



Original Article

# Integrate Geospatial Data from Google Places API and OpenStreetMap for Gas Station Mapping in Hanoi, Vietnam

Nguyen Viet Thanh<sup>1</sup>, Hoang Anh Le<sup>1,\*</sup>, Do Minh Phuong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Sciences,  
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*Technology Inspection Center, Department of Digital Transformation,  
Ministry of Agriculture and Environment of Vietnam, 2 Ngoc Ha, Ba Dinh, Hanoi, Vietnam*

Received 08<sup>th</sup> August 2025

Revised 15<sup>th</sup> September 2025; Accepted 30<sup>th</sup> September 2025

**Abstract:** Visualizing the spatial distribution of gas stations supports the assessment of service coverage, optimization of fuel supply, urban planning, and environmental impact control related to the emission of hazardous gases during fuel distribution. This study focuses on mapping the distribution of gas stations across Hanoi by integrating data from Google Places API and OpenStreetMap into a Geographic Information System (GIS). Using Python programming, data were collected, cleaned, and processed to determine the location, density, and spatial distribution of gas stations throughout the city. The results reveal that in 2024, Hanoi had a total of 382 gas stations, with an average density of 0.11 stations per km<sup>2</sup> and 0.05 stations per 1,000 inhabitants. The spatial distribution varies significantly between urban and suburban districts. This approach is scalable to other cities and provides a foundation for estimating vapor emissions and other pollutants generated during fuel distribution, contributing to improved energy management and sustainable development toward net-zero emissions in the future.

**Keywords:** Gas stations, GIS, Hanoi, environment, urban planning.

\* Corresponding author.

E-mail address: [leha@hus.edu.vn](mailto:leha@hus.edu.vn)

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuées.5429>

# Tích hợp dữ liệu không gian địa lý (Google Places API và OpenStreetMap) để lập bản đồ trạm xăng trên địa bàn Thành phố Hà Nội

Nguyễn Việt Thanh<sup>1</sup>, Hoàng Anh Lê<sup>1,\*</sup>, Đỗ Minh Phương<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,  
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Trung tâm Kiểm định, Cục Chuyển đổi số, Bộ Nông nghiệp và Môi trường,  
Số 2, Ngọc Hà, Ba Đình, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2025

Chỉnh sửa ngày 15 tháng 9 năm 2025; Chấp nhận đăng ngày 30 tháng 9 năm 2025

**Tóm tắt:** Trục quan hóa dữ liệu sự phân bố trạm xăng giúp giúp đánh giá sự phân bố, tối ưu hóa cung cấp nhiên liệu, hỗ trợ quy hoạch đô thị và kiểm soát tác động môi trường do phát thải các chất khí độc hại vào môi trường trong quá trình cung cấp nhiên liệu. Nghiên cứu này tập trung vào việc thành lập bản đồ phân bố trạm xăng trên địa bàn thành phố Hà Nội bằng cách tích hợp dữ liệu từ Google Places API và OpenStreetMap vào hệ thống thông tin địa lý (GIS). Sử dụng ngôn ngữ lập trình Python, dữ liệu được thu thập, làm sạch và xử lý để xác định vị trí, mật độ và sự phân bố không gian của các trạm xăng trên toàn thành phố. Kết quả nghiên cứu cho thấy, vào năm 2024, toàn thành phố Hà Nội có 382 trạm xăng, với mật độ trung bình 0,11 trạm/km<sup>2</sup> và 0,05 trạm/1.000 người. Phân bố số lượng trạm xăng có sự khác biệt đáng kể giữa các quận nội thành và ngoại thành. Phương pháp nghiên cứu này có thể mở rộng áp dụng cho các đô thị khác, là tiền đề cho việc tính toán lượng hơi khí độc và các chất ô nhiễm khác phát sinh trong quá trình cung ứng xăng dầu, góp phần nâng cao quản lý năng lượng, phát triển bền vững theo mục tiêu phát thải ròng bằng không (net-zero emissions) trong tương lai.

**Từ khóa:** Trạm xăng dầu, GIS, Hà Nội, môi trường, quy hoạch đô thị.

## 1. Mở đầu

Tình trạng ô nhiễm không khí (ÔNKK) do phát thải các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (Volatile Organic Compounds - VOCs) từ các trạm xăng dầu được xem là một thách thức môi trường nghiêm trọng tại các đô thị lớn, ví dụ ở thành phố Hà Nội [1]. VOCs có thể được phát tán ra môi trường trong quá trình nạp nhiên liệu từ xe vận chuyển xuống bồn chứa, bơm nhiên liệu từ trạm xăng vào phương tiện sử dụng, hoặc

bị rò rỉ từ bồn chứa và bay hơi qua hệ thống đường ống cung cấp xăng dầu [1, 2]. Sự có mặt của VOCs không chỉ làm suy giảm chất lượng không khí mà còn làm gia tăng nguy cơ mắc các bệnh về đường hô hấp, tim mạch và ung thư, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe cộng đồng và hệ sinh thái đô thị [3, 4]. Tuy nhiên, việc đánh giá chính xác tác động môi trường và đề xuất các giải pháp kiểm soát hiệu quả gặp nhiều khó khăn do dữ liệu về phân bố không gian của các trạm xăng dầu hiện nay còn hạn chế, không

\* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: leha@hus.edu.vn

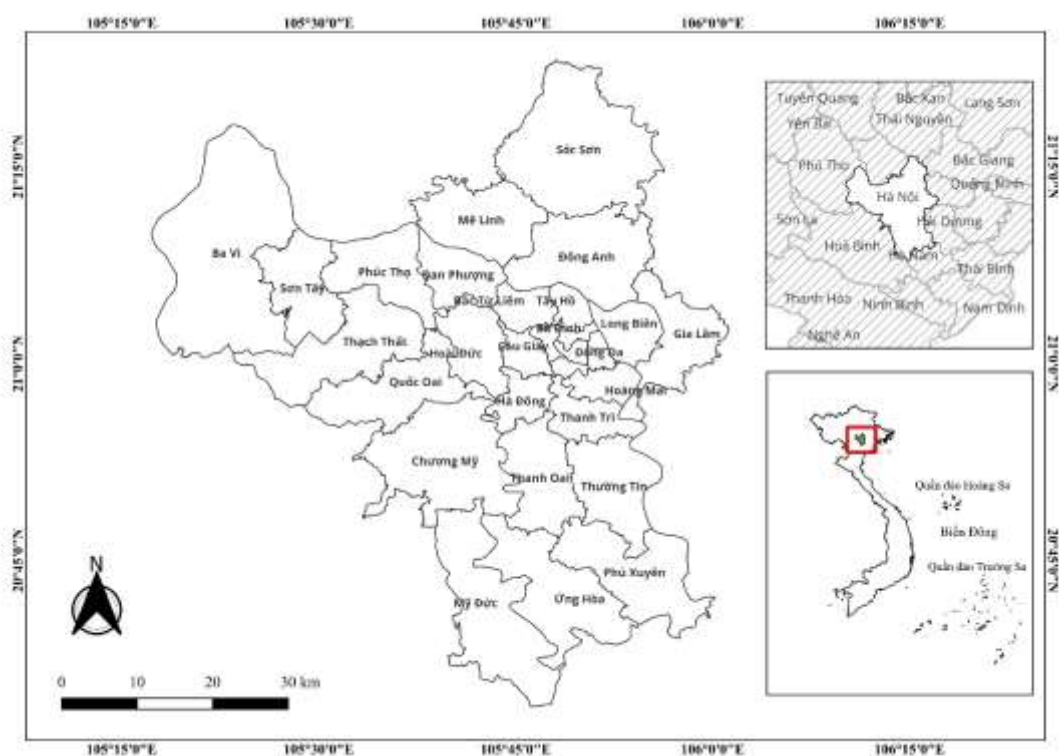
<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5429>

đồng nhất và bị phân mảnh. Do đó, việc thu thập, xử lý và phân tích dữ liệu không gian địa lý trở nên cấp thiết để xác định các khu vực phát thải cao và hỗ trợ quá trình ra quyết định trong quản lý đô thị.

Nghiên cứu này ứng dụng dữ liệu lớn từ Google Place API và OpenStreetMap (OSM) để thu thập thông tin chi tiết về vị trí và đặc điểm hoạt động của các trạm xăng trên địa bàn thành phố Hà Nội. Dữ liệu từ OSM, một nền tảng địa lý dựa trên cộng đồng, đã được chứng minh trong nhiều nghiên cứu là có độ chính xác về vị trí cao và là một nguồn dữ liệu giá trị cho các phân tích không gian, đặc biệt là ở các khu vực đô thị [5]. Thông qua ngôn ngữ lập trình Python, dữ liệu được xử lý và tích hợp vào hệ thống thông tin địa lý (GIS) để xây dựng bản đồ phân bố các trạm xăng. Phương pháp này mang lại nhiều ưu điểm vượt trội, bao gồm khả năng xử lý dữ liệu lớn, cập nhật thông tin theo thời gian thực và nâng cao độ chính xác trong việc phát hiện các khu vực phát thải cao. Đồng thời, việc kết hợp GIS

với các thuật toán học máy và phát hiện trùng lặp giúp loại bỏ các sai sót dữ liệu và cải thiện độ tin cậy trong việc định vị các trạm xăng dầu [6 - 8].

Kết quả nghiên cứu không chỉ cung cấp một công cụ hiệu quả hỗ trợ các nhà quản lý trong việc quy hoạch đô thị và thực hiện các chính sách kiểm soát phát thải, mà còn tạo ra cơ sở dữ liệu khoa học phục vụ cho việc kiểm kê khí thải và đánh giá tác động của các trạm xăng đối với sức khỏe người lao động và cộng đồng. Bên cạnh đó, việc công khai thông tin chi tiết về phân bố không gian của các trạm xăng sẽ góp phần nâng cao nhận thức cộng đồng về bảo vệ môi trường. Phương pháp tiếp cận này không chỉ có ý nghĩa thực tiễn đối với Hà Nội mà còn có thể mở rộng áp dụng cho các đô thị khác, nơi mà vấn đề ÔNKK và quản lý năng lượng đang là thách thức cấp bách, hướng tới phát triển đô thị xanh, thông minh, bền vững và hoàn thành được mục tiêu phát thải ròng bằng không (net-zero emissions) vào năm 2050 như Chính phủ đã cam kết.



Hình 1. Vị trí và ranh giới hành chính địa bàn Thành phố Hà Nội.

