

Đánh giá sự chuyển đổi cơ cấu lớp phủ bề mặt giai đoạn 2005-2025 của TP. Hà Nội bằng dữ liệu viễn thám đa thời gian

Lê Thị Thu Hà^{1,2}, Nguyễn Văn Trung^{1,2*}, Hoàng Thị Thùy¹

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

²Nhóm nghiên cứu Công nghệ Địa tin học trong Khoa học Trái đất (GES),

Email tác giả liên hệ: nguyenvantrung@humg.edu.vn

<https://doi.org/10.67484/GeoGIS.83.1205.2026>

Tóm tắt: Biến động lớp phủ bề mặt là một trong những chỉ báo quan trọng phản ánh quá trình phát triển không gian và mức độ đô thị hóa tại các thành phố lớn. Thành phố Hà Nội trong giai đoạn 2005–2025 đã trải qua quá trình mở rộng đô thị mạnh mẽ, kéo theo sự thay đổi đáng kể về cơ cấu lớp phủ bề mặt. Bài báo trình bày kết quả đánh giá sự chuyển đổi cơ cấu lớp phủ bề mặt của thành phố Hà Nội thông qua khai thác dữ liệu viễn thám đa thời gian kết hợp phân tích không gian. Dữ liệu ảnh vệ tinh tại các mốc thời gian nghiên cứu 2005, 2015 và 2025 được thu thập và xử lý nhằm xây dựng hiện trạng lớp phủ bề mặt với các lớp đối tượng chính gồm: đất xây dựng, đất trống, thảm thực vật, và mặt nước. Trên cơ sở các kết quả phân loại và phân tích biến động theo chuỗi thời gian, nghiên cứu đã xác định được mức độ chuyển đổi giữa các loại lớp phủ bề mặt và đánh giá xu hướng phát triển không gian đô thị. Kết quả cho thấy cơ cấu lớp phủ đất xây dựng tăng liên tục trong suốt giai đoạn nghiên cứu và mở rộng chủ yếu theo hướng từ các quận huyện trung tâm ra vùng ven đô, trong khi diện tích đất trống, mặt nước và một phần diện tích thảm thực vật có xu hướng suy giảm. Quá trình chuyển đổi lớp phủ bề mặt thể hiện đặc trưng gia tăng mật độ xây dựng kết hợp mở rộng không gian đô thị theo các hành lang phát triển hạ tầng và khu vực đô thị mới. Kết quả nghiên cứu cũng đã khẳng định hiệu quả của việc sử dụng dữ liệu viễn thám đa thời gian trong theo dõi động thái lớp phủ bề mặt, đồng thời cung cấp cơ sở khoa học phục vụ công tác quản lý đất đai, quy hoạch không gian và định hướng phát triển đô thị bền vững cho thành phố Hà Nội.

Từ khóa: cơ cấu lớp phủ bề mặt; viễn thám đa thời gian; đô thị hóa; phân tích không gian; thành phố Hà Nội.

Ngày nhận bài: 23/06/2026 Ngày sửa lại: 12/07/2026 Ngày chấp nhận đăng: 16/07/2026 Ngày xuất bản: 30/10/2026

Assessment of Urban Land Cover Structure Change in Hanoi City from 2005 to 2025 Using Multi-Temporal Remote Sensing Data

Le Thi Thu Ha^{1,2}, Nguyen Van Trung^{1,2*}, Hoang Thi Thuy¹

¹Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

²Geomatics in Earth Sciences Research Group, Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

Corresponding Author Email: nguyenvantrung@humg.edu.vn

Abstract: Urban land cover change is one of the key indicators reflecting spatial development processes and the degree of urbanization in large cities. During the period from 2005 to 2025, Hanoi experienced rapid urban expansion, resulting in significant changes in the structure of surface land cover. This paper presents an assessment of urban land cover transformation in Hanoi through the integration of multi-temporal remote sensing data and spatial analysis techniques. Satellite imagery acquired for the study years of 2005, 2015, and 2025 was collected and processed to generate urban land cover maps consisting of four major classes: built-up land, bare land, vegetation cover, and water bodies. Based on land cover classification results and time-series change analysis, the study quantified the extent of transitions among land cover types and evaluated the spatial patterns of urban development. The results indicate that the proportion of built-up land increased continuously throughout the study period and expanded predominantly from central urban districts toward suburban areas, whereas the areas of bare land, water bodies, and part of the vegetation cover showed a declining trend. The land cover transformation process exhibited characteristics of increasing construction density combined with outward urban expansion along infrastructure development corridors and newly developed urban zones. The findings demonstrate the effectiveness of using multi-temporal remote sensing data for monitoring urban land cover dynamics and provide a scientific basis for land management, spatial planning, and sustainable urban development strategies in Hanoi.

Keywords: *urban land cover structure; multi-temporal remote sensing; urbanization; spatial analysis; Hanoi City.*

Submission received: 23/06/2026

Revised: 12/07/2026

Accepted: 16/07/2026

Published: 30/10/2026

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, quá trình đô thị hóa diễn ra với tốc độ nhanh đã làm thay đổi mạnh mẽ cấu trúc không gian và cơ cấu sử dụng đất tại nhiều đô thị lớn ở Việt Nam. Thành phố Hà Nội, với vai trò là trung tâm chính trị, kinh tế và văn hóa của cả nước, đang chứng kiến sự mở rộng không gian đô thị cùng với sự gia tăng mật độ xây dựng và phát triển hạ tầng [1]. Những biến động này không chỉ tác động đến hiện trạng lớp phủ bề mặt mà còn ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường sống, cân bằng sinh thái, khả năng thoát nước đô thị và định hướng phát triển bền vững [2]. Đánh giá sự chuyển đổi cơ cấu lớp phủ bề mặt là nhiệm vụ quan trọng nhằm nhận diện xu thế phát triển không gian, theo dõi quá trình chuyển đổi sử dụng đất và hỗ trợ công tác quy hoạch đô thị. Trong bối cảnh đó, công nghệ viễn thám kết hợp với hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã trở thành công cụ hiệu quả cho phép giám sát biến động lớp phủ bề mặt trên diện rộng với khả năng cập nhật theo thời gian, chi phí hợp lý và độ tin cậy cao [1,3].

