




Ứng dụng WebGIS thành lập hệ thống thông tin hỗ trợ các công tác ngoại nghiệp trong lĩnh vực trắc địa

Đỗ Minh Quân¹, Nguyễn Kim Hoa² , Trần Thống Nhất^{2*}

¹Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM

²Khoa Trắc địa, Bản đồ và Công trình, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. HCM

Email của tác giả liên hệ: ttnhat@hcmunre.edu.vn

<https://doi.org/zenodo.17223953>

Tóm tắt:

Công tác đo vẽ ngoại nghiệp giữ vai trò trọng yếu trong lĩnh vực trắc địa, song quá trình thu thập dữ liệu hiện vẫn còn rời rạc, thiếu đồng bộ. Nghiên cứu này xây dựng và ứng dụng hệ thống WebGIS nhằm hỗ trợ hiệu quả công tác ngoại nghiệp trong điều kiện thực địa. Hệ thống sử dụng cơ sở dữ liệu không gian PostgreSQL/PostGIS để lưu trữ dữ liệu địa lý, kết hợp giao diện HTML, CSS, JavaScript (Leaflet) và xử lý máy chủ bằng Node.js. Thử nghiệm tại một số khu vực thực địa cho thấy hệ thống giúp xác định điểm đo, theo dõi tiến độ và phối hợp nhóm linh hoạt, đồng thời góp phần giảm sai sót, tiết kiệm thời gian và nhân lực. Kết quả cho thấy WebGIS là giải pháp khả thi trong hiện đại hóa công tác trắc địa, nhất là trong bối cảnh gia tăng nhu cầu số hóa và quản lý thông tin không gian.

Từ khóa: WebGIS, thông tin trắc địa, công tác ngoại nghiệp.

Ngày nhận bài: Ngày sửa lại: 11/9/2025

Ngày chấp nhận đăng: 14/9/2025

Ngày xuất bản: 04/10/2025

WebGIS application establishes an information system to support external work in the field of geodesy

Do Minh Quan¹, Nguyen Kim Hoa², Tran Thong Nhat^{2*}

¹Ho Chi Minh City University of Agriculture and Forestry HCM

²Faculty of Geodesy, Cartography and Engineering, University of Natural Resources and Environment, Ho Chi Minh City

Corresponding Author Email: ttnhat@hcmunre.edu.vn

Abstract:

Foreign surveying and drawing work plays an important role in the field of geodesy, but the data collection process is still fragmented and inconsistent. This study builds and applies a WebGIS system to effectively support field work in field conditions. The system uses a PostgreSQL/PostGIS spatial database to store geographic data, combines HTML, CSS, JavaScript (leaflet) interfaces, and Node.js server processing. Tests in some field areas have shown that the system helps identify measurement points, track progress and coordinate teams flexibly, while contributing to reducing errors, saving time and manpower. The results show that WebGIS is a feasible solution in modernizing geodesy, especially in the context of increasing demand for digitization and spatial information management.

Keywords: WebGIS, geodesic information, external work

Submission received: 05/9/2025 Revised: 11/9/2025

Accepted: 14/9/2025

Published: 04/10/2025

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin và nhu cầu quản lý dữ liệu không gian ngày càng cao, các ứng dụng GIS nói chung và WebGIS nói riêng đang trở thành xu thế tất yếu trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là trong ngành trắc địa và bản đồ. Công tác đo vẽ ngoại nghiệp - vốn là hoạt động quan trọng nhằm thu thập dữ liệu thực địa - hiện vẫn còn gặp nhiều khó khăn do thiếu công cụ đồng bộ hoá dữ liệu, việc chia sẻ và truy cập thông tin còn thủ công, chậm trễ, dẫn đến sai sót và giảm hiệu quả công việc. Việc áp dụng WebGIS vào hệ thống thông tin hỗ trợ các công tác ngoại nghiệp sẽ là một bước tiến mới trong việc tối ưu hóa các quy trình trắc địa, giảm thiểu sự chông chéo và sai sót trong quá trình thu thập và xử lý dữ liệu [1]. Chuyển đổi số đang định hình lại cách tổ chức và vận hành công tác trắc địa - bản đồ. Nếu quy trình ngoại nghiệp vẫn dựa nhiều vào thao tác thủ công và chia sẻ rời rạc, các nhóm đo



đặc dễ gặp chậm trễ, sai sót và khó theo dõi tiến độ theo không gian - thời gian. Ở Việt Nam, chủ trương và yêu cầu kỹ thuật mới (Chương trình chuyển đổi số quốc gia; quy định về cơ sở dữ liệu (CSDL) đất đai và hệ thống thông tin đất đai) tạo bộ dữ liệu chuẩn hóa dữ liệu, kết nối liên thông và vận hành gần thời gian thực [2], [3].