## 2. Địa điểm nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Địa điểm nghiên cứu

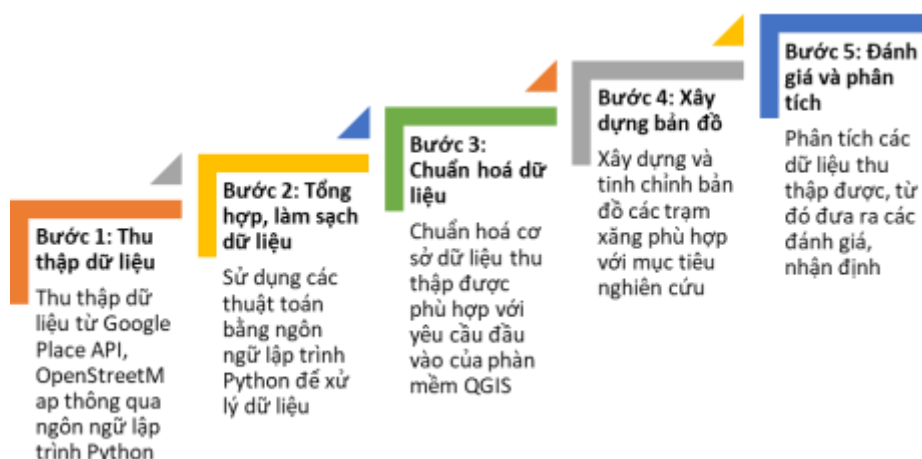
Thành phố Hà Nội, thủ đô của Việt Nam, nằm ở phía Tây Bắc của vùng đồng bằng châu thổ sông Hồng, với địa hình đa dạng bao gồm vùng đồng bằng trung tâm và khu vực đồi núi ở phía Bắc và phía Tây thành phố [9]. Với tổng diện tích 3.359,84 km<sup>2</sup> và dân số trung bình năm 2023 đạt 8,587 triệu người, mật độ dân số đạt 2.555,8 người/km<sup>2</sup> [9]. Đáng chú ý, dân cư phân bố không đồng đều, với mật độ trung bình tại 12 quận nội thành lên tới 18.904,7 người/km<sup>2</sup>, cho thấy mức độ tập trung dân số cao và tốc độ đô thị hóa phát triển nhanh chóng [9]. Nhóm tác giả ghi nhận các thay đổi về cơ cấu đơn vị hành chính của Hà Nội theo Nghị quyết 1656/NQ-UBTVQH15 sắp xếp các đơn vị hành chính cấp xã của Thành phố Hà Nội năm 2025 do Ủy ban Thường vụ Quốc hội ban hành trong thời gian gần đây, tuy nhiên để đảm bảo tính nhất quán với nguồn dữ liệu thu thập được tại thời điểm nghiên cứu (Quý III năm 2024), nghiên cứu vẫn sử dụng mô hình 30 đơn vị này.

Năm 2023, GRDP của Hà Nội tăng 6,27%, trong khi tổng thu ngân sách nhà nước vượt 13,5% so với dự toán và tăng 20% so với năm trước. Thành phố thu hút hơn 3,1 tỷ USD vốn FDI và đón gần 5,1 triệu lượt khách du lịch, tăng 93,2% so với năm 2022. Tổng mức bán lẻ hàng

hóa và dịch vụ tăng 9,9%, chỉ số giá tiêu dùng (CPI) được kiểm soát, với mức tăng bình quân 2,04%. Sản xuất nông nghiệp duy trì ổn định, đảm bảo nguồn cung thực phẩm, trong khi các lĩnh vực văn hóa, giáo dục và y tế được chú trọng. Tuy nhiên, Hà Nội vẫn đối mặt với những thách thức như tốc độ tăng trưởng công nghiệp chậm, kim ngạch xuất nhập khẩu giảm và tỷ lệ giải ngân vốn đầu tư thấp, ảnh hưởng đến sự phát triển bền vững của thành phố [9]. Với sự phát triển kinh tế - xã hội năng động nhưng cũng đầy thách thức, Hà Nội đang trở thành một tâm điểm với nhiều vấn đề môi trường cần giải quyết, đặc biệt là đánh giá tác động của phát thải từ hệ thống trạm xăng dầu trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng, mật độ dân số và nhu cầu sử dụng phương tiện cao.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình thực hiện nghiên cứu được tiến hành bao gồm năm bước chính như đã được mô tả trong Hình 2. Ngoài ra, để đạt được mục tiêu nghiên cứu, một hệ thống thu thập dữ liệu theo kiến trúc module thiết kế và triển khai, bao gồm các thành phần chức năng chính: i) Thu thập dữ liệu từ Google Places API; ii) Thu thập dữ liệu từ OSM; iii) Hợp nhất và làm sạch dữ liệu; và iv) Xuất dữ liệu theo định dạng chuẩn GIS. Cấu trúc này cho phép mở rộng thêm các nguồn dữ liệu trong tương lai mà không ảnh hưởng đến cấu trúc tổng thể của hệ thống.



Hình 2. Sơ đồ các bước thực hiện.

### 2.2.1. Phương pháp thu thập dữ liệu từ Google Places API

Nghiên cứu này áp dụng kỹ thuật truy vấn theo tham số không gian để thu thập dữ liệu từ Google Places API. Thuật toán được triển khai sử dụng phương pháp tìm kiếm theo khu vực địa lý (*geocentric search*) với các tham số chính: Tọa độ trung tâm của Hà Nội (21.0278°N, 105.8342°E) làm điểm tham chiếu; Bán kính tìm kiếm 50 km nhằm đảm bảo bao phủ toàn bộ địa bàn thành phố Hà Nội; Bộ lọc loại hình cơ sở "*gas\_station*" để thu thập thông tin chỉ riêng các trạm xăng dầu trên địa bàn nghiên cứu; Thuật toán đã được tối ưu để xử lý phân trang (*pagination*) thông qua việc triển khai cơ chế lặp liên tục (*continuous iteration*) với tham số "*next\_page\_token*", đảm bảo thu thập đầy đủ các kết quả vượt quá giới hạn mặc định của API. Để đảm bảo tính hiệu quả và tuân thủ hạn chế tốc độ của API, kỹ thuật nghỉ định thời (*time-delay mechanism*) được áp dụng giữa các lần truy vấn liên tiếp.

