địa không gian; Dữ liệu không gian địa lý 3D; Hệ thống cây xanh đô thị.

Abstract

A case study on the construction of 3D Geospatial information for the urban trees

Urban areas are characterized by dense population density and the air is severely polluted due to daily receiving countless amounts of harmful emissions from factories, vehicles and products of chemical origin. Therefore, trees help filter out dirt, and at the same time emit a lot of oxygen, trees act as the lungs of the city. Due to, building 3D Geospatial data to manage and monitor trees in tallying and preventing acts of encroachment on trees as well as inspection is urgent. The objective of this paper is to build a 3D geospatial dataset for the urban tree system for Ha Long city based on modern geospatial technologies. The 3D geospatial dataset of the urban greenery system was established based on the combination of low-cost drone technology with popular software such as Excel, ArcMap, Sketchup, FME. It helped create a complete product to serve the needs of the current urban green tree management in our country.

Keywords: Geospatial technology; 3D Geo-spatial data; Urban tree system.

1. Mở đầu

Theo Nghị định về quản lý cây xanh đô thị (Số: 05/VBHN-BXD, ngày 13 tháng 9 năm 2018) của Chính phủ, khái niệm cây xanh đô thị là cây xanh sử dụng công cộng, cây xanh sử dụng hạn chế và cây xanh chuyên dụng trong đô thị [1]. Một trong những tác dụng lớn nhất của cây xanh cho đô thị đó là nó cải thiện rõ rệt môi trường sống của người dân. Với mật độ dân cư đông, cùng với lượng khí thải từ nhà máy, xe cộ,... tình trạng chung của các khu đô thị chính là môi trường không khí bị ô nhiễm nghiêm trọng. Cây xanh sẽ giúp cải thiện chất lượng không khí bằng cách hấp thụ những khí độc như NO_2 , CO_2 , CO ,... Theo nhiều nghiên cứu, cây xanh có thể hấp thụ tới 6 % các loại khí thải độc. Cây xanh sẽ giúp lọc bớt bụi bẩn, đồng thời thải ra nhiều O_2 . Vì vậy có thể xem cây xanh là lá phổi của thành phố. Cây xanh sẽ giúp giảm bớt áp lực cho các công thoát nước bằng cách giữ lại nước mưa. Trồng nhiều cây xanh ở các khu dân cư đông đúc sẽ không chỉ giúp cho không khí ở đó trong lành hơn, mà cây còn có thể làm bóng mát ngăn chặn ánh nắng mặt trời, hạn chế tác hại của các bức xạ mặt trời lên người dân [2, 3].

Cơ sở dữ liệu (CSDL) về hệ thống cây xanh đô thị hiện nay tại Việt Nam vẫn đang ở giai đoạn thử nghiệm bắt đầu triển khai xây dựng. Năm 2021, Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường Trần Hồng Hà cho biết, Bộ đã và đang triển khai xây dựng CSDL bản đồ cây Việt Nam (Tree Map) thông qua ứng dụng công nghệ số 4.0 trên điện thoại thông minh. CSDL bản đồ cây Việt Nam bao gồm các thông tin: Loài cây, địa điểm, quy trình trồng, đặc tính sinh trưởng phát triển, cách chăm sóc, quản lý cụ thể trong điều kiện hoàn

cảnh của từng địa phương. Tuy nhiên, đến giai đoạn hiện nay CSDL vẫn chưa xây dựng xong và chưa được đưa vào ứng dụng trong thực tế. Do đó, cần thiết phải có những nghiên cứu ứng dụng công nghệ hiện đại để nhanh chóng xây dựng, cập nhật CSDL cây xanh đầy đủ để phục vụ công tác xây dựng, công bố bản đồ cây xanh giúp các cơ quan quản lý Nhà nước đánh giá hiện trạng phân bố cây xanh; Xác định các khu vực, địa điểm trồng cây cụ thể; Giám sát quá trình sinh trưởng, phát triển sau khi trồng; Kết nối các địa chỉ cung cấp nguồn cây, quỹ đất trồng cây,... trong quá trình phát triển và mở rộng đô thị hiện nay tại Việt Nam.

Mô hình thành phố 3D đang ngày càng phổ biến [4, 5]. Một trong những ứng dụng của dữ liệu không gian địa lý 3D là phục vụ cho việc quản lý, giám sát thông minh hệ thống cây xanh đô thị [2, 3]. Để thực hiện công việc này cần phải lập ra hồ sơ quản lý đối với mỗi cá thể cây với đầy đủ các thông số gồm: Hình ảnh, vị trí chính xác, loại cây, tên gọi, chiều cao, đường kính, chất lượng, năm trồng, tuyến đường và hiện trạng sinh trưởng phát triển hay bệnh lý cần được phát triển từ công nghệ quản lý cây xanh đô thị trên nền bản đồ số (GIS). Để hoàn tất hệ thống này, rất cần sự đầu tư đồng bộ của thành phố trong thời gian tới để xây dựng CSDL, hệ thống máy móc, hệ thống chia sẻ thông tin giữa các ngành [6].