Ngày nay, WebGIS không còn là “tùy chọn kỹ thuật” mà đã trở thành khung kiến trúc trung tâm của GIS hiện đại. Nó kết nối dữ liệu, mô hình và người dùng trong một quy trình liền mạch; bản đồ hiển thị động theo ngữ cảnh và hỗ trợ cộng tác trực tiếp giữa các bên. Các tổng quan gần đây cũng cho thấy lượng công bố về WebGIS tăng mạnh, nổi bật ở các chủ đề tích hợp thời gian - không gian và hợp nhất đa nguồn dữ liệu [4]. Trên nền đó, cả lý thuyết lẫn kinh nghiệm triển khai đều nhấn mạnh: muốn hệ thống chạy ổn định và dễ mở rộng trên web, cần chuẩn hóa mô hình dữ liệu và quy trình ngay từ khâu thiết kế [9].

Trong các công việc ngoại nghiệp lập theo tuyến hoặc theo khu vực, WebGIS thực sự hữu ích để xem tiến độ ngay tức thời. Với mô hình mã nguồn mở (ODK + PostgreSQL/PostGIS + thư viện JavaScript), dữ liệu được nhập ngay tại chỗ, hệ thống tự cộng dồn khối lượng, bớt khâu chép tay, và trên bản đồ ta thấy ngay chỗ nào đã xong, chỗ nào còn thiếu để điều chỉnh cho hợp lý [5]. Đồng thời, khi thu thập bằng thiết bị di động theo hướng dẫn GNSS/NMEA, vị trí được ghi chính xác hơn và kèm đủ “metadata” (thời gian, trạng thái tín hiệu, thiết bị...), tạo nền tảng để hệ thống vận hành thời gian thực ổn định và đáng tin cậy [6].

Trong nước, các chương trình xây dựng CSDL đất đai quy mô quốc gia (ViLIS/MPLIS/VILG) đã và đang triển khai đồng loạt ở 63/63 tỉnh, hướng tới mô hình dữ liệu tập trung, liên thông. Thực tế triển khai và nhiều nghiên cứu cho thấy nền tảng PostgreSQL/PostGIS hoàn toàn khả thi cho nghiệp vụ địa chính (tra cứu, đăng ký, cập nhật thửa đất...) [7]. Các đánh giá gần đây cũng ghi nhận phạm vi bao phủ CSDL quốc gia tiếp tục mở rộng, vì vậy nhu cầu chuẩn hóa quy trình số hóa và tích hợp hệ thống tương thích WebGIS ngày càng cấp thiết [8].

Ngoài ra, WebGIS không chỉ cải thiện năng lực quản lý của các cơ quan chính phủ và doanh nghiệp trong việc giám sát và điều phối dự án mà còn giảm thiểu rủi ro do sự cố hoặc sai sót trong dữ liệu. Tính tương tác cao của hệ thống cũng giúp nâng cao khả năng tham gia của các bên liên quan, đặc biệt trong các dự án quy hoạch đô thị và quản lý hạ tầng, nơi mà việc chia sẻ thông tin kịp thời có thể ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả của các quyết định. Bên cạnh đó, nghiên cứu của (Fang et al., 2023) [10] cho thấy việc kết hợp WebGIS với Big Data và AI giúp cải thiện đáng kể khả năng quản lý dữ liệu không gian và đưa ra các quyết định hiệu quả trong phát triển hạ tầng và bảo vệ môi trường. Thêm vào đó, Vinueza-Martinez [11] chỉ ra rằng ứng dụng công nghệ AI trong WebGIS không chỉ tối ưu hóa quy trình quản lý tài nguyên mà còn giúp phát hiện các biến đổi môi trường, nâng cao hiệu quả trong quản lý dự án hạ tầng.

Mục tiêu của nghiên cứu là xây dựng và kiểm thử một hệ WebGIS mã nguồn mở phục vụ ngoại nghiệp, dựa trên kiến trúc PostgreSQL/PostGIS - Leaflet - Node.js có xác thực người dùng và cơ sở dữ liệu dùng chung sau khi chuẩn hóa dữ liệu [12]. Hệ thống tập trung vào các thao tác thiết yếu - quản lý lớp, tìm kiếm theo thuộc tính và theo không gian, đổi nền/đổi màu, bảng thuộc tính tương tác, xuất CSV/in PDF - đồng thời nhấn mạnh quản lý tiến độ gần thời gian thực thông qua nhật ký thao tác gắn tọa độ - thời gian và bản đồ tổng hợp tiến độ theo khu vực để hỗ trợ điều phối nhân lực. Nghiên cứu được thử nghiệm tại xã Tân Phú, huyện Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang và đánh giá hiệu năng định

lượng (thời gian nạp, tìm, hiển thị, xuất; số người dùng đồng thời) nhằm chứng minh tính ổn định, độ đáp ứng và lợi ích thực tiễn giúp hiệu quả cho quá trình thu thập, lưu trữ, quản lý và chia sẻ dữ liệu trắc địa phục vụ công tác thực địa.