### 2.2.2. Phương pháp thu thập dữ liệu từ OpenStreetMap

Nghiên cứu giới hạn việc sử dụng OSM trong việc truy xuất tọa độ trạm xăng qua API. Toàn bộ nền bản đồ dùng để trực quan hóa đều được lấy từ nguồn dữ liệu chính thống và nhóm tác giả biên tập, đảm bảo tính pháp lý và tuân thủ quy định về chủ quyền lãnh thổ Việt Nam. Để truy xuất dữ liệu từ OSM, nghiên cứu sử dụng phương pháp truy vấn Overpass API thông qua thư viện *overpy*. Thuật toán được xây dựng trên cơ sở ngôn ngữ truy vấn Overpass QL, với chiến lược tìm kiếm đa cấu trúc (*multi-structure search*) nhằm thu thập đồng thời các đối tượng không gian dạng điểm (*node*), đường (*way*) và quan hệ (*relation*) có thuộc tính "*amenity=fuel*" trong hệ thống OSM.

Phạm vi không gian được xác định bởi bounding box (20.9°N, 105.6°E, 21.2°N, 106.0°E), được tính toán dựa trên ranh giới hành chính mở rộng của thành phố Hà Nội. Việc áp dụng toán tử "*out center*" để chuyển đổi các đối tượng không gian phức tạp (*way, relation*) thành điểm trung tâm, đảm bảo tính nhất quán giữa các

loại đối tượng không gian thu thập được. Thuật toán cũng bao gồm cơ chế xử lý thông tin địa chỉ phân tán (*distributed address information*) thông qua việc tổng hợp các trường thông tin "*addr:housenumber*" và "*addr:street*" khi trường "*addr:full*" không tồn tại.

### 2.2.3. Tổng hợp và làm sạch dữ liệu

Quá trình này được áp dụng để tổ chức, sắp xếp và đưa dữ liệu về một cấu trúc thống nhất phục vụ cho quá trình quản lý và phân tích số liệu sau này. Giai đoạn này bao gồm việc xử lý dữ liệu trùng lặp, điền giá trị còn thiếu và chuyển đổi định dạng dữ liệu nếu cần thiết.

Sau khi thu thập dữ liệu từ các nguồn khác nhau, thuật toán hợp nhất và xử lý dữ liệu được áp dụng để loại bỏ các kết quả trùng lặp. Thuật toán này dựa trên kỹ thuật làm tròn tọa độ địa lý (*coordinate rounding*) và xác định duy nhất (*unique identification*) thông qua khóa tọa độ. Cụ thể: Các tọa độ địa lý (vĩ độ, kinh độ) được làm tròn đến 5 chữ số thập phân, tương đương với độ chính xác khoảng 1,11 m tại vĩ độ của Hà Nội; Mỗi cặp tọa độ được chuyển đổi thành chuỗi duy nhất theo định dạng "*lat,lng*"; Áp dụng cấu trúc dữ liệu tập hợp (*set*) để theo dõi các tọa độ đã xuất hiện, phương pháp này đảm bảo loại bỏ hiệu quả các bản ghi trùng lặp giữa hai nguồn dữ liệu, đồng thời duy trì độ chính xác không gian của dữ liệu gốc.

### 2.2.4. Chuẩn hóa dữ liệu

Để đảm bảo tính tương thích với các hệ thống GIS, dữ liệu được lưu vào tệp tin định dạng CSV với các trường thông tin được chuẩn hóa. Quy trình này bao gồm: định nghĩa cấu trúc dữ liệu thống nhất với các trường: tên (*name*), địa chỉ (*address*), vĩ độ (*lat*), kinh độ (*lng*) và mô tả (*description*); Áp dụng mã hóa UTF-8 để đảm bảo khả năng hiển thị chính xác các ký tự tiếng Việt; Xuất dữ liệu theo định dạng CSV (Comma-Separated Values), đảm bảo tính tương thích cao với phần mềm QGIS; Tệp tin chứa dữ liệu được thiết lập ở định dạng CSV với cấu trúc đơn giản cho phép ứng dụng linh hoạt, dữ liệu được truy cập và xử lý bởi nhiều hệ thống khác nhau mà không cần chuyển đổi phức tạp.

Nghiên cứu này được triển khai bằng ngôn ngữ lập trình Python, với các thư viện chuyên dụng cho xử lý dữ liệu địa không gian và API: Requests: Thư viện này được sử dụng để thực hiện các yêu cầu HTTP đến Google Places API, với các tính năng xử lý tham số URL và phân tích cú pháp JSON; Overpy: Một thư viện Python chuyên dụng cho Overpass API của OSM, cung cấp giao diện lập trình để thực hiện các truy vấn phức tạp và xử lý kết quả trả về; Geopy: Thư viện địa lý Python, được sử dụng để hỗ trợ các thao tác địa lý như xác định vị trí và tính toán khoảng cách; CSV: Module tiêu chuẩn của Python để xử lý các tệp giá trị phân cách bằng dấu phẩy, đảm bảo xuất dữ liệu chính xác theo định dạng yêu cầu. Việc sử dụng các thư viện này đảm bảo hiệu suất cao và độ tin cậy trong quá trình thu thập và xử lý dữ liệu.

Ngoài ra, hệ thống được thiết kế với giao diện dòng lệnh tương tác, cho phép người dùng: Nhập API key của Google Places; Theo dõi quá trình thu thập dữ liệu thông qua các thông báo tiến trình; Nhận thông báo kết quả và thống kê về dữ liệu thu thập được. Thiết kế này đảm bảo tính linh hoạt và khả năng tích hợp vào các quy trình tự động hóa lớn hơn, đồng thời cung cấp trải nghiệm người dùng trực quan thông qua các thông báo tiến trình chi tiết.