Cùng với sự phát triển của công nghệ quan sát Trái Đất, dữ liệu viễn thám đa thời gian đã trở thành nguồn thông tin hiệu quả cho nghiên cứu biến động lớp phủ bề mặt và giám sát quá trình đô thị hóa [3]. So với các phương pháp điều tra truyền thống, dữ liệu ảnh vệ tinh cho phép thu nhận thông tin trên phạm vi rộng, bảo đảm tính đồng nhất theo thời gian và hỗ trợ đánh giá diễn biến không gian trong chuỗi dài hạn. Việc khai thác đồng thời thông tin phổ, không gian và thời gian từ chuỗi ảnh vệ tinh giúp nâng cao độ chính xác trong phân loại lớp phủ bề mặt và phát hiện biến động, đặc biệt đối với các khu vực đô thị có tính không đồng nhất cao [4]. Các nghiên cứu gần đây cũng cho thấy dữ liệu đa thời gian mang lại hiệu quả cao trong nhận dạng sự mở rộng đô thị và phân tích mối quan hệ giữa biến động lớp phủ bề mặt với các quá trình phát triển kinh tế - xã hội [3-5]. Mặc dù đã có một số nghiên cứu liên quan đến giám sát đô thị tại Hà Nội, phần lớn tập trung vào từng nhóm đối tượng lớp phủ bề mặt hoặc các giai đoạn thời gian ngắn [1-3,6,7]. Việc đánh giá tổng thể sự chuyển đổi cơ cấu lớp phủ bề mặt trong giai đoạn dài từ năm 2005 đến năm 2025 vẫn cần được tiếp tục nghiên cứu nhằm cung cấp cái nhìn toàn diện về động thái phát triển không gian đô thị. Đặc biệt sự chuyển dịch từ các lớp nước mặt và đất trống sang đất xây dựng thể hiện quá trình đô thị hóa. Kết quả này cũng giúp cho việc giám sát kế hoạch, quy hoạch sử dụng đất và hỗ trợ điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất trong tương lai.

Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn nêu trên, bài báo này thực hiện đánh giá sự chuyển đổi cơ cấu lớp phủ bề mặt của thành phố Hà Nội giai đoạn 2005-2025 trên cơ sở sử dụng dữ liệu viễn thám đa thời gian. Nội dung nghiên cứu tập trung vào: (i) xây dựng bản đồ lớp phủ bề mặt tại các thời điểm nghiên cứu; (ii) lượng hóa mức độ chuyển đổi giữa các nhóm lớp phủ bề mặt; và (iii) phân tích xu hướng mở rộng không gian đô thị nhằm hỗ trợ công tác quản lý sử dụng đất, quy hoạch không gian và phát triển đô thị bền vững.

2. Dữ liệu nghiên cứu

Các dữ liệu được thu thập và sử dụng cho nghiên cứu, bao gồm:

- Dữ liệu ảnh vệ tinh được sử dụng là 03 cảnh ảnh Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI và Landsat 9 OLI lấy từ trang web <https://glovis.usgs.gov> được lựa chọn tại các thời điểm nhằm bảo đảm tính đồng nhất về mùa vụ và điều kiện khí quyển trong giai đoạn 2005-2025 và đã được xử lý ở mức độ 2 (sản phẩm này đã được cải chỉnh biến dạng do chênh cao địa hình, đã được hiệu chỉnh các thông số khí quyển trong quá trình thu nhận ảnh để có được sản phẩm phổ phản xạ bề mặt đất). Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu bao gồm ảnh vệ tinh quang học đa thời gian bao gồm 11 kênh ảnh (Bảng 1).

Bảng 1. Các thông tin về dữ liệu ảnh vệ tinh được sử dụng trong nghiên cứu

STT	Tên ảnh	Ngày thu nhận ảnh	Kênh ảnh sử dụng cho mục đích nghiên cứu đề tài		Độ phân giải không gian
1	Landsat 5 TM	09/10/2005	Chiết xuất thông tin lớp phủ bề mặt đô thị	Band 1,2,3,4,5 và 7	30 m
2	Landsat 8 OLI	07/10/2015	Chiết xuất thông tin lớp phủ bề mặt đô thị	Band 1,2,3,4,5,6,7 và 9	30 m
3	Landsat 9 OLI	25/11/2025	Chiết xuất thông tin lớp phủ bề mặt đô thị	Band 1,2,3,4,5,6,7 và 9	30 m

- Dữ liệu ảnh độ phân giải tương đương 1 m được khai thác từ nền tảng Google Earth Pro tại thời điểm các năm nghiên cứu. Các ảnh này có độ phân giải không gian rất cao, cho phép nhận dạng trực quan các đối tượng bề mặt như khu vực đất xây dựng, thảm thực vật, mặt nước và khu vực đất trống. Bộ dữ liệu được sử dụng làm nguồn tham chiếu để số hóa các mẫu huấn luyện và mẫu kiểm tra phục vụ cho quá trình đánh giá độ chính xác các kết quả phân loại lớp phủ bề mặt từ ảnh vệ tinh.