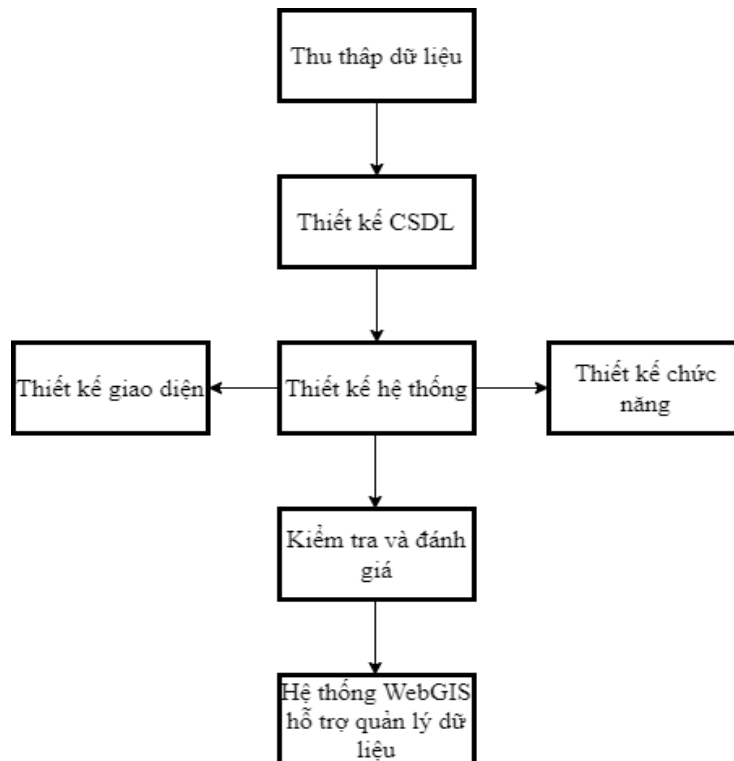
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Trong nghiên cứu này bộ dữ liệu được sử dụng là bộ Shapefile dữ liệu bản đồ địa chính tại khu vực Tân Phú, huyện Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang được cung cấp bởi Văn phòng đăng ký đất đai tỉnh Tiền Giang. Bộ dữ liệu gốc được xây dựng trên phần mềm Microstation dưới định dạng “.dgn”, hệ tọa độ VN 2000, phép chiếu UTM múi chiếu 3 độ, kinh tuyến trục 105045’. Tuy nhiên để hoạt động ổn định với hệ thống được nghiên cứu, bộ dữ liệu này được chuyển đổi định dạng bằng phần mềm ArcGIS sang định dạng “.shp”, hệ tọa độ WGS 84, phép chiếu Pseudo-Mercator.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để hiện thực hóa mục tiêu xây dựng và phát triển hệ thống WebGIS một cách hiệu quả, nghiên cứu này sẽ áp dụng một loạt phương pháp đa dạng nhằm đảm bảo tính khả thi, độ chính xác và hiệu suất của hệ thống. Quy trình thực hiện sẽ được minh họa thông qua sơ đồ sau:



Hình 1: Sơ đồ phương pháp nghiên cứu

Dựa theo sơ đồ phương pháp nghiên cứu, quá trình xây dựng và phát triển hệ thống WebGIS được thực hiện thông qua các bước tuần tự sau đây:

Phân tích, thiết kế và xây dựng cơ sở dữ liệu. Đây là giai đoạn khởi đầu, trong đó dữ liệu được thu thập phải đảm bảo rằng cấu trúc dữ liệu không gian và phi không gian



được lưu trữ và quản lý hiệu quả. Điều này giúp định hình nền tảng cho toàn bộ hệ thống và đảm bảo tính nhất quán khi kết nối với các chức năng hiển thị và xử lý sau này.

Thiết kế giao diện: Giao diện người dùng (UI) được thiết kế trực quan, dễ sử dụng, nhằm tạo sự thuận tiện trong thao tác và giúp người dùng tương tác một cách hiệu quả với hệ thống

Thiết kế chức năng: Các chức năng cốt lõi của hệ thống được lên kế hoạch và phát triển như tải dữ liệu bản đồ, tìm kiếm, thay đổi màu sắc của lớp, phóng to đến vị trí của lớp, bật/tắt các lớp dữ liệu, thay đổi kiểu bản đồ nền, chỉnh sửa thuộc tính trực tiếp trên bản đồ, và xuất dữ liệu ra định dạng CSV hoặc in bản đồ. Việc xác định rõ ràng và chi tiết các chức năng này đảm bảo rằng hệ thống đáp ứng đầy đủ nhu cầu người dùng trong quản lý dữ liệu ngoại nghiệp.