Để thành lập dữ liệu không gian địa lý 3D cho các đối tượng cây xanh trong đô thị, có nhiều phương pháp đã được thực hiện bao gồm: Dựa trên ảnh hàng không lập thể, kết hợp ảnh hàng không và bản đồ có sẵn, phương pháp sử dụng hệ thống thông tin địa lý kết hợp các dữ liệu đo đạc, bản đồ sẵn có, phương pháp

sử dụng ảnh vệ tinh lập thể, phương pháp sử dụng ảnh vệ tinh đơn lẻ độ phân giải rất cao kết hợp điểm khống chế và bóng địa vật, phương pháp chụp ảnh panorama từ nhiều điểm đứng máy, phương pháp từ quay phim 3D, phương pháp quét Laser, phương pháp sử dụng hệ thống bản đồ di động (Mobile mapping system) phương pháp sử dụng ảnh máy bay không người lái,...[7 - 13].

Mục tiêu của bài báo này đó là xây dựng được bộ dữ liệu không gian địa lý 3D cho hệ thống cây xanh đô thị khu vực ven biển cho thành phố Hạ Long bằng tích hợp các kỹ thuật công nghệ địa không gian hiện đại, giúp tiết kiệm về thời gian, công sức cũng như tiết kiệm chi phí thực hiện.

2. Đặc điểm khu bay đo thử nghiệm và thiết bị sử dụng

2.1. Khái quát đặc điểm khu bay đo thử nghiệm

Khu đo thử nghiệm được xác định với diện tích 1 km² nằm trực thuộc phường

Hùng Thắng, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh (Hình 1). Khu bay đo nằm trong phạm vi từ 20°56'57" - 20°57'30" vĩ độ Bắc và từ 107°00'31" - 107°01'07" kinh độ Đông. Đây là khu vực có một phần đã xây dựng theo cấu trúc đô thị mới ở phía Đông Nam và một phần đang xây dựng ở phía Tây Nam với các khu biệt thự liền kề và các chung cư cao tầng mới. Khu vực này cũng bao gồm các khu dân cư cũ có kiến trúc theo đô thị kiểu cũ với nhà ở dày đặc và hệ thống giao thông nhiều đường nhỏ. Phía Tây Bắc là khu vực các dịch vụ công cộng, vui chơi giải trí với khu vực nước mặt rộng lớn ở phía Tây thích hợp cho các hoạt động du lịch, vui chơi hoặc nghỉ dưỡng. Hệ thống giao thông chính dọc theo phía Bắc khu vực là trục giao thông ven biển chính ở khu vực Bãi Cháy phục vụ cho các hoạt động kinh tế - xã hội chủ yếu của khu vực.



Hình 1: Khu vực thực nghiệm

Nghiên cứu

Hệ thống cây xanh của khu vực này mang nét đặc trưng của cây xanh đô thị khu vực ven biển, bao gồm nhiều loại cây như dừa, keo, chà là,... Mật độ cây xanh khu vực thực nghiệm tương đối đều, được phân bố dọc các tuyến đường giao thông trong khu vực thực nghiệm.

2.2. Thiết bị thu thập dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính cây xanh

Thu thập dữ liệu không gian địa lý 3D hệ thống cây xanh bằng công nghệ bay chụp (UAV) trong khu vực thực nghiệm. Hai hệ thống thiết bị tiên tiến được sử dụng trong nghiên cứu này là thiết bị bay chụp ảnh đồng bộ Phantom 4 Pro và bộ máy đo GPS động 2 tần số Huace RTK X91.

Thu thập trực tiếp bằng đo đạc và lấy các thông số cây trên bảng mô tả được gắn trên từng cây.

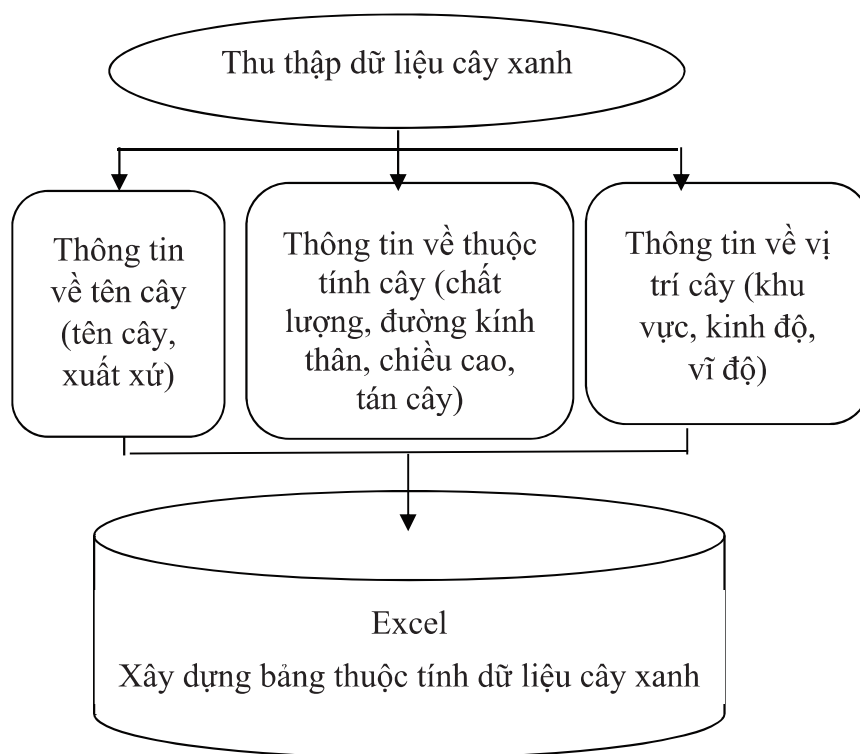
Thu thập thông tin cây xanh tại Công ty Cổ phần Cây xanh công viên Quảng Ninh.