3. Quy trình và phương pháp nghiên cứu

3.1. Quy trình nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu bao gồm các bước chính được thể hiện ở Hình 1.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

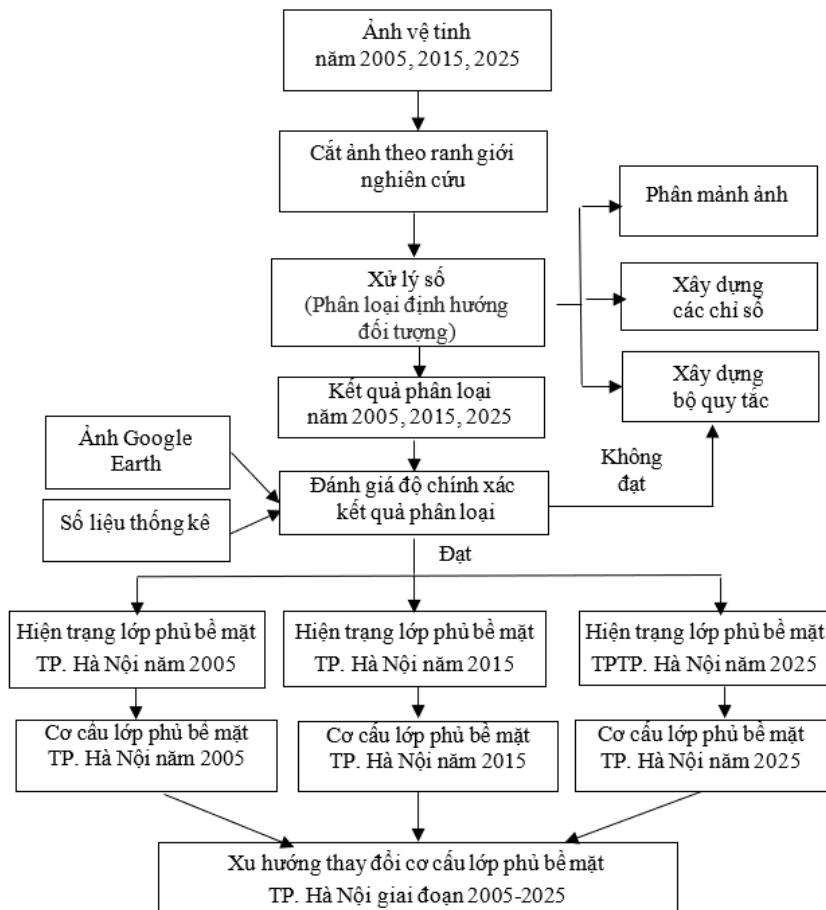
Phương pháp phân loại dựa trên đối tượng (Object-Based Image Analysis – OBIA) được áp dụng để phân loại chuỗi ảnh Landsat thu thập tại các thời điểm nghiên cứu thành bốn nhóm lớp phủ bề mặt chính gồm: đất xây dựng, thảm thực vật, mặt nước và đất trống. Khác với phương pháp phân loại dựa trên từng điểm ảnh truyền thống, phương pháp tiếp cận dựa trên đối tượng sử dụng các đối tượng ảnh (image objects) – được hình thành thông qua quá trình phân đoạn ảnh – làm đơn vị cơ bản cho quá trình nhận dạng và phân loại lớp phủ bề mặt [8,9].

Phương pháp này cho phép khai thác đồng thời nhiều đặc trưng của đối tượng như giá trị phổ, kết cấu, hình dạng, kích thước và mối quan hệ không gian, qua đó nâng cao khả năng phân biệt giữa các lớp phủ bề mặt có đặc điểm phổ tương đồng [10]. Đồng thời, việc

phân loại ở cấp độ đối tượng giúp giảm mức độ biến thiên nội lớp và hạn chế hiện tượng “muối tiêu” (salt-and-pepper effect), vốn thường xuất hiện trong các phương pháp phân loại dựa trên điểm ảnh do ảnh hưởng của các điểm ảnh đơn lẻ bị phân loại sai [9].

Trong nghiên cứu này, phần mềm eCognition được sử dụng để thực hiện quy trình phân đoạn và phân loại ảnh dựa trên đối tượng. Với khả năng xây dựng cấu trúc phân cấp của các đối tượng ảnh kết hợp cơ chế suy luận mờ (fuzzy logic) và mô tả đa đặc trưng, eCognition cho phép tích hợp tri thức chuyên gia vào quá trình giải đoán ảnh, từ đó nâng cao độ chính xác và tính nhất quán của kết quả phân loại lớp phủ bề mặt trong các ứng dụng viễn thám và phân tích biến động lớp phủ bề mặt.

Quy trình nghiên cứu được áp dụng trong bài báo được trình bày tại Hình 1. Trước tiên, dữ liệu ảnh vệ tinh được cắt theo phạm vi ranh giới hành chính của khu vực nghiên cứu (TP. Hà Nội trước khi điều chỉnh địa giới chỉ gồm 12 quận, huyện cũ, không bao gồm tỉnh Hà Tây cũ) và thực hiện nâng cao chất lượng ảnh trong môi trường phần mềm eCognition Developer nhằm tối ưu hóa khả năng phân biệt phổ giữa các đối tượng trước khi tiến hành phân đoạn ảnh. Công đoạn tiền xử lý này góp phần nâng cao chất lượng dữ liệu đầu vào và cải thiện độ chính xác của quá trình phân loại lớp phủ bề mặt.