Kiểm tra và chạy thử nghiệm: Sau khi hoàn thiện hệ thống, quá trình kiểm thử được thực hiện nhằm phát hiện và khắc phục các lỗi kỹ thuật, đảm bảo các chức năng hoạt động chính xác và hệ thống vận hành mượt mà trên các môi trường khác nhau.

Các bước này được thực hiện liên tục và có sự điều chỉnh, tối ưu hóa để hệ thống WebGIS để từ đó có thể đạt được hiệu quả cao nhất trong việc quản lý dữ liệu địa lý.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Một tả cách thức hoạt động của các chức năng

- Khi truy cập vào trang web lần đầu, các chức năng bị vô hiệu hóa khi chưa thực hiện quá trình đăng nhập. Để hệ thống cho phép sử dụng chức năng người dùng cần đăng nhập tài khoản hợp lệ, nếu đúng thông tin, các chức năng sẽ được mở khóa cho phép người dùng truy cập. Trường hợp ngược lại, nếu thông tin không chính xác hệ thống sẽ thông báo yêu cầu đăng nhập lại.

- Tải bộ dữ liệu: Người dùng thực hiện quá trình tải bộ dữ liệu của mình vào CSDL. Nếu hệ thống kiểm tra định dạng là đúng định dạng “.shp” thông tin của bộ dữ liệu sẽ lập tức được truyền vào trong CSDL. Nếu thông tin định dạng không trùng khớp hệ thống sẽ thông báo lỗi và yêu cầu kiểm tra lại bộ dữ liệu.

- Tìm kiếm: Sau khi dữ liệu đã được tải lên bản đồ từ CSDL, người dùng có thể sử dụng công cụ tìm kiếm để tra cứu thông tin. Hệ thống sẽ xác minh giá trị tìm kiếm. Nếu giá trị tìm kiếm tồn tại trong dữ liệu, hệ thống sẽ tự động phóng to đến lớp chứa giá trị đó trên bản đồ. Nếu không tìm thấy, hệ thống sẽ thông báo rằng giá trị không tồn tại.

- Đổi màu cho lớp: Hệ thống kiểm tra lớp có tồn tại trên bản đồ hay không. Nếu lớp đã tồn tại, người dùng có thể thay đổi màu sắc của các lớp trên bản đồ để phân biệt rõ ràng giữa các lớp dữ liệu khác nhau. Nếu lớp chưa được tải lên bản đồ hệ thống sẽ thông báo lỗi.

- Phóng đến lớp: Hệ thống kiểm tra lớp có tồn tại trên bản đồ hay không. Nếu lớp đã tồn tại, hệ thống sẽ phóng đến vị trí của lớp hiển thị. Nếu lớp không tồn tại hệ thống sẽ báo lỗi và yêu cầu tải lớp lên bản đồ.

- Bật tắt lớp: Hệ thống kiểm tra lớp có tồn tại trên bản đồ hay không. Nếu lớp đã tồn tại, hệ thống sẽ tắt lớp sau mỗi lần thực hiện chức năng. Nếu lớp không tồn tại hệ thống sẽ báo lỗi.

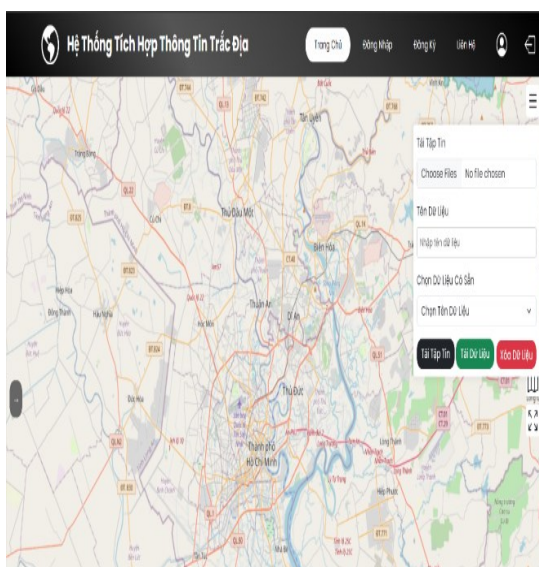
- Tải dữ liệu: Hệ thống kiểm tra xem người dùng đã chọn lớp cần tải thông tin thuộc tính hay chưa, nếu đã chọn hệ thống cho phép người dùng tải thông tin thuộc tính của lớp dữ liệu đó. Ngược lại nếu chưa có lớp nào được chọn hệ thống sẽ hiện thông báo yêu cầu chọn lớp cần tải.