3. Kết quả thực nghiệm

3.1 Thu thập, nhập dữ liệu thuộc tính các loại cây trong khu vực thực nghiệm và thiết kế mẫu đồ họa 3D cho cây xanh

3.1.1. Thu thập các thông tin không gian và thuộc tính về cây xanh

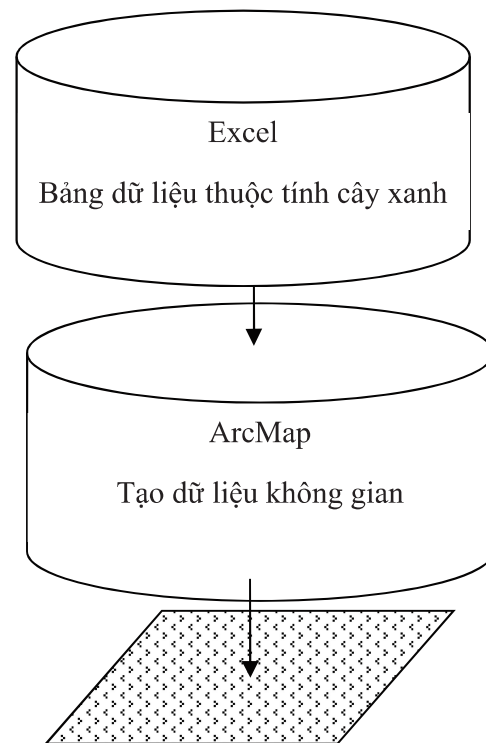
Trên cơ sở đám mây điểm của các cây xanh trong khu vực nghiên cứu đã nhận được từ kết quả xử lý dữ liệu bay chụp UAV là ảnh trực giao để có thông tin về độ phủ tán lá, chiều cao cây. Nhóm tác giả đã đi thu thập các thông tin bổ sung về vị trí tọa độ, loại cây, tên cây, đường kính thân cây, năm trồng, khu vực trồng,... để phục vụ cho chi tiết hóa các thông tin không gian và thuộc tính trong dữ liệu không gian địa lý 3D của hệ thống cây xanh khu vực thực nghiệm.



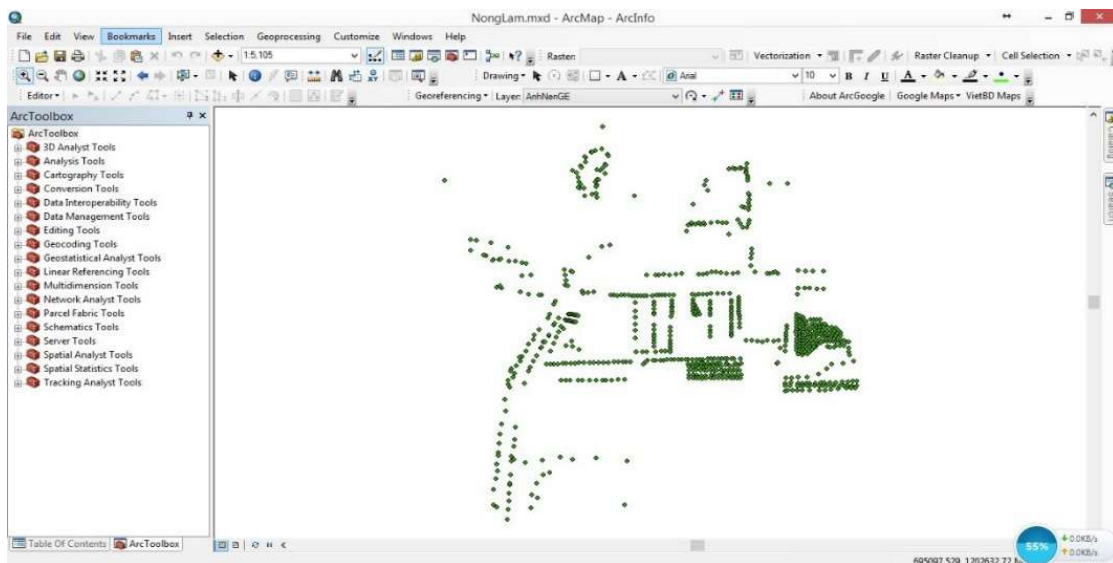
Hình 2: Thu thập dữ liệu không gian 3D về cây xanh

3.1.2. Nhập các thông tin thuộc tính về cây xanh

Dựa vào vị trí, độ cao thu thập trên ảnh trực giao và đám mây điểm của khu vực thực nghiệm. Sau quá trình điều tra thực địa về dữ liệu cây xanh trong khu vực nghiên cứu tiến hành thực hiện việc hiển thị dữ liệu thuộc tính thu thập được dạng bảng trong Excel thành dạng dữ liệu không gian trên ArcGIS (Hình 3).