#### 2.2.5. Xây dựng bản đồ khu vực nghiên cứu

Dữ liệu địa không gian về trạm xăng dầu tại Hà Nội sau khi được thu thập, xử lý và chuẩn hóa theo các phương pháp được mô tả ở trên, được tiếp tục ứng dụng trong việc xây dựng bản đồ phân bố không gian thông qua phần mềm QGIS (Quantum GIS). QGIS là một phần mềm mã nguồn mở mạnh mẽ dành cho hệ thống thông tin địa lý (GIS), cung cấp các công cụ đa dạng để thu thập, xử lý, phân tích và trực quan hóa dữ liệu không gian. Được phát triển theo mô hình cộng đồng, QGIS hỗ trợ nhiều định dạng dữ liệu không gian và các dịch vụ bản đồ trực tuyến. Nhờ tính linh hoạt và khả năng tương thích cao, phần mềm này đã trở thành một công cụ quan trọng trong nghiên cứu khoa học, quy hoạch đô thị, quản lý tài nguyên thiên nhiên và giám sát môi trường.

Trong nghiên cứu, dữ liệu từ tệp tin CSV "*gas\_stations\_hanoi.csv*" được nhập vào QGIS bằng phương pháp nhập dữ liệu định dạng phân cách, định dạng CSV, sử dụng mã hóa UTF-8 để xây dựng lớp thông tin vị trí và các dữ liệu liên quan của các trạm xăng dầu trên địa bàn thành phố Hà Nội. Sau khi dữ liệu đã được nhập vào QGIS, lớp dữ liệu ranh giới hành chính được thêm vào nhằm giúp người dùng có thể xác định được sự phân bố của các trạm xăng dầu, đồng thời lớp dữ liệu này được sử dụng trong quá trình lọc và đánh giá chất lượng dữ liệu thu thập được từ Google Place API và OSM. Trong quá trình nhập, các trường "*lat*" và "*lng*" được xác định là các trường chứa tọa độ địa lý, tương ứng với các trục Y và X. Tiếp theo, quá trình xây dựng giao diện bản đồ và điều chỉnh các yếu tố đồ họa được sử dụng nhằm trực quan hóa dữ liệu. Quá trình này bao gồm việc lựa chọn bảng màu, điều chỉnh kích thước và xác định nhãn, biểu tượng phù hợp, đảm bảo tính nhất quán và tối ưu hóa khả năng truyền tải thông tin theo mục tiêu nghiên cứu.

### 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

#### 3.1. Xây dựng bản đồ phân bố trạm xăng trên địa bàn Thành phố Hà Nội

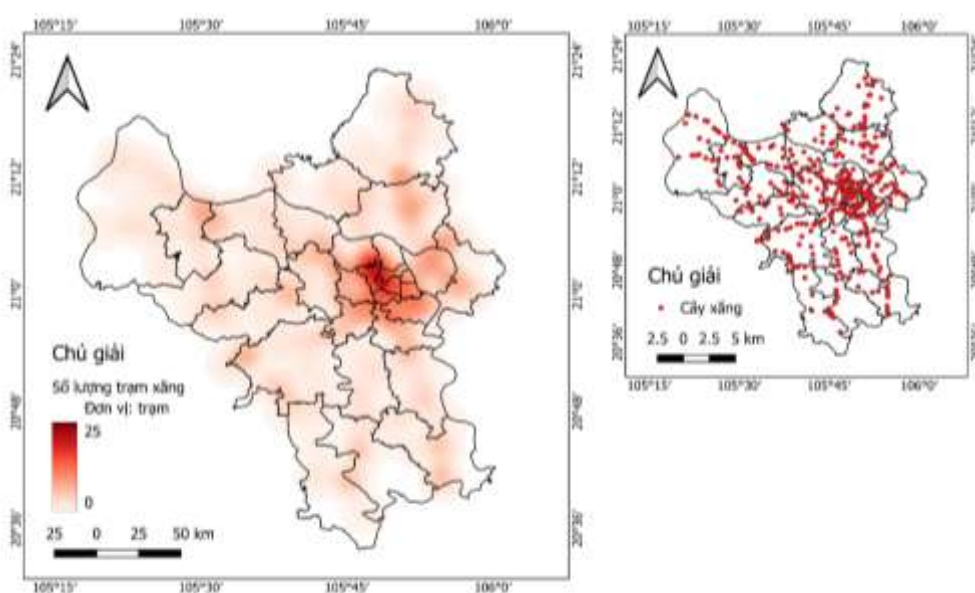
Thông qua việc tích hợp và xử lý dữ liệu từ Google Places API và OSM, nghiên cứu đã xây dựng được một bộ dữ liệu không gian toàn diện về hệ thống trạm xăng trên địa bàn thành phố Hà Nội tính đến quý III năm 2024. Kết quả thống kê cho thấy, toàn thành phố có tổng cộng 382 trạm xăng đang hoạt động. Quá trình hợp nhất dữ liệu từ Google Places API (n=393) và OSM (n=154) đã xác định và loại bỏ 70 bản ghi trùng lặp. Việc loại bỏ các bản ghi trùng lặp trong quá trình làm sạch được thực hiện bằng cách làm tròn tọa độ đến 5 chữ số thập phân, tạo thành bộ dữ liệu cuối cùng gồm 382 địa điểm. Với tổng diện tích 3.359,85 km<sup>2</sup> và dân số trung bình 8.587.100 người, mật độ phân bố trung bình trên toàn thành phố là 0,1137 trạm/km<sup>2</sup> và 0,0445 trạm/1.000 người, chi tiết về sự phân bố các trạm được thể hiện trong Hình 3. Xét về số lượng, Chương Mỹ có số trạm cung cấp xăng dầu nhiều nhất thành



phố (28 trạm), tiếp theo là Sóc Sơn và Đông Anh (cùng 24 trạm). Những khu vực này có diện tích lớn (lần lượt 237,48 km<sup>2</sup>, 305,51 km<sup>2</sup> và 185,68 km<sup>2</sup>) và dân số đáng kể (355.600, 366.100 và 415.600 người). Kết quả cho thấy có mối liên hệ giữa quy mô địa lý - dân số và phân bố số lượng trạm xăng trên địa bàn đô. Tuy nhiên, các chỉ số trung bình này, mặc dù cung cấp một cái nhìn tổng quan, lại che khuất sự khác biệt và tính không đồng nhất rất lớn trong việc phân bố cơ sở hạ tầng nhiên liệu khi phân tích chi tiết ở cấp độ xã/phường, nơi các yếu tố về mật độ dân cư và nhu cầu sử dụng nhiên liệu, điều kiện kinh tế - xã hội và quy hoạch đô thị có ảnh hưởng rõ rệt hơn.