- Thay đổi bản đồ nền: Người dùng chọn bản đồ nền phù hợp với nhu cầu, bản đồ sẽ lập tức thay đổi.

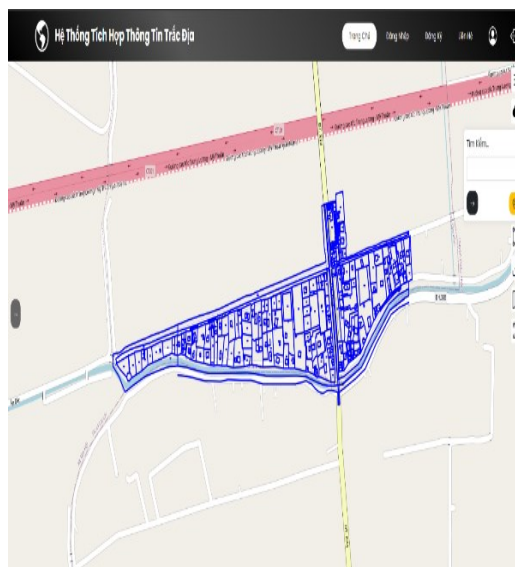
- Quản lý dữ liệu: Hệ thống thực hiện quá trình kiểm tra có lớp nào được chọn hay không. Nếu có, thông tin thuộc tính của lớp đó sẽ được thể hiện trong bảng tương tác thông tin thuộc tính, người dùng có thể thêm, sửa, xóa. Những dữ liệu mới này sẽ ngay lập tức được cập nhật vào CSDL và hiển thị trong bảng tương tác. Nếu không có lớp nào được chọn, bảng tương tác thông tin thuộc tính sẽ hiển thị thông báo chưa có dữ liệu.

3.2. Kết quả giao diện chức năng tải bộ dữ liệu và tìm kiếm

Tại lần đầu tiên truy cập hệ thống, thông tin dữ liệu mà người dùng cần truy cập chưa có sẵn trong CSDL, lúc này người dùng cần tải bộ dữ liệu lên hệ thống bằng cách nhấn vào nút choose files hoặc kéo thả bộ dữ liệu vào cửa sổ này. Hệ thống cho phép người dùng tải lên dữ liệu bản đồ (dạng Shapefile hoặc GeoJSON) trực tiếp từ thiết bị hoặc máy chủ và hiển thị lên nền bản đồ web. Ngoài ra, hệ thống còn cho phép người dùng tải các thông tin dữ liệu thuộc tính của bộ dữ liệu dưới (định dạng .csv hoặc kiểu in ra dạng bản đồ .pdf). Sau đó hệ thống yêu cầu người dùng đặt tên cho bộ dữ liệu để lưu vào CSDL. Điều này giúp cho quá trình tải lại bộ dữ liệu từ CSDL lên bản đồ nền có thể dễ dàng xác định đối tượng mà người dùng cần truy vấn. Sau khi đã thực hiện đặt tên cho bộ dữ liệu người dùng cần nhấn vào nút tải dữ liệu để dữ liệu có thể hiển thị trên bản đồ nền. Tại thời điểm người dùng tải tập tin hệ thống sẽ gửi thông tin có trong bộ dữ liệu vào trong CSDL, đồng thời đọc thông tin có trong bộ dữ liệu để hiển thị lên bản đồ nền. Khi dữ liệu đã được lưu vào trong CSDL, người dùng chỉ cần thực hiện chọn tên bộ dữ liệu mà người dùng đã đặt trước đó và thực hiện tải dữ liệu. Quá trình này sẽ gửi những thông tin từ CSDL lên lại bản đồ nền (Hình 2).



Hình 2: Giao diện chức năng tải bộ dữ liệu



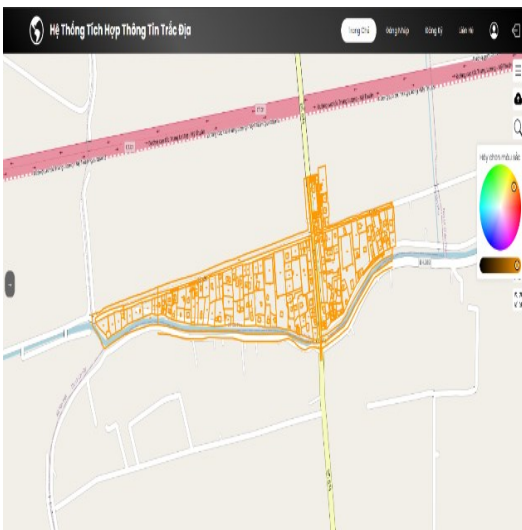
Hình 3: Giao diện chức năng tìm kiếm

liệu, hỗ trợ hiệu quả quá trình kiểm tra hiện trạng tại thực địa. Chức năng này hoạt động ổn định, giúp đơn giản hóa quá trình cập nhật dữ liệu và cải thiện khả năng truy xuất thông tin không gian tại hiện trường. Giao diện thân thiện, dễ thao tác đối với cán bộ kỹ thuật có kinh nghiệm cơ bản. Khi hệ thống tìm thấy thông tin trùng khớp với người dùng yêu cầu sẽ phóng đến lớp chứa thông tin đó đồng thời cũng đổi màu cho lớp này để người dùng dễ dàng nhận biết (Hình 3).

