

ỨNG DỤNG WEBGIS TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ TRỰC TUYẾN HIỆN TRẠNG ĐỐT RÁC THẢI NGOÀI TRỜI QUẬN HOÀNG MAI, THÀNH PHỐ HÀ NỘI

VŨ XUÂN ĐỊNH⁽¹⁾, HOÀNG ANH LÊ⁽²⁾
ĐỖ THỊ HƯỜNG⁽¹⁾, PHẠM THU HUYỀN⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Quản lý đất đai và Phát triển nông thôn, Trường Đại học Lâm nghiệp
⁽²⁾Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt:

Nghiên cứu này tập trung vào việc ứng dụng WebGIS trong thành lập bản đồ trực tuyến hiện trạng đốt rác thải ngoài trời trên địa bàn quận Hoàng Mai, thành phố Hà Nội. Từ kết quả điều tra và phân tích số liệu thực địa đã chỉ ra 65 điểm đốt rác thải trên địa bàn khu vực nghiên cứu với sự đa dạng về diện tích, khối lượng, và tần suất đốt rác tại các điểm này. Quá trình xây dựng dữ liệu GIS và bản đồ trực tuyến sử dụng phần mềm QGIS và nền tảng web Leaflet giúp nâng cao chính xác vị trí các điểm bãi rác và tạo ra một công cụ hiệu quả để truyền đạt thông tin cho cả cộng đồng và cơ quan quản lý. Bản đồ không chỉ cung cấp cái nhìn tổng quan về tình hình đốt rác mà còn kích thích nhận thức và ý thức cộng đồng về bảo vệ môi trường.

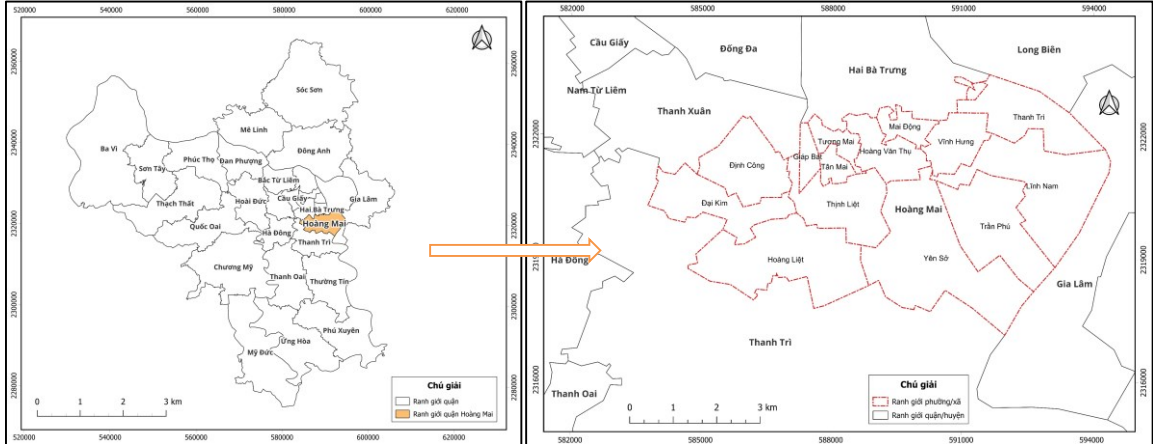
Từ khóa: Bản đồ trực tuyến, Đốt rác, GIS, Hà Nội, Môi trường, WebGIS

1. Đặt vấn đề

Tình trạng đốt rác thải ngoài trời (ĐRTNT) hiện nay ở các thành phố lớn tại Việt Nam là một vấn đề đáng báo động [10-12]. Một trong những vấn đề chính là việc quản lý, thu gom nguồn rác thải này chưa được thực hiện tốt, không có đủ không gian xây dựng các bãi chứa rác, chôn lấp rác thải. Để khắc phục vấn đề này, cần có sự tăng cường kiến thức và nâng cao ý thức của cộng đồng về việc xử lý rác thải một cách bền vững [12]. Trong số các giải pháp kỹ thuật, WebGIS là một giải pháp client-server cho phép quản lý, phân tích, cập nhật, phân phối thông tin bản đồ và GIS trên mạng Internet, giảm thiểu chi phí đầu tư phần mềm, phần cứng cho người dùng cuối; giao diện thân