Cụ thể, kết quả phân tích ở cấp độ hành chính nhỏ hơn cho thấy sự phân hóa sâu sắc về số

lượng các trạm xăng dầu (Hình 3). Về số lượng, các khu vực ngoại thành có diện tích lớn chiếm ưu thế, dẫn đầu là Chương Mỹ (28 trạm), tiếp theo là Sóc Sơn và Đông Anh (cùng 24 trạm). Xét về mật độ, khu vực Cầu Giấy ghi nhận giá trị cao nhất với 0,88 trạm/km<sup>2</sup>, gấp gần 8 lần mức trung bình toàn thành phố. Ngược lại, các khu vực ngoại thành như Ba Vì (0,05 trạm/km<sup>2</sup>), Ứng Hòa (0,06 trạm/km<sup>2</sup>) và Mỹ Đức (0,05 trạm/km<sup>2</sup>) có tỷ lệ thấp nhất, phản ánh đặc điểm diện tích rộng (lần lượt 421,8 km<sup>2</sup>, 188,24 km<sup>2</sup> và 226,31 km<sup>2</sup>) với đặc điểm là mật độ dân cư và hoạt động giao thông ít hơn. Sự chênh lệch này bước đầu cho thấy vai trò của yếu tố địa lý và mức độ phát triển kinh tế - xã hội trong việc định hình phân bố trạm xăng dầu.



Hình 3. Phân bố các trạm xăng trên địa bàn Thành phố Hà Nội  
(Nguồn dữ liệu: Google Places API, OpenStreetMap).

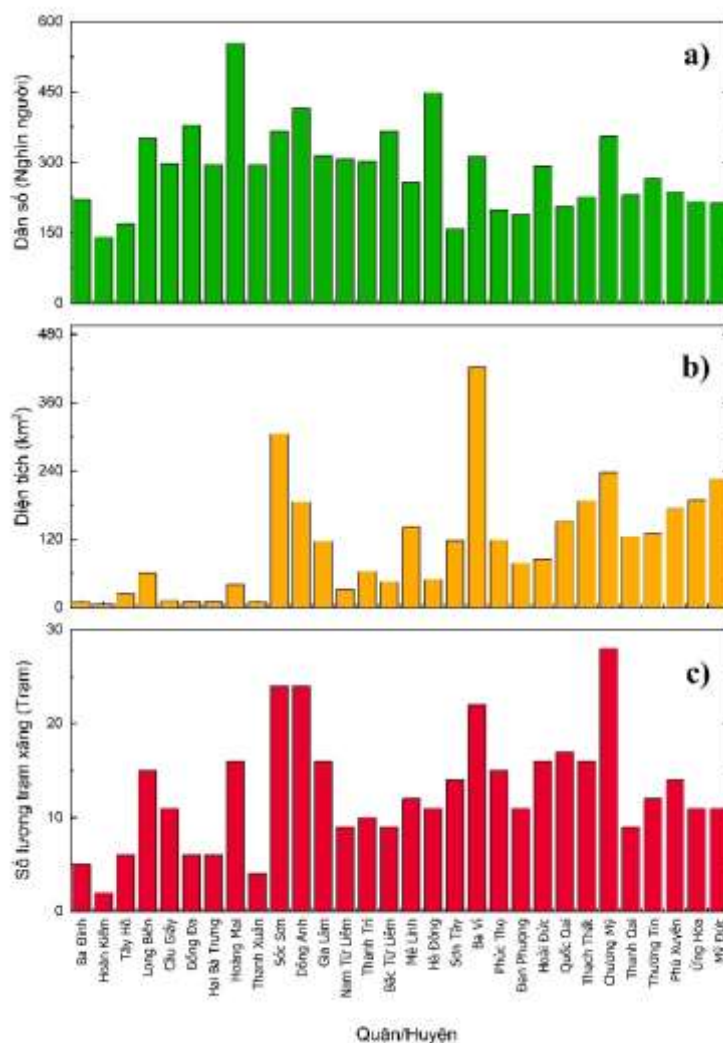
### 3.2. Phân tích mối tương quan giữa phân bố trạm xăng với diện tích và dân số

Để làm rõ các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân bố này, nghiên cứu đã tiến hành phân tích tương quan Pearson giữa số lượng trạm xăng với hai biến số chính là diện tích và dân số của 30 khu vực (theo ranh giới quận/huyện cũ). Kết quả

phân tích định lượng cho thấy một mối tương quan dương giữa diện tích và số lượng trạm xăng, với hệ số tương quan ( $r$ )=0,75. Mối quan hệ tuyến tính này (Hình 4) khẳng định rằng quy mô địa lý là một yếu tố chi phối đến số lượng các trạm xăng dầu. Các khu vực ngoại thành có diện tích càng lớn, thường đi kèm với mạng lưới giao thông liên vùng và các trục quốc lộ, có xu hướng

được phân bổ nhiều trạm xăng hơn để phục vụ nhu cầu vận tải và lưu thông. Ngược lại, mối tương quan giữa dân số và số lượng trạm xăng chỉ ở mức yếu, với hệ số tương quan  $(r)=0,36$ . Hệ

số này chỉ ra rằng quy mô dân số không phải là yếu tố dự báo đáng tin cậy cho số lượng trạm xăng tại khu vực đó.