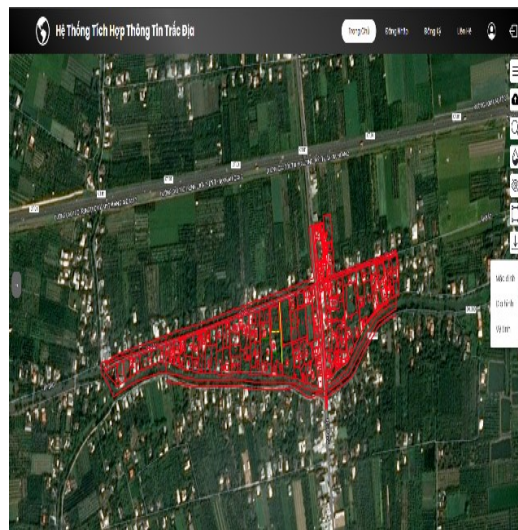
3.3. Kết quả giao diện chức năng đổi màu cho lớp, đổi bản đồ nền

Người dùng có thể thay đổi màu sắc hiển thị của các lớp bản đồ theo ý muốn cá nhân, phù hợp với nhu cầu sử dụng nhằm tạo sự tương phản, phân biệt rõ ràng giữa các lớp dữ liệu (Hình 4).

Đồng thời, chức năng chuyển đổi nền bản đồ cho phép người dùng thay đổi kiểu thể hiện của bản đồ phù hợp với từng nhu cầu của bộ dữ liệu. Có ba kiểu bản đồ chính được phát triển trong hệ thống bao gồm: Bản đồ mặc định (bản đồ nền OSM), bản đồ địa hình,



Hình 4: Giao diện đổi màu cho lớp



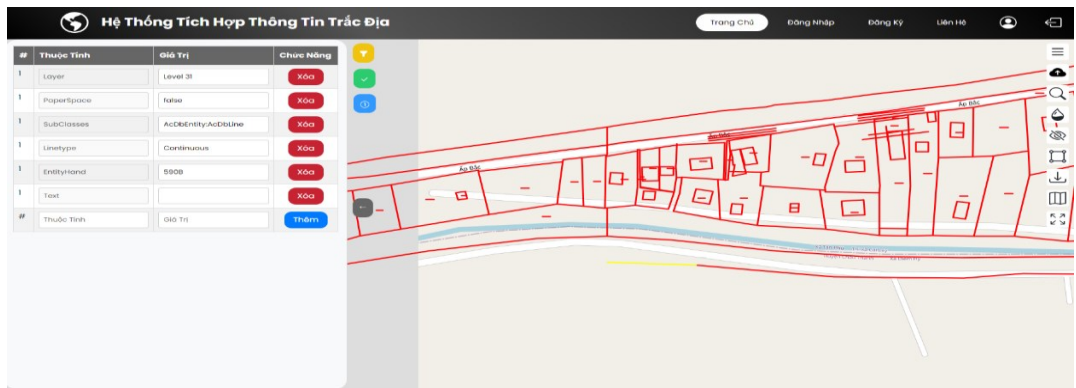
Hình 5: Giao diện chức năng đổi bản đồ nền

bản đồ vệ tinh giúp phù hợp với mục đích sử dụng khác nhau trong công tác ngoại nghiệp. Chức năng này giúp tăng cường tính trực quan và linh hoạt trong hiển thị dữ liệu. Khi áp dụng tại khu vực đo thực tế, việc thay đổi màu và nền bản đồ giúp người dùng dễ định vị và phân tích đối tượng hơn, đặc biệt trong điều kiện địa hình phức tạp (Hình 5).