Hình 3: Xây dựng lớp dữ liệu cây xanh



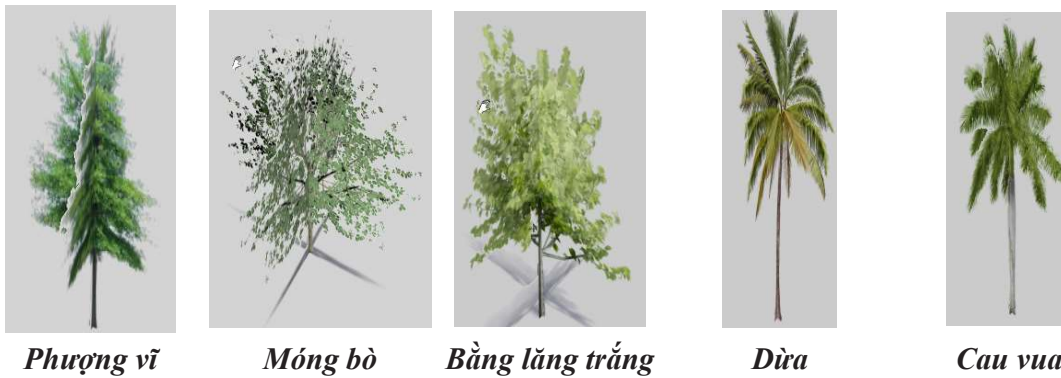
Hình 4: Sự phân bố không gian cây xanh trong khu vực nghiên cứu

3.1.3. Thiết kế mẫu đồ họa 3D cho cây xanh

Việc thiết kế các loại cây xanh theo các thông tin thu thập từ đám mây điểm giúp chính xác hóa các mẫu cây để xây dựng dữ liệu về cây xanh đầy đủ và hoàn thiện. Quá trình chọn mẫu bằng cách thay

đổi hình dạng cho các loại cây trong khu vực nghiên cứu được thu thập từ thực địa theo các mẫu thiết kế có hình ảnh giống ngoài thực địa trong Hình 5. Việc đưa dữ liệu vector 3D của cây cần xác định chính xác chiều cao của cây trong dữ liệu không gian 3D.