Hình 4. Biểu đồ tương quan giữa (a) Diện tích, (b) Dân số và (c) Số lượng trạm xăng tại các khu vực của Hà Nội năm 2023 (Nguồn dữ liệu: tổng hợp từ Niên giám Thống kê 2023, Google Places API và OpenStreetMap).  
(Lưu ý nội dung trong ảnh dùng Quận/Huyện)

Hình 4 thể hiện mối tương quan về số lượng trạm xăng và dân số trên địa bàn quận/huyện đó. Kết quả cho thấy khu vực Sơn Tây đạt tỷ lệ trạm xăng trên 1.000 người cao nhất (0,09), mặc dù dân số trung bình chỉ ở mức 158.400 người. Điều này có thể liên quan đến vị trí địa lý đặc thù của

Sơn Tây, nằm xa trung tâm Hà Nội, đòi hỏi cơ sở hạ tầng nhiên liệu đủ để phục vụ các hoạt động vận tải và giao thông liên vùng. Trong khi đó, các khu vực trung tâm như Hoàn Kiếm (0,0142 trạm/1.000 người) và Thanh Xuân (0,0135 trạm/1.000 người) có tỷ lệ thấp hơn đáng kể, cho



thấy sự tập trung dân cư đông đúc (lần lượt 141.100 và 295.500 người) không tỷ lệ với số lượng trạm xăng. Điều này đặt ra câu hỏi về hiệu quả phân bổ cơ sở hạ tầng nhiên liệu tại các khu vực đô thị trung tâm, nơi nhu cầu giao thông cá nhân và cộng đồng đều ở mức cao.

Các kết quả định lượng trên không chỉ cung cấp một bộ dữ liệu cập nhật mà đưa ra vấn đề trong công tác quy hoạch cơ sở hạ tầng năng lượng của Hà Nội. Thứ nhất, việc quy hoạch hiện tại cho thấy sự ưu tiên rõ rệt cho mạng lưới giao thông hơn là mật độ dân cư. Mối tương quan với diện tích ( $r=0,75$ ) chứng tỏ các trạm xăng được xem như một phần của hạ tầng giao thông, được bố trí dọc các trục đường chính để đảm bảo tính kết nối và phục vụ các dòng phương tiện liên tỉnh, thay vì chỉ phục vụ nhu cầu nội tại của cộng đồng dân cư. Thứ hai, kết quả đã định lượng hóa một vấn đề tại vùng lõi đô thị. Mối tương quan yếu với dân số ( $r=0,36$ ) làm nổi bật sự "bất cân xứng": các quận có mật độ dân số cao nhất (như Đống Đa, Thanh Xuân) lại có tỷ lệ trạm xăng trên đầu người thuộc nhóm thấp nhất. Thực trạng này có thể được lý giải bởi chính sách hạn chế phát triển các công trình có nguy cơ ô nhiễm, cháy nổ trong khu vực trung tâm, cùng với yếu tố về quỹ đất hạn hẹp.

Việc xây dựng bản đồ phân bố các trạm xăng dầu tại thành phố Hà Nội bằng cách tích hợp GIS với dữ liệu từ Google Places API và OSM đã mang lại nhiều kết quả quan trọng, góp phần nâng cao hiệu quả quản lý đô thị và nghiên cứu môi trường: i) Cung cấp cơ sở dữ liệu chi tiết và cập nhật: Bộ dữ liệu thu thập và xử lý trong nghiên cứu này giúp cung cấp thông tin không gian chính xác về vị trí, quy mô và mật độ phân bố của các trạm xăng dầu trên địa bàn thành phố Hà Nội. Đây là nguồn dữ liệu quan trọng giúp các nhà nghiên cứu và các bên liên quan có cái nhìn tổng quan về sự phân bố của các cơ sở cung cấp nhiên liệu, đồng thời xác định các khu vực có mật độ trạm xăng cao hoặc thấp để hỗ trợ quy hoạch và phát triển cơ sở hạ tầng đô thị bền vững; ii) Hỗ trợ quản lý môi trường và kiểm soát phát thải: Bản đồ phân bố các trạm xăng dầu đóng vai trò quan trọng trong việc xác định các khu vực có nguy cơ phát thải cao, đặc biệt là phát thải các