3.4. Kết quả giao diện chức năng tương tác thông tin thuộc tính

Sau khi chọn đối tượng được hiển thị trên bản đồ nền các thông tin thuộc tính của đối tượng đó được cập nhật vào bộ nhớ tạm của hệ thống và hiển thị chúng trong bảng này. Tại đây người dùng có thể thêm thuộc tính và giá trị mới bằng cách nhập tên thuộc tính và giá trị của thuộc tính đó sau đó nhấn nút thêm. Chức năng sửa đổi giá trị thuộc tính và xóa cũng tương tự, người dùng chỉ cần nhập giá trị mới sau đó nhấn enter hoặc nhấn vào nút xóa ở dòng tương ứng, các giá trị này lập tức được lưu vào trong CSDL. Hệ thống hỗ trợ hiển thị bảng thuộc tính đi kèm với lớp dữ liệu không gian. Người dùng có thể nhấp vào từng đối tượng để xem chi tiết thông tin như tên, loại, mã ID, tọa độ,... đồng thời cho phép lọc, tìm kiếm hoặc trích xuất dữ liệu sang định dạng bảng CSV để sử dụng ngoài hệ thống. Bảng thuộc tính là công cụ hỗ trợ thiết thực cho quá trình kiểm tra, xác

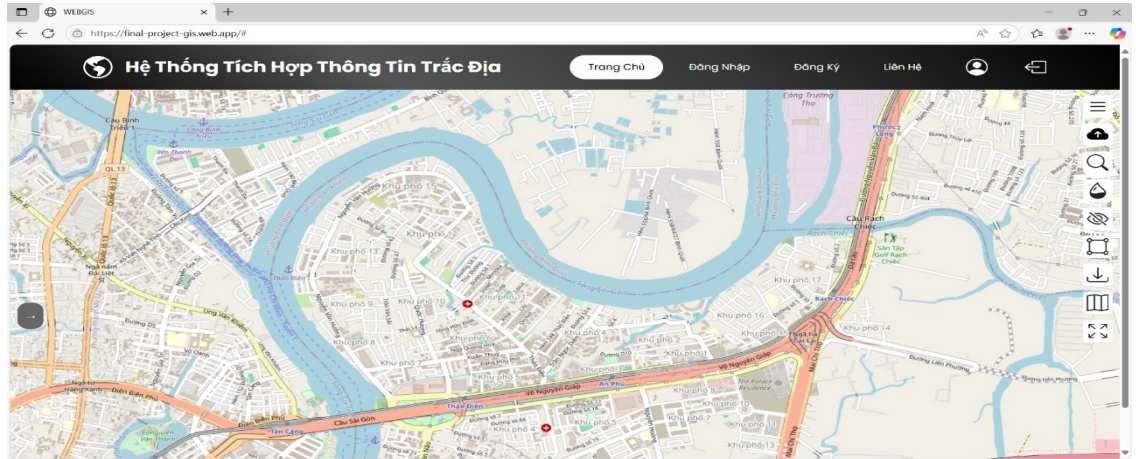
minh và xử lý thông tin đo đạc tại hiện trường. Khả năng tương tác hai chiều giữa bản đồ và bảng giúp nâng cao hiệu quả xử lý và kiểm tra dữ liệu trực tiếp tại thực địa (Hình 6).



Hình 6: Giao diện chức năng bảng tương tác thông tin thuộc tính

3.5. Kết quả giao diện trang web tổng thể

Trang web của hệ thống được thiết kế với bố cục rõ ràng, chia thành các khu vực chức năng như thanh công cụ điều hướng, cửa sổ bản đồ trung tâm và khu vực bảng thuộc tính. Giao diện trực quan, dễ sử dụng, phù hợp với người dùng có trình độ tin học cơ bản. Ngoài ra, trang web còn tích hợp khả năng phản hồi nhanh với thao tác người dùng và tương thích trên nhiều thiết bị khác nhau. Thiết kế giao diện tổng thể đơn giản nhưng hiệu quả, đảm bảo tính thân thiện và khả năng truy cập cao. Việc sử dụng mã nguồn mở giúp linh hoạt trong nâng cấp và mở rộng tính năng theo nhu cầu sử dụng thực tế.



Hình 7: Giao diện trang web tổng thể

3.6. Thảo luận

So với cách làm trước đây thiên về phần mềm máy trạm và tổng hợp thủ công cuối ngày, hệ thống WebGIS mã nguồn mở của chúng tôi tạo một quy trình đầu - cuối cho ngoại nghiệp: thu thập tại chỗ → đồng bộ vào PostGIS → hiển thị/tra cứu tức thời trên web (Leaflet) kèm nhật ký thao tác gắn tọa độ - thời gian. Thử nghiệm tại xã Tân Phú, huyện Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang cho thấy luồng việc gọn hơn, giảm lỗi chép tay, xem ngay khu vực đã làm/còn thiếu để điều phối nhân lực theo không gian hiệu quả; các chức năng như tìm kiếm thuộc tính/không gian, đổi nền - đổi màu, bảng thuộc tính tương tác, xuất CSV/in PDF hoạt động ổn định trên cả máy tính và di động. Kiến trúc mở, không khóa công nghệ giúp dễ chuyển giao sang địa bàn khác, chỉ cần chuẩn hóa CRS/cấu trúc dữ liệu và phân quyền người dùng. Hạn chế chính: Pseudo-Mercator chỉ phù hợp hiển thị