Hình 1. Quy trình ứng dụng tư liệu ảnh vệ tinh đa thời gian trong xác định xu thế biến đổi lớp phủ bề mặt thành phố Hà Nội giai đoạn 2005-2025

Ở bước tiếp theo, các đối tượng ảnh (image objects) được tạo lập thông qua thuật toán phân đoạn đa độ phân giải (multiresolution segmentation), trong đó các điểm ảnh có đặc tính phổ và không gian tương đồng được gom nhóm thành các đối tượng đồng nhất. Trên cơ sở các đối tượng ảnh đã tạo, quá trình phân loại được thực hiện bằng phương pháp phân loại theo hướng đối tượng (Object-Based Image Analysis – OBIA). Các mẫu huấn luyện phục vụ phân loại được lựa chọn cẩn thận thông qua khảo sát thực địa kết hợp đối chiếu với các nguồn dữ liệu phụ trợ hiện có nhằm bảo đảm tính đại diện và độ tin cậy của từng nhóm lớp phủ bề mặt.

Ở bước cuối cùng, độ chính xác của kết quả phân loại được đánh giá thông qua so sánh với các nguồn dữ liệu tham chiếu có độ tin cậy cao, bao gồm dữ liệu khảo sát thực địa và ảnh vệ tinh độ phân giải cao khai thác từ Google Earth Pro. Việc đánh giá được thực hiện nhằm xác định mức độ phù hợp giữa kết quả phân loại và hiện trạng thực tế, đồng thời kiểm chứng hiệu quả của phương pháp phân loại theo hướng đối tượng trong xây dựng bản đồ lớp phủ bề mặt.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Đánh giá độ chính xác kết quả phân loại lớp phủ bề mặt từ ảnh vệ tinh Landsat

Độ chính xác của kết quả phân loại lớp phủ bề mặt được đánh giá thông qua việc so sánh giữa các mẫu tham chiếu chuẩn và kết quả phân loại thu được từ dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat. Các mẫu tham chiếu được xây dựng dựa trên ảnh vệ tinh độ phân giải không gian 1 m lấy trên Google Earth Pro kết hợp với dữ liệu khảo sát thực địa nhằm bảo đảm tính khách quan và độ tin cậy của quá trình kiểm chứng.

Việc đánh giá độ chính xác được thực hiện trong môi trường phần mềm eCognition Developer 8.7 bằng phương pháp lấy mẫu ngẫu nhiên (random sampling). Số lượng mẫu kiểm định tối thiểu được lựa chọn cho mỗi lớp phủ bề mặt dao động từ 20–30 điểm; trong đó số lượng mẫu được ưu tiên tăng cường đối với các lớp đất xây dựng và đất trống nhằm nâng cao độ tin cậy của kết quả đánh giá đối với các đối tượng có mức độ biến động cao và dễ gây nhầm lẫn trong quá trình phân loại.

Độ chính xác tổng thể (Overall Accuracy – OA) được xác định bằng tỷ lệ giữa số lượng mẫu được phân loại đúng và tổng số mẫu kiểm định. Đây là chỉ tiêu được sử dụng phổ biến trong đánh giá chất lượng phân loại ảnh viễn thám nhờ khả năng phản ánh mức độ phù hợp tổng quát giữa kết quả phân loại và dữ liệu tham chiếu. Bên cạnh đó, hệ số Kappa (Kappa Coefficient) cũng được tính toán nhằm đánh giá mức độ tương đồng giữa kết quả phân loại và dữ liệu thực tế sau khi đã loại bỏ ảnh hưởng của sự trùng khớp ngẫu nhiên. Giá trị Kappa càng cao thể hiện mức độ tin cậy và khả năng phân biệt lớp phủ của bộ phân loại càng tốt.

Các điểm kiểm chứng được lựa chọn ngẫu nhiên trên toàn bộ khu vực nghiên cứu và được gán nhãn lớp phủ dựa trên các nguồn dữ liệu tham khảo có độ tin cậy cao. Trong nghiên cứu này, tổng cộng 98 vùng kiểm định được xây dựng từ ảnh vệ tinh độ phân giải

cao trên Google Earth Pro tại các thời điểm năm 2005, 2015 và 2025 kết hợp với kết quả khảo sát thực địa.