hợp chất VOCs và các chất ÔNKK khác. Các cơ quan quản lý môi trường có thể sử dụng dữ liệu này để theo dõi, đánh giá tác động của trạm xăng đối với chất lượng không khí, từ đó đề xuất các biện pháp kiểm soát và quy hoạch hợp lý nhằm giảm thiểu ô nhiễm; iii) Hỗ trợ quy hoạch và tối ưu hóa phân bố trạm xăng: Kết quả nghiên cứu cung cấp một công cụ hỗ trợ ra quyết định cho các nhà quy hoạch đô thị trong việc đánh giá sự phân bố của các trạm xăng dầu so với các yếu tố khác như khu dân cư, hệ thống giao thông và các khu vực nhạy cảm về môi trường. Việc sử dụng GIS giúp trực quan hóa sự phân bố không gian của các trạm xăng, xác định các khu vực chưa được phục vụ đầy đủ hoặc có mật độ trạm xăng quá cao, từ đó đề xuất các chính sách điều chỉnh hợp lý; và iv) Tích hợp và mở rộng dữ liệu phục vụ nghiên cứu liên ngành: Dữ liệu thu thập được từ nghiên cứu này có thể tích hợp vào các nghiên cứu liên quan đến quy hoạch giao thông, đánh giá tác động môi trường và mô hình hóa nhu cầu năng lượng đô thị. Ngoài ra, phương pháp tiếp cận dựa trên Google Places API và OSM có thể được mở rộng để áp dụng cho các đô thị khác, góp phần xây dựng một cơ sở dữ liệu mở và có khả năng cập nhật liên tục về hệ thống cung cấp nhiên liệu tại các thành phố.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu này đã cung cấp một cái nhìn toàn diện về sự phân bố trạm xăng dầu tại Hà Nội, dựa trên bộ dữ liệu thu thập từ Google Places API và OSM, kết hợp với các công cụ GIS và lập trình Python. Với tổng cộng 382 trạm xăng phân bố trên diện tích 3.359,85 km<sup>2</sup> và dân số 8.587.100 người, Hà Nội đạt tỷ lệ trung bình 0,11 trạm/km<sup>2</sup> và 0,05 trạm/1.000 người. Tuy nhiên, phân tích tại 30 khu vực khác nhau trên địa bàn thành phố đã chỉ ra sự không đồng đều rõ rệt trong phân bố này, phản ánh những khác biệt về mức độ đô thị hóa, đặc điểm địa lý và nhu cầu sử dụng nhiên liệu giữa các vùng.

Mặc dù đạt được những kết quả quan trọng, nghiên cứu vẫn còn một số hạn chế. Thứ nhất, dữ liệu từ Google Places API và OSM có thể có độ trễ trong cập nhật và không phải lúc nào cũng

chính xác hoàn toàn; do đó, việc kiểm chứng thực địa là cần thiết để đánh giá độ tin cậy của bộ dữ liệu. Thứ hai, nghiên cứu chưa phân loại các trạm xăng theo quy mô, sản lượng hay thương hiệu, vốn là các yếu tố có thể ảnh hưởng đến mức độ phát thải. Đồng thời, hướng nghiên cứu tiếp theo có thể tập trung vào việc làm giàu bộ dữ liệu này bằng cách tích hợp thêm thông tin về lưu lượng giao thông, loại hình sử dụng đất. Ngoài ra, việc áp dụng các mô hình thống kê không gian như hồi quy hay phân cụm có thể giúp xác định sâu hơn các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân bố trạm xăng và các "điểm nóng" phát thải tiềm tàng.

Tóm lại, nghiên cứu này không chỉ cung cấp cơ sở dữ liệu giá trị cho công tác quy hoạch đô thị mà còn đặt nền tảng cho các nghiên cứu tiếp theo về kiểm kê khí thải, mô hình hóa lan truyền chất ô nhiễm, đánh giá các tác động môi trường và hiệu quả kinh tế của mạng lưới trạm xăng, góp phần vào sự phát triển bền vững của thủ đô Việt Nam trong bối cảnh đô thị hóa ngày càng gia tăng. Đây cũng là định hướng quy hoạch đô thị để Việt Nam hoàn thành mục tiêu phát thải ròng bằng không (net-zero emissions) vào năm 2050 như Chính phủ đã cam kết.

### Tài liệu tham khảo

- [1] L. N. Huy, N. T. K. Oanh, Emission Control for Volatile Organic Compounds from Gasoline Stations and Implication on Ozone-Forming Potential, *Atmospheric Pollut. Res.*, Vol. 11, No. 6, 2020, pp. 87-98, <https://doi.org/10.1016/j.apr.2020.03.002>.
- [2] US EPA, AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 5: Petroleum Industry, Available at: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-fifth-edition-volume-i>
- chapter-5-petroleum-1 (accessed on: August 1<sup>st</sup>, 2025).
- [3] X. Zhou, X. Zhou, C. Wang, H. Zhou, Environmental and Human Health Impacts of Volatile Organic Compounds: A Perspective Review, *Chemosphere*, Vol. 313, 2023, pp. 137489, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137489>.
- [4] C. Jia, X. Fu, B. Chauhan, Z. Xue, R. J. Kedia, C. S. Mishra, Exposure to Volatile Organic Compounds (Vocs) At Gas Stations: A Probabilistic Analysis, *Air Qual. Atmosphere Health*, Vol. 15, 2022, No. 3, pp. 465-477, <https://doi.org/10.1007/s11869-021-01124-5>.
- [5] F. Deri, F. Mara, C. Anselmi, Crowdsourced Data for Urban Planning: A Critical Evaluation of OpenStreetMap Accuracy and Completeness, *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2025 Workshops*, O. Gervasi, B. Murgante, C. Garau, Y. Karaca, M. N. Faginas Lago, F. Scorza, A. C. Braga, B.t.v, Cham: Springer Nature Switzerland, 2025, pp. 403-420, [https://doi.org/10.1007/978-3-031-97660-5\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-031-97660-5_27).
- [6] Z. Shi et al., Defining Archetypes of Mixed-Use Developments Using Google Maps API Data, *Environ. Plan. B*, Vol. 50, No. 6, 2023, pp. 1607-1623, <https://doi.org/10.1177/23998083221141428>.
- [7] M. P. Peterson, Online Mapping with APIs, trong *Online Maps with APIs and WebServices*, M. P. Peterson, B.t.v, Berlin, Heidelberg: Springer, 2012, pp. 3-12, [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27485-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27485-5_1).
- [8] M. P. Peterson, Evaluating Mapping APIs, *Modern Trends in Cartography: Selected Papers of Cartocon 2014*, J. Brus, A. Vondrakova, V. Vozenilek, B.t.v, Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 183-197, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07926-4\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07926-4_15).
- [9] General Statistics Office of Vietnam, Hanoi Statistical Yearbook 2023, Statistics Publishing House, 2024.