(cần UTM/hệ địa phương khi tính diện tích/chiều dài), phụ thuộc kết nối mạng và cần tối ưu thêm khi dữ liệu rất lớn.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng thành công một hệ thống WebGIS mã nguồn mở phục vụ hiệu quả công tác ngoại nghiệp trong trắc địa, đáp ứng đầy đủ các yêu cầu về lưu trữ, truy xuất, hiển thị và bảo mật dữ liệu không gian, đồng thời thân thiện với người dùng hiện trường. Điểm nổi bật đúng như phần tóm tắt nhấn mạnh là khả năng quản lý tiến độ theo thời gian - không gian: mỗi thao tác được ghi nhật ký gắn tọa độ và mốc thời gian, hiển thị tức thời khu vực đã làm/đang làm/còn thiếu, qua đó hỗ trợ điều phối nhân lực kịp thời, giảm sai sót và rút ngắn vòng đời “thu thập – đồng bộ – kiểm tra - báo cáo”. Kết quả kiểm thử tại xã Tân Phú, huyện Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang cho thấy hệ thống phản hồi nhanh, ổn định trên máy tính và thiết bị di động, cho thấy tiềm năng áp dụng rộng rãi ở các địa bàn có yêu cầu quản lý dữ liệu và tiến độ gần thời gian thực. Trong thời gian tới, hệ thống sẽ được hoàn thiện về giao diện, bổ sung phân quyền chi tiết (quản trị/biên tập/đọc), đa dạng hóa định dạng dữ liệu (kể cả 3D GML) và tối ưu hiệu năng cho bộ dữ liệu lớn; đồng thời tiếp tục tăng cường theo dõi tiến độ gần thời gian thực thông qua tích hợp GNSS/RTK và cơ chế đồng bộ ổn định để sẵn sàng triển khai ở quy mô lớn hơn.

Lời cảm ơn:

Cảm ơn Văn Phòng đăng ký đất đai tỉnh Tiền Giang đã hỗ trợ dữ liệu cho nghiên cứu.

Cam kết của các tác giả

Nhóm tác giả có tên trong bài báo cam kết sự đồng thuận và không có xung đột lợi ích trong công bố khoa học tại bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2015). *Geo Graphic Information.522*.https://books.google.com/books/about/Geographic_Information_Science_and_Syst_e.html?hl=vi&id=C_EwBgAAQBAJ.
- [2] Thủ tướng Chính phủ, “*Quyết định số 749/QĐ-TTg: Phê duyệt Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030*”, Hà Nội, 2020.
- [3] Bộ Tài nguyên và Môi trường, “*Thông tư 09/2024/TT-BTNMT: Quy định kỹ thuật về cơ sở dữ liệu đất đai và hệ thống thông tin đất đai*”, Hà Nội, 2024.
- [4] J. Vinueza-Martinez, M. Correa-Peralta, R. Ramirez-Anormaliza, O. F. Arias, and D. V. Paredes, “GISs Based on *WebGIS Architecture: Bibliometric Analysis of the Current Status and Research Trends*”, *Sustainability*, vol. 16, no. 15, p. 6439, 2024, doi:10.3390/su16156439.
- [5] V. Thellakula, V. K. Reja, and K. Varghese, “*A Web-Based GIS Tool for Progress Monitoring of Linear Construction Projects*”, in Proc. ISARC, 2021.
- [6] Esri, “*Prepare for High-Accuracy Data Collection - ArcGIS Field Maps*,” hướng dẫn GNSS/NMEA, truy cập: Sep. 10, 2025.
- [7] D. Q. C. Doan, V. T. Tran, and K. H. Vu, “*Improving Cadastral Database Associated with E-Government: A Case of Quoc Oai District, Hanoi*”, in FIG Working Week, 2019.
- [8] World Bank, “*Vietnam Land Administration - VILG Program: Progress and Lessons*”, 2024.
- [9] P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, *Geographic Information Science and Systems*, 4th ed. Wiley, 2015.
- [10] Fang, B., Yu, J., Chen, Z., Osman, A. I., Farghali, M., Ihara, I., Hamza, E. H., Rooney, D. W., & Yap, P.-S. (2023). Artificial intelligence for waste management in smart cities: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(4), 1959–1989. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01604-3>.
- [11] Vinueza-Martinez, J., Correa-Peralta, M., Ramirez-Anormaliza, R., Franco Arias, O., & Vera Paredes, D. (2024). Geographic Information Systems (GISs) Based on WebGIS Architecture: Bibliometric Analysis of the Current Status and Research Trends. *Sustainability*, 16(15), 6439. <https://doi.org/10.3390/su16156439>.
- [12] Leaflet. (n.d.). *Leaflet reference*. Retrieved October 23, 2024, from <https://leafletjs.com/reference.html>.