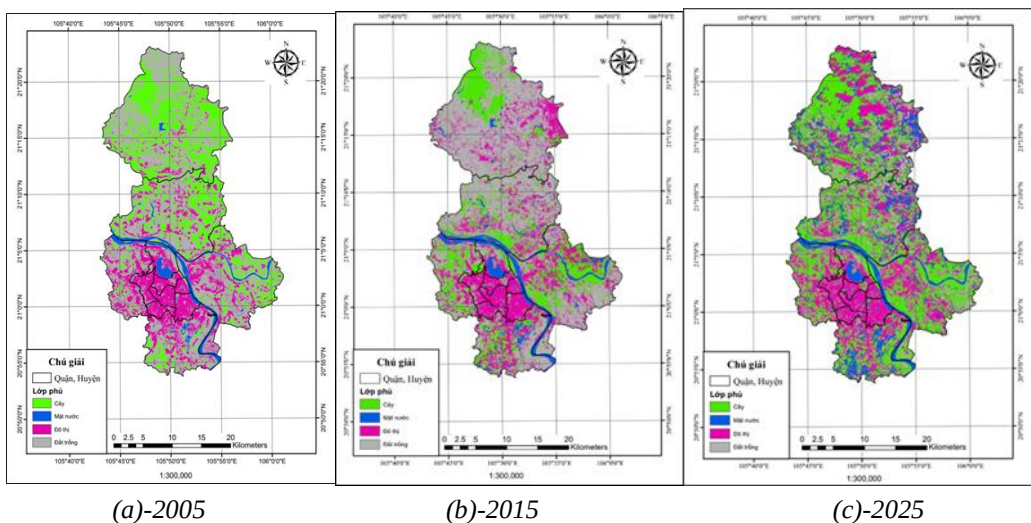
Kết quả đánh giá cho thấy phương pháp phân loại theo hướng đối tượng áp dụng cho dữ liệu Landsat đạt độ chính xác tương đối cao và ổn định giữa các thời điểm nghiên cứu. Cụ thể, đối với bản đồ lớp phủ bề mặt năm 2005, độ chính xác tổng thể đạt 74,06% với hệ số Kappa bằng 0,72; đối với năm 2015, các giá trị tương ứng đạt 75,32% và 0,73; trong khi kết quả phân loại năm 2025 đạt độ chính xác tổng thể cao nhất với 78,69% và hệ số Kappa đạt 0,77. Kết quả này cho thấy chất lượng phân loại đáp ứng yêu cầu phân tích biến động cơ cấu lớp phủ bề mặt theo chuỗi thời gian và có thể sử dụng làm cơ sở cho việc đánh giá sự chuyển đổi cơ cấu lớp phủ đô thị trong khu vực nghiên cứu.

4.2. Kết quả hiện trạng phân bố cơ cấu lớp phủ bề mặt đô thị tại TP. Hà Nội các năm 2005, 2015 và 2025

Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được bộ bản đồ hiện trạng phân bố lớp phủ bề mặt đô thị của TP. Hà Nội tại các thời điểm năm 2005, 2015 và 2025 (Hình 2). Các bản đồ này phản ánh đặc điểm phân bố không gian của các nhóm lớp phủ bề mặt chính và cho phép đánh giá sự thay đổi cấu trúc lớp phủ bề mặt theo thời gian.

Trên cơ sở kết quả phân loại ảnh viễn thám, các chỉ tiêu về cơ cấu lớp phủ bề mặt đô thị được tổng hợp và thống kê theo đơn vị hành chính cấp quận, huyện. Kết quả chi tiết được trình bày trong Bảng 2, Bảng 3 và Bảng 4, bao gồm diện tích và cơ cấu của từng loại hình sử dụng đất/lớp phủ đất tương ứng với các năm nghiên cứu 2005, 2015 và 2025.

Các bảng thống kê cung cấp thông tin định lượng về hiện trạng và sự phân bố của các nhóm lớp phủ bề mặt trên từng quận, huyện, qua đó cho phép nhận diện xu hướng biến động không gian và mức độ chuyển đổi giữa các lớp phủ bề mặt trong khu vực nghiên cứu. Đồng thời, kết quả này tạo cơ sở cho việc phân tích động thái phát triển đô thị, đánh giá quá trình mở rộng không gian xây dựng và xác định các khu vực có biến động lớp phủ bề mặt rõ nét trong giai đoạn 2005-2025.



Hình 2. Kết quả hiện trạng phân bố các lớp phủ bề mặt năm 2005 (a), 2015 (b), 2025 (c) TP. Hà Nội

Bảng 2. Số liệu thống kê diện tích và cơ cấu lớp phủ bề mặt trên các quận, huyện TP. Hà Nội năm 2005

QUẬN/ HUYỆN	ĐẤT TRỒNG		NƯỚC		ĐÔ THỊ		THỰC VẬT		TỔNG 2005	
	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)
Ba Đình	199.9	21.6	32.4	3.5	645.8	69.6	49.8	5.3	927.9	100
Tây Hồ	670.5	27.9	753.3	31.4	609.1	25.4	367.7	15.3	2400.7	100
Hoàn Kiếm	80.1	14.5	84.4	15.3	369.6	67.1	16.7	3.0	550.9	100
Hai Bà Trưng	157.4	10.5	167.9	11.2	1099.7	73.5	70.3	4.7	1495.3	100
Đống Đa	94.6	9.3	62.3	6.1	798.7	78.9	56.7	5.6	1012.3	100
Thanh Xuân	138.8	16.1	47.7	5.5	617.6	71.6	57.7	6.7	861.8	100
Cầu Giấy	286.2	23.0	27.3	2.2	820.7	66.1	106.3	8.5	1240.5	100
Sóc Sơn	9121.8	30.0	3507.7	11.5	5006.2	16.4	12760.2	41.9	30395.9	100
Đông Anh	9313.2	50.0	989.5	5.3	4597.9	24.7	3699.6	19.9	18600.3	100
Gia Lâm	7287.7	41.1	1614.6	9.1	3993.0	22.5	4827.7	27.2	17723.1	100
Từ Liêm	3021.9	39.2	377.7	4.9	1844.7	23.9	2464.5	31.9	7708.9	100
Thanh Trì	4012.8	40.2	1039.1	10.4	2975.6	29.8	1954.4	19.6	9981.9	100

Bảng 3. Số liệu thống kê diện tích và cơ cấu lớp phủ bề mặt trên các quận, huyện TP. Hà Nội năm 2015