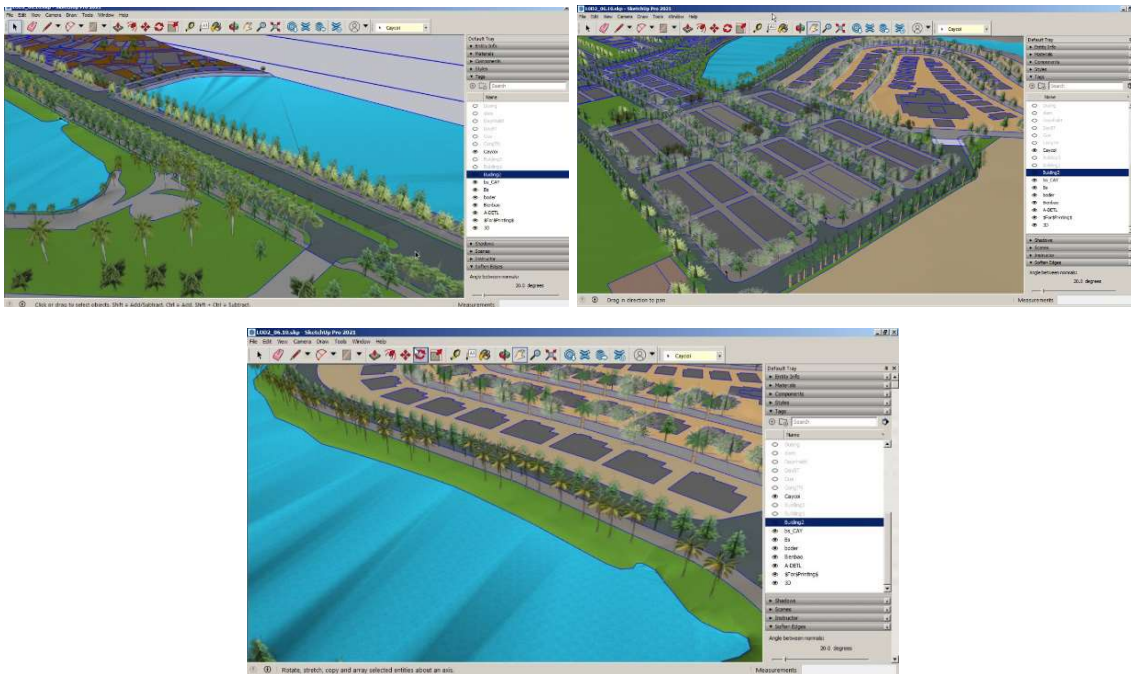
Nghiên cứu



Hình 5: Mẫu dữ liệu không gian 3D một số loại cây

3.2. Các kết quả dữ liệu không gian đồ họa vector 3D lớp cây xanh khu vực thực nghiệm

Dựa vào vị trí, độ cao thu thập trên ảnh trực giao và đám mây điểm, các vị trí được vẽ cây tương ứng đúng với loại cây và chiều cao đo được để thu được kết quả toàn bộ hệ thống cây xanh trong không gian trong Hình 6.

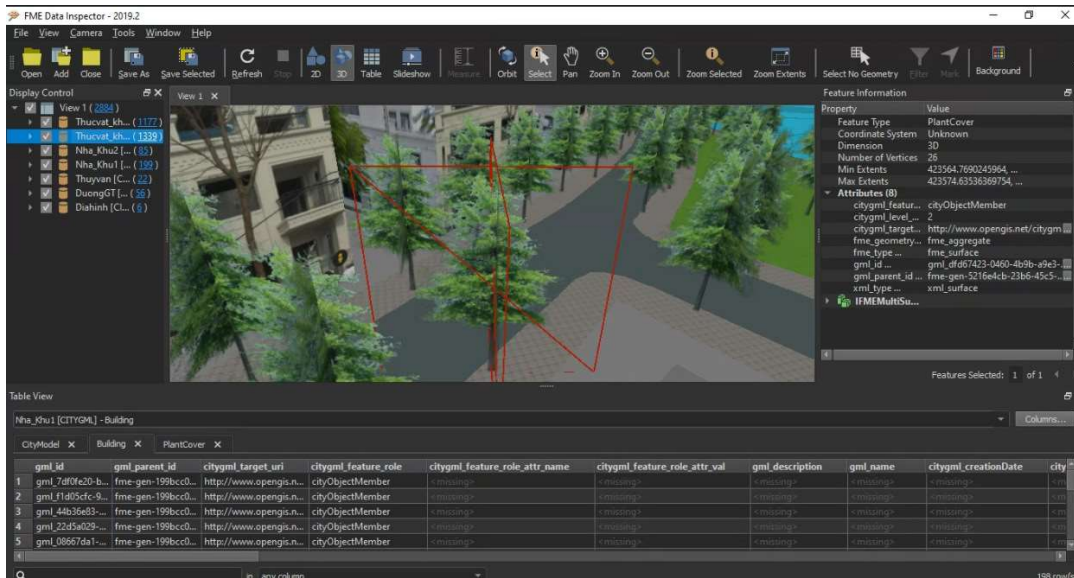


Hình 6: Phân bố cây xanh dọc các tuyến đường khu thực nghiệm tại thành phố Hạ Long

3.3. Chuẩn hóa dữ liệu không gian vector 3D về hệ thống cây xanh theo tiêu chuẩn GML bằng phần mềm FME

Lớp dữ liệu cây xanh sau khi được chuyển từ dữ liệu đồ họa dạng vector 3D sang dữ liệu vector 3D theo tiêu chuẩn CityGML cho các đối tượng các cây riêng biệt như ở Hình 7. Bảng thuộc tính kèm theo

chưa được nhập, tuy nhiên mã đối tượng không gian đã được tạo ngẫu nhiên với cấu trúc mã bao gồm: gml_94d7515f-7050-4c78-afe6-364d1c695a72. Mã đối tượng cây xanh có thể trích xuất từ ô “gml_id” trong hình vẽ để nhập vào cột mã trong file dữ liệu thuộc tính tương ứng với chính xác cây xanh đã thu thập thông tin thuộc tính.