thiện, đơn giản phù hợp với nhiều người dùng. Do vậy nó có tiềm năng lớn trong việc phổ biến các thông tin địa lý tới số lượng lớn người sử dụng [13-16]. Với việc sử dụng bản đồ trực tuyến với đầy đủ các thông tin và hình ảnh trực quan đi kèm sẽ rất hữu ích trong công tác tuyên truyền phổ biến các vấn đề về môi trường giúp nâng cao nhận thức và ý thức của cộng đồng [16-18]. Nghiên cứu này được thực hiện để thành lập bản đồ trực tuyến hiện trạng ĐRTNT trên địa bàn QHM, thành phố Hà Nội, đây sẽ là chìa khóa để nâng cao năng lực cho các nhà quản lý và nhận thức, ý thức cộng đồng trong vấn đề bảo vệ môi trường vì mục tiêu phát triển bền vững, phấn đấu là thành phố xanh-thông minh-hiện đại.

Ngày nhận bài: 28/4/2024, ngày chuyển phản biện: 5/5/2024, ngày chấp nhận phản biện: 27/5/2024, ngày chấp nhận đăng: 5/6/2024



Hình 1: Vị trí và ranh giới các phường thuộc quận Hoàng Mai, TP. Hà Nội

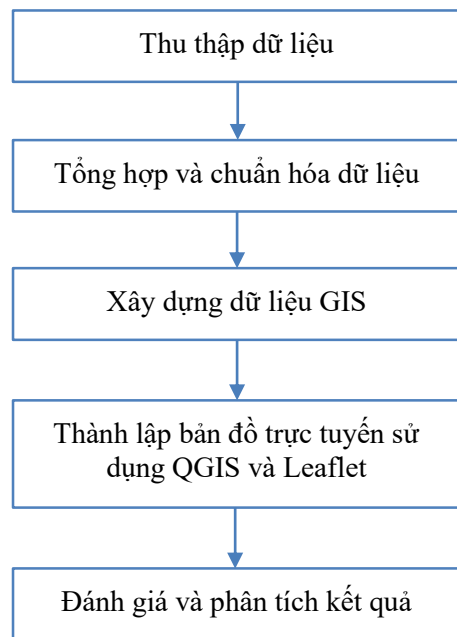
2. Địa điểm nghiên cứu

QHM, có diện tích tự nhiên hơn 4.104 ha [19], nằm ở phía Đông Nam thành phố Hà Nội, phía Bắc giáp quận Thanh Xuân, Hai Bà Trưng, phía Tây và Nam giáp huyện Thanh Trì, phía Đông giáp sông Hồng-quận Long Biên (hình 1). Trên địa bàn quận có các đường giao thông quan trọng đi qua gồm: Quốc lộ 1A, đường vành đai 2,5, đường vành đai 3, đường cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ, cầu Thanh Trì. Về kinh tế xã hội, QHM đã trở thành lá cờ đầu trong phát triển kinh tế, đô thị hóa, ổn định về chính trị, an ninh, xã hội. QHM có 14 phường với tổng số dân hơn 510.000 người [19]. Tốc độ phát triển kinh tế của QHM trong 6 tháng đầu năm 2022 ước đạt 9,04%. Quận đặt mục tiêu tăng tổng giá trị sản xuất trên địa bàn trong năm 2022 đạt 8,79%; tổng thu ngân sách 4.435,98 tỷ đồng; tổng chi ngân sách 1.919,699 tỷ đồng [20].