QUẬN/ HUYỆN	ĐẤT TRỒNG		NƯỚC		ĐÔ THỊ		THỰC VẬT		TỔNG 2015	
	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)
Ba Đình	145.3	15.7	45.1	4.9	691.8	74.5	45.7	4.9	927.9	100
Tây Hồ	482.5	20.1	740.8	30.8	710.1	29.5	467.1	19.4	2400.7	100
Hoàn Kiếm	59.3	10.8	68.4	12.4	391.1	70.9	32.0	5.8	550.9	100
Hai Bà Trưng	133.9	8.9	163.1	10.9	1121.9	75.0	76.3	5.1	1495.3	100
Đống Đa	107.5	10.6	32.4	3.2	826.3	81.6	46.1	4.5	1012.3	100
Thanh Xuân	127.8	14.8	21.3	2.4	686.9	79.7	25.6	2.9	861.8	100
Cầu Giấy	175.4	14.1	48.4	3.9	927.4	74.7	89.2	7.2	1240.4	100
Sóc Sơn	5559.4	18.3	3930.2	12.9	8513.8	28.0	12392.4	40.8	30395.8	100
Đông Anh	4464.1	24.0	2851.4	15.3	5993.0	32.2	5291.7	28.4	18600.3	100

Gia Lâm	3730.7	21.0	2201.2	12.4	6153.4	34.7	5637.7	31.8	17723.1	100
Từ Liêm	1772.3	22.9	504.9	6.5	2824.5	36.6	2607.1	33.8	7708.9	100
Thanh Trì	2872.8	28.8	1461.3	14.6	3479.7	34.8	2168.1	21.7	9981.9	100

Bảng 4. Số liệu thống kê diện tích và cơ cấu lớp phủ bề mặt trên các quận, huyện TP. Hà Nội năm 2025

QUẬN/ HUYỆ N	ĐẤT TRỒNG		NƯỚC		ĐÔ THỊ		THỰC VẬT		TỔNG 2025	
	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (Ha)	Cơ cấu (%)
Ba Đình	147.5	15.9	28.7	3.1	715.5	77.1	36.2	3.9	927.9	100
Tây Hồ	603.1	25.1	685.6	28.5	841.4	35.0	270.5	11.3	2400.7	100
Hoàn Kiếm	81.2	14.7	58.5	10.6	391.3	71.0	19.8	3.6	550.8	100
Hai Bà Trưng	184.1	12.3	133.5	8.9	1145.8	76.6	31.8	2.1	1495.3	100
Đống Đa	108.3	10.7	41.9	4.1	831.2	82.1	30.8	3.1	1012.3	100
Thanh Xuân	110.6	12.8	21.8	2.5	694.8	80.6	34.4	4	861.8	100
Cầu Giấy	197.1	15.9	30.4	2.4	970.1	78.2	42.7	3.4	1240.4	100
Sóc Sơn	6215.9	20.4	3164.2	10.4	10380.1	34.1	10635.5	34.9	30395.8	100
Đông Anh	3906.1	21.0	2507.3	13.5	8107.8	43.6	4079.0	21.9	18600.3	100
Gia Lâm	4005.4	22.6	1630.5	9.2	8099.4	45.7	3987.6	22.5	17723.0	100
Từ Liêm	2584.7	33.5	398.5	5.2	3342.5	43.3	1382.9	17.9	7708.8	100
Thanh Trì	2256.9	22.6	702.7	7.0	4803.3	48.1	2218.9	22.2	9981.9	100

Bảng 5. Số liệu thống kê xu hướng thay đổi diện tích và cơ cấu lớp phủ thực vật đô thị trên các quận,

huyện TP. Hà Nội giai đoạn 2005-2025

Quận/ Huyện	Lớp phủ thực vật đô thị năm 2005		Lớp phủ thực vật đô thị năm 2015		Lớp phủ thực vật đô thị năm 2025		Biến động 2005-2015	Biến động 2015-2025	Biến động 2005-2025
	Diện tích (ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (ha)	Cơ cấu (%)	Cơ cấu (%)	Cơ cấu (%)	Cơ cấu (%)
Ba Đình	49.8	5.3	45.7	4.9	36.1	3.9	-0.4	-1.0	-1.4

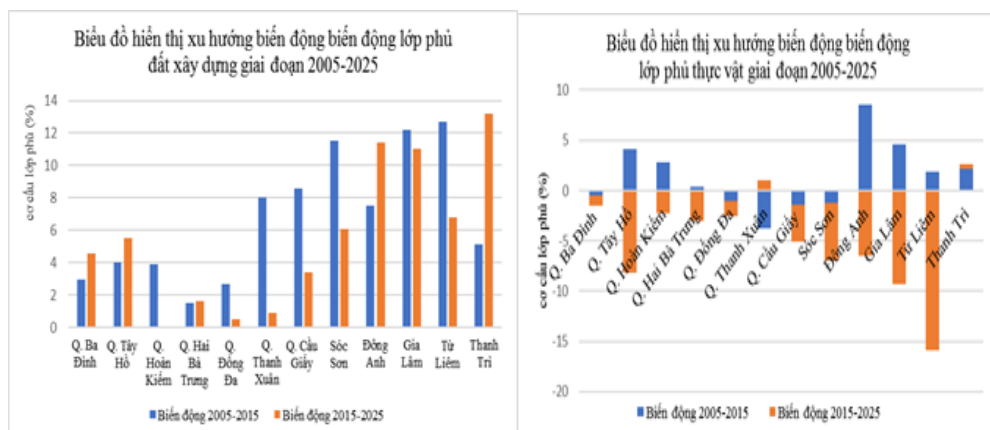
Tây Hồ	367.7	15.3	467.1	19.4	270.5	11.2	4.1	-8.1	-4.0
Hoàn Kiếm	16.6	3.0	32.0	5.8	19.8	3.6	2.7	-2.2	0.5
Hai Bà Trung	70.2	4.7	76.2	5.1	31.8	2.1	0.4	-2.9	-2.5
Đồng Đa	56.6	5.6	46.0	4.5	30.8	3.0	-1.0	-1.5	-2.5
Thanh Xuân	57.7	6.7	25.6	2.9	34.4	4	-3.7	1.0	-2.7
Cầu Giấy	106.3	8.5	89.1	7.1	42.7	3.4	-1.3	-3.7	-5.1
Sóc Sơn	12760.1	41.9	12392.4	40.7	10635.5	34.9	-1.2	-5.7	-6.9
Đông Anh	3699.6	19.8	5291.7	28.4	4079.0	21.9	8.5	-6.5	2.0
Gia Lâm	4827.7	27.2	5637.7	31.8	3987.6	22.5	4.5	-9.3	-4.7
Từ Liêm	2464.5	31.9	2607.1	33.8	1382.9	17.9	1.8	-15.8	-14.0
Thanh Trì	1954.4	19.5	2168.0	21.7	2218.9	22.2	2.1	0.5	2.6