Hình 7: Lớp cây xanh sau khi chuyển đổi sang dữ liệu tiêu chuẩn CityGML

3.4. Xây dựng dữ liệu thuộc tính và liên kết với dữ liệu không gian 3D CityGML về hệ thống cây xanh

3.4.1. Xây dựng dữ liệu thuộc tính

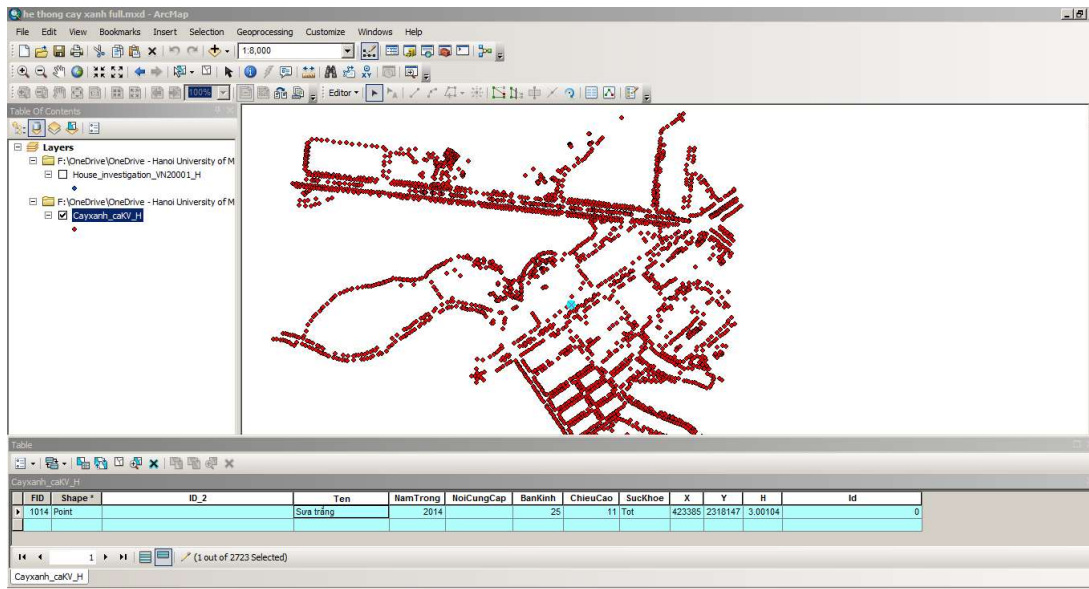
Thông tin thuộc tính của đối tượng thu thập được, biên tập theo lớp đối tượng không gian tương ứng, ví dụ một số kết quả về lớp thông tin thuộc tính đối tượng cây xanh được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông tin thuộc tính của một số cây xanh thu thập được

ID	Lớp đối tượng	Tên cây	Năm trồng	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)	Sức khỏe
1	Cây xanh	Xoài	2017	30	11	Tốt
2	Cây xanh	Phượng	2020	21	9	Tốt
3	Cây xanh	Bàng lẳng trắng	2017	21	11	Tốt
4	Cây xanh	Móng bò	2020	13	8	Tốt
5	Cây xanh	Dừa	2020	34	13	Tốt
6	Cây xanh	Chà Là	2019	40	7	Tốt
...						

Các đối tượng cây xanh được lấy vị trí tọa độ, độ cao trong không gian từ dữ liệu đám mây điểm và ảnh trực giao, số hóa dưới dạng các điểm như trong Hình 8. Các thông tin thuộc tính được thiết kế bởi các trường thông tin theo các cột. Các thông tin thuộc tính thu thập được từ dữ liệu không gian và thực địa sẽ được nhập

vào. Bên cạnh đó cột mã đối tượng (ID) được trích xuất từ dữ liệu không gian đối tượng cây xanh đã chuyển sang tiêu chuẩn CityGML và nhập vào để sau khi kết nối file dữ liệu thuộc tính và không gian, mã đối tượng tuân theo mô hình quan hệ đối tượng thông qua mã này.



Hình 8: Nhập thông tin thuộc tính cho mỗi đối tượng của lớp cây xanh

Các cây xanh trong đô thị đã được chuyển sang tiêu chuẩn không gian CityGML sẽ có mã ID cho từng cây xanh như trong cột ID của Bảng 2. Dựa vào vị trí không gian (tọa độ x, y, z) của từng cây xanh và các thuộc tính thu thập được trên ảnh trực giao, đám mây điểm, mô hình số bề mặt và từ thực địa để gán mã ID chính xác với các thông tin thuộc tính thu thập được trong Bảng 2.

Bảng 2. Bảng gán mã ID chính xác với các thông tin thuộc tính thu thập trong phần mềm FME

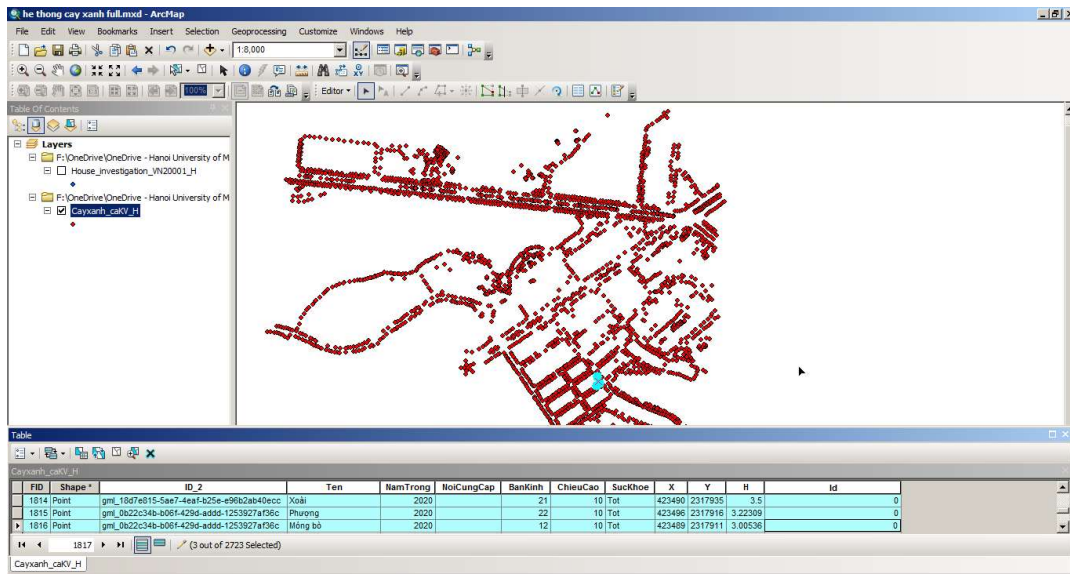
ID	Tên cây	Năm trồng	Đường kính (cm)	Chiều cao (m)	Sức khỏe
gml_ff51a7a5-9288-4f4e-9d02-25816fa2d6dc	Xoài	2017	30	11	Tốt
gml_ff456a7c-0cc8-4a7c-9ff5-4b01c8a5fdcc	Phượng	2020	21	9	Tốt
gml_fe4dc8e2-80fd-45f9-96d5-9e8853f9dc79	Móng bò	2020	13	8	Tốt
gml_fe48ac3d-ef2f-4359-b518-c3ab28083186	Dừa	2020	34	13	Tốt
...					