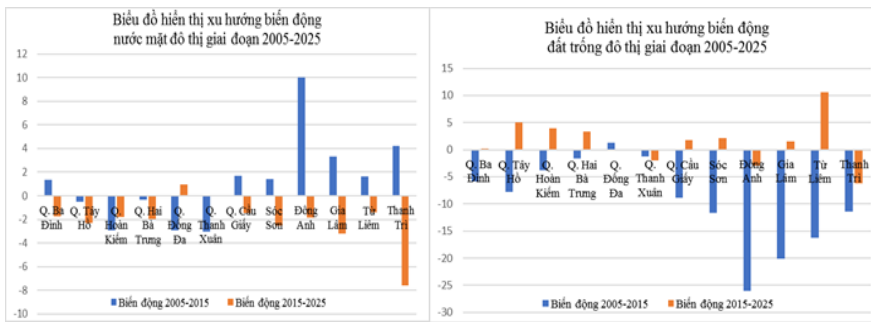
Bảng 6. Số liệu thống kê xu hướng thay đổi diện tích và cơ cấu lớp phủ đất xây dựng trên các quận, huyện TP. Hà Nội giai đoạn 2005-2025

STT	Quận/ Huyện	Lớp phủ đất xây dựng năm 2005		Lớp phủ đất xây dựng năm 2015		Lớp phủ đất xây dựng năm 2025		Biến động 2005- 2015	Biến động 2015- 2025	Biến động 2005- 2025
		Diện tích (ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (ha)	Cơ cấu (%)	Cơ cấu (%)	Cơ cấu (%)	Cơ cấu (%)
1	Q. Ba Đình	645.8	69.6	691.8	74.6	715.5	77.1	+5	+2.5	+7.5
2	Q. Tây Hồ	609.1	25.6	710.1	29.6	841.5	35.1	+4	+5.5	+9.5
3	Hoàn Kiếm	369.6	67.1	391.1	71	391.3	71.0	+3.9	0	+3.9
4	Hai Bà Trung	1099.7	73.5	1121.9	75.0	1145.9	76.6	+1.5	+1.6	+3.1
5	Q. Đồng Đa	798.7	78.9	826.4	81.6	831.2	82.1	+2.7	+0.5	+3.2
6	Thanh Xuân	617.6	71.7	686.9	79.7	694.8	80.6	+8	+0.9	+8.9
7	Q. Cầu Giấy	820.7	66.2	927.5	74.8	970.2	78.2	+8.6	+3.4	+12
8	Sóc Sơn	5006.2	16.5	8513.9	28.0	10380.2	34.1	+11.5	+6.1	+17.6
9	Đông Anh	4597.9	24.7	5993.0	32.2	8107.9	43.6	+7.5	+11.4	+18.9
10	Gia Lâm	3993.0	22.5	6153.4	34.7	8099.4	45.7	+12.2	+11	+23.2
11	Từ Liêm	1844.7	23.9	2824.5	36.6	3342.6	43.4	+12.7	+6.8	+19.5
12	Thanh Trì	2975.6	29.8	3479.7	34.9	4803.3	48.1	+5.1	+13.2	+18.3



Hình 3. Biểu đồ thống kê xu hướng thay đổi diện tích và cơ cấu lớp phủ bề mặt trên các quận, huyện TP. Hà Nội giai đoạn 2005-2025





Hình 4. Biểu đồ thống kê xu hướng thay đổi cơ cấu lớp phủ bề mặt trên các quận, huyện TP. Hà Nội giai đoạn 2005-2025

Kết quả phân tích hiện trạng phân bố lớp phủ bề mặt cho thấy đất xây dựng là loại hình chiếm ưu thế tại khu vực các quận trung tâm của TP. Hà Nội vào năm 2005, bao gồm Ba Đình, Hoàn Kiếm, Hai Bà Trưng, Đống Đa, Thanh Xuân và Cầu Giấy. Đây là những khu vực có mức độ đô thị hóa cao và tập trung phần lớn các hoạt động kinh tế - xã hội của thành phố.