3.4.2. Liên kết với dữ liệu không gian 3D CityGML về hệ thống cây xanh

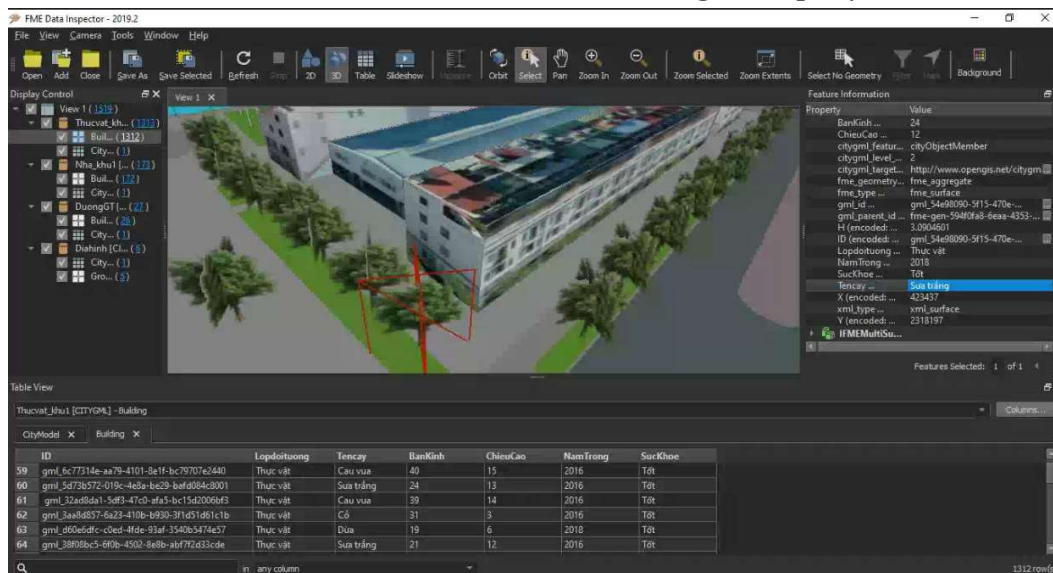
Các đối tượng cây xanh sau khi được nhập các thông tin thuộc tính thu thập được từ dữ liệu không gian và thực địa và mã đối tượng lấy từ dữ liệu không gian của đúng đối tượng cây xanh đó có kết quả như Hình 9. Dữ liệu này sẽ được sử dụng để kết nối với file dữ liệu không gian, mã đối tượng tuân theo mô hình quan hệ đối tượng thông qua mã này. Các

thông tin thuộc tính được kiểm tra, biên tập bằng tiếng Việt có dấu.

Sau khi kết nối dữ liệu thuộc tính các đối tượng cây xanh và dữ liệu không gian của đối tượng tương ứng theo đúng mã đối tượng (ID), phần mềm FME sẽ hiển thị bảng thuộc tính của từng đối tượng cây xanh (màu đỏ trong hình) tương ứng với mã đối tượng (ô màu xanh ở bên phải hình vẽ) và thông tin thuộc tính của đối tượng cây xanh đó trong bảng thuộc tính tương ứng với ID ở phía dưới của Hình 10.



Hình 9: Gán mã thuộc tính cho các đối tượng cho lớp cây xanh



Hình 10: Dữ liệu không gian 3D CityGML về hệ thống cây xanh khu vực thực nghiệm

4. Kết luận

Dữ liệu không gian địa lý 3D về hệ thống cây xanh xây dựng được dựa vào các dữ liệu đám mây điểm, mô hình số bề mặt và ảnh trực giao lấy từ ảnh chụp UAV. Ngoài ra, các thông tin thuộc tính được đo đạc, điều tra trực tiếp ngoài thực địa gồm vị trí, chiều cao, loại cây, đường kính ngang ngực, năm trồng, điều kiện sức khỏe của cây được nhập vào dữ liệu thuộc tính và liên kết với dữ liệu không gian đã được mô hình hóa bằng các đối

tượng cây xanh 3D trên các phần mềm GIS, Sketchup, FME và Excel.