Tuy nhiên, phân tích phân bố không gian kết hợp với các số liệu thống kê cho thấy diện tích lớp phủ đất xây dựng tiếp tục gia tăng rõ rệt trong giai đoạn 2005–2025, đặc biệt tại các quận, huyện ngoại thành. Xu hướng mở rộng này phản ánh quá trình phát triển không gian đô thị theo hướng lan tỏa từ khu vực trung tâm ra vùng ven, gắn với sự hình thành các khu đô thị mới, phát triển hệ thống hạ tầng giao thông và gia tăng nhu cầu sử dụng đất phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

Kết hợp kết quả thống kê diện tích với biểu đồ biến động thể hiện trên Hình 3 và Hình 4 cho thấy lớp phủ đất xây dựng duy trì xu hướng tăng liên tục trong toàn bộ giai đoạn nghiên cứu. Ngược lại, các loại hình lớp phủ bề mặt còn lại như mặt nước và đất trồng đều có xu hướng suy giảm về diện tích. Lớp phủ thực vật có sự giảm mạnh ở các huyện ven đô Thanh Xuân giai đoạn 2005-2015 và các huyện Tây Hồ, Từ Liêm, Gia Lâm và Đông Anh giai đoạn 2015-2025. Sự chuyển dịch này phản ánh quá trình chuyển đổi sử dụng đất dưới tác động của đô thị hóa và cho thấy sự thay đổi đáng kể trong cơ cấu lớp phủ bề mặt của TP. Hà Nội trong từng giai đoạn khác nhau. Quá trình đô thị hóa diễn ra do việc thực hiện các chính sách quy hoạch sử dụng đất là chủ yếu. Ngoài ra, các chuyển đổi cơ cấu ngoài quy hoạch cần được xem xét để giúp các cơ quan quản lý và quy hoạch điều chỉnh cho phù hợp.

5. Kết luận

Nghiên cứu đã ứng dụng hiệu quả công nghệ viễn thám và GIS trong đánh giá sự chuyển đổi cơ cấu lớp phủ bề mặt thành phố Hà Nội giai đoạn 2005-2025. Kết quả cho phép nhận diện xu hướng biến động không gian đô thị, đồng thời lượng hóa sự thay đổi diện tích giữa các nhóm lớp phủ theo từng giai đoạn nghiên cứu.

Phân tích cho thấy khu vực xây dựng có xu hướng mở rộng liên tục, chủ yếu chuyển đổi từ các lớp phủ bề mặt gồm đất trồng, nước mặt và một phần diện tích thảm thực vật tại một số huyện ven đô trong từng giai đoạn. Quá trình phát triển đô thị diễn ra theo hướng

mở rộng không gian kết hợp gia tăng mật độ xây dựng, phản ánh rõ tác động của quá trình đô thị hóa đối với cấu trúc lớp phủ bề mặt.

Phương pháp nghiên cứu đề xuất chứng minh khả năng khai thác dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian kết hợp công cụ GIS trong giám sát động thái lớp phủ bề mặt với độ tin cậy cao và khả năng cập nhật thường xuyên. Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng làm cơ sở dữ liệu hỗ trợ công tác quy hoạch sử dụng đất, quản lý phát triển đô thị và xây dựng chiến lược phát triển bền vững cho thành phố Hà Nội trong các giai đoạn tiếp theo.

Trong các nghiên cứu tiếp theo, cần xem xét tích hợp dữ liệu ảnh vệ tinh có khả năng xác định nhiệt độ bề mặt và đảo nhiệt đô thị có mối quan hệ với các cơ cấu lớp phủ bề mặt nhằm nâng cao độ chính xác quan trắc và dự báo xu thế phát triển đô thị.

Cam kết của các tác giả

Các tác giả cam kết không có xung đột lợi ích trong quá trình thực hiện và công bố nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Tran, D. T., Xu, D., & Liu, B. (2019). *Assessment of Urban Land Cover Change Based on Landsat Satellite Data: A Case Study from Hanoi, Vietnam*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 384, 012150. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/384/1/012150>
- [2] Hoang Anh Huy. (2017). *Assessment of Fractional Vegetation Cover Changes in Some Urban and Sub-urban Areas of Hanoi Using Multi-spectral and Multi-temporal LANDSAT Images*. VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, 33(2). <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4097>
- [3] Nguyen, T. T. (2020). *Landsat Time-series Images-based Urban Heat Island Analysis: The Effects of Changes in Vegetation and Built-up Land on Land Surface Temperature in Summer in the Hanoi Metropolitan Area, Vietnam*. Environment and Natural Resources Journal, 18(2). <https://doi.org/10.32526/enrj.18.2.2020.17>
- [4] Sharma, A., Liu, X., & Yang, X. (2017). Land Cover Classification from Multi-temporal, Multi-spectral Remotely Sensed Imagery using Patch-Based Recurrent Neural Networks. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2018.05.019>
- [5] Lê Thị Thu Hà (2020), *Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS đánh giá sự biến động lớp phủ thực vật thành phố Cẩm Phả giai đoạn 2000-2020 do tác động của hoạt động khai thác khoáng sản*, Tạp chí Khoa học công nghệ mỏ, tr 63-70.
- [6] Quynh, H. T., et al. (2025). Assessment of Vegetation Cover Dynamics and Its Relationship with Urbanization in Hanoi from 2000 to 2023 Using Multi-temporal Remote Sensing Data. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5319>
- [7] Le, T. M. P., Vu, L. A., & Nguyen, H. Q. (2021). Research on Urban Land Use Change in Ha Noi, Viet Nam Using Remote Sensing and GIS for Planning Oriented Work. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.30880/ijscet.2021.12.03.00>
- [8] Myint, S. W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S., & Weng, Q. (2011). Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote Sensing of Environment*, 115(5), 1145–1161. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.12.017>
- [9] Whiteside, T. G., Boggs, G. S., & Maier, S. W. (2011). Comparing object-based and pixel-based classifications for mapping savannas. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13(6), 884–893. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.06.008>
- [10] Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>