Cây xanh là một thành phần không thể thiếu của môi trường đô thị và quan trọng đối với sức khỏe con người, các biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu và chuyển đổi đô thị bền vững. Quản lý chiến lược hệ thống cây xanh đô thị sẽ hỗ trợ chuyển đổi hướng tới các thành phố bền vững hơn và thích ứng với biến đổi khí hậu bằng cách cung cấp các giải pháp dựa trên thiên nhiên.

Nghiên cứu

Lời cảm ơn: Bài báo được hỗ trợ dữ liệu và kinh phí từ đề tài KHCN cấp Cơ sở, mã số T22-48 của Trường Đại học Mở - Địa chất: “Nghiên cứu thành lập mô hình 3D công trình xây dựng cấp độ chi tiết cao (LoD3) bằng kết hợp công nghệ máy bay không người lái (UAV) và quét Laser mặt đất” và cấp Bộ TN&MT: Nghiên cứu ứng dụng công nghệ địa không gian xây dựng dữ liệu không gian địa lý 3D cho thành phố thông minh ven biển phù hợp với điều kiện Việt Nam, thí điểm tại khu vực TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh. Mã số: TNMT.2021.04.04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Xây dựng (2018). *Nghị định về quản lý cây xanh đô thị*. Văn bản hợp nhất số 05/VBHN-BXD của Bộ Xây dựng, 13 trang.
- [2]. Lê Thị Thu Hà và nnk (2022). *Nghiên cứu kết hợp công nghệ máy bay không người lái (UAV) và quét Laser mặt đất thành lập mô hình 3D cấp độ chi tiết cao (LoD 3) cho nhà cao tầng trong khu vực đô thị*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mở - Địa chất 63(4), 24 - 34.
- [3]. Vũ Đăng Cường (2012). *Ứng dụng GIS trong xây dựng CSDL GIS 3D căn cứ Hải quân (xây dựng thử nghiệm cho căn cứ Phú Lâm - Hoàng Sa)*. Luận văn ThS. Địa lý tự nhiên: 60 44 76
- [4]. De Jong, M., Joss, S., Schraven, D., Zhan, C., Weijnen, M. (2015). *Sustainable smart resilient low carbon eco knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization*. Journal of Cleaner Production, 109, p. 25 - 38.
- [5]. De-Zhu Gui, Zong-Jian Lin, Cheng-Cheng Zhang, Xiao-Dong Zhi (2009). *Automated texture mapping of 3D city models with images of wide-angle and light small combined digital camera system for UAV*. Proc. SPIE 7498, MIPPR 2009: Remote Sensing and GIS Data Processing and Other Applications, 74982A.
- [6]. Egusquiza, A., Prieto, I., LuisIzkara, J., Béjar, R. (2018). *Multi-scale urban data models for early-stage suitability assessment of energy conservation measures in historic urban areas*. Energy Build, 164, p. 87 - 98.
- [7]. Bùi Thế Duy (2011). *Xây dựng mô hình ba chiều của trường ĐHQG Hà Nội bằng máy quay cầm tay và các ứng dụng trong mô hình ba chiều này*. Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu khoa học cấp Đại học Quốc gia do Trường Đại học Công nghệ quản lý. Mã số: QC.05.02, 60 trang.
- [8]. Dương Văn Hải, Bùi Huy Hoàng, Cáp Xuân Tú, Trần Đức Thuận (2017). *Nghiên cứu, ứng dụng các công nghệ thu thập dữ liệu không gian địa lý phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu đa mục tiêu*. Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam. 15 trang.
- [9]. Vũ Phan Long, Vũ Văn Chất, Nguyễn Vũ Giang (2017). *Bay chụp ảnh bằng máy bay không người lái (UAV) thành lập bản đồ không gian 3 chiều (3D)*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, 31, p. 23 - 28.
- [10]. Cáp Xuân Tú, Võ Thị Kim Giao, Đỗ Trọng Hiếu (2017). *Nghiên cứu, xây dựng quy trình thành lập cơ sở dữ liệu không gian địa lý và bản đồ ba chiều tỷ lệ lớn*. Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam. 14 trang.
- [11]. Đặng Thanh Tùng (2011). *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ Lidar thành lập bản đồ 3D khu vực đô thị*. Luận văn ThS. Địa lý tự nhiên: 60 44 76.
- [12]. Biljecki, Jantien Stoter, Hugo Ledoux, Sisi Zlatanova and Arzu Çöltekin (2015). *Applications of 3D city models: State of the Art review*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 4(4), p. 2842 - 2889.
- [13]. Çağdaş, V. (2013). *An application domain extension to CityGML for immovable property taxation: A Turkish case study*. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf., 21, p. 545 - 555.

BBT nhận bài: 09/5/2023; Phản biện xong: 02/6/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023