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành theo một quy trình khoa học logic, bao gồm năm bước chính (hình 2). Bước đầu tiên là thu thập dữ liệu từ các nguồn tin cậy liên quan đến khu vực nghiên cứu. Các dữ liệu thu thập được sẽ trải qua quá trình tổng hợp và chuẩn hóa. Sau đó

tiến hành xây dựng dữ liệu GIS bằng phần mềm QGIS bao gồm việc tạo lập các lớp thông tin không gian về ranh giới hành chính và vị trí các điểm đốt rác, cũng như tối ưu hóa các lớp thông tin về mặt đồ họa để trình bày rõ ràng và trực quan. Cuối cùng, thành lập bản đồ trực tuyến sử dụng phần mềm QGIS và nền tảng Leaflet. Các dữ liệu GIS được chuyển đổi sang định dạng phù hợp cho môi trường web, sau đó được tích hợp vào trang web với giao diện tương tác thân thiện cho người dùng.



Hình 2: Sơ đồ các bước thực hiện

3.1. Thu thập dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng một số các tài liệu từ các cơ quan nhà nước, các tổ chức xã hội và các cơ quan ban ngành có liên quan đến khu vực nghiên cứu. Các dữ liệu bản đồ hành chính, địa hình và hiện trạng sử dụng đất trên khu vực cũng đã được thu thập.

Các dữ liệu cần phải thu thập ngoài thực địa tại các địa điểm bãi rác đã được thảo luận và thống nhất với các thông tin bao gồm: địa điểm, tọa độ, ngày điều tra, loại hình bãi rác, loại rác thải, diện tích, khối lượng, thời gian đốt rác, tần suất đốt, phản ánh của cộng đồng xung quanh, kiến nghị từ người dân, cũng như hình ảnh và video minh họa. Bảng thông tin điều tra địa điểm đốt rác đã được sử dụng để thiết kế bảng hỏi thu thập số liệu trên nền tảng mã nguồn mở KoBoToolbox phục vụ cho việc thu thập số liệu thực địa. Phần mềm cung cấp một bộ công cụ đa dạng để tạo, quản lý và phân tích dữ liệu từ các môi trường khảo sát và thu thập thông tin trên thực địa [21].

3.2. Tổng hợp và chuẩn hóa dữ liệu

Quá trình này được áp dụng để tổ chức, sắp xếp và đưa dữ liệu về một khuôn dạng 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.

Dữ liệu thu thập được là khá đa dạng và phức tạp, do đó phải tiến hành xử lý để đảm bảo tính chính xác và đồng nhất. Việc này bao gồm việc kiểm tra và sửa lỗi nhập liệu, loại bỏ giá trị thiếu và chuẩn hóa dữ liệu nếu cần thiết. Quá trình này giúp tạo nền tảng cho các phân tích tiếp theo và đảm bảo rằng dữ liệu là đáng tin cậy và có ý nghĩa.

Sử dụng các công cụ phân tích dữ liệu trong Microsoft Excel, tiến hành phân tích và

đưa ra những nhận định sâu sắc từ dữ liệu. Các biểu đồ và đồ thị được tạo ra từ dữ liệu có thể giúp hiểu rõ hơn về xu hướng, mối quan hệ và phân bố dữ liệu. Cuối cùng, số liệu và dữ liệu sau khi đã được tổng hợp, đánh giá độ chính xác và chuẩn hóa sẽ được tách riêng để phục vụ xây dựng lớp thông tin về các điểm đốt rác thải tại QHM.

3.3. QGIS và WebGIS

WebGIS, hay Hệ thống Thông tin Địa lý trực tuyến là một công nghệ mạnh mẽ giúp truy cập, quản lý và chia sẻ dữ liệu địa lý qua môi trường web. WebGIS đem lại nhiều ưu điểm vô cùng quan trọng trong thế giới ngày nay [13-18]. Thuận tiện là ưu điểm đầu tiên cần phải nói tới bởi khả năng truy cập từ mọi nơi, giúp người dùng dễ dàng xem và tương tác với dữ liệu địa lý. Nhiều nghiên cứu đã khẳng định WebGIS là công cụ mạnh mẽ cho việc chia sẻ thông tin địa lý, tạo cơ hội cho sự tương tác và hợp tác trong cộng đồng trực tuyến [16-18].

QGIS là một trong những hệ thống thông tin địa lý mở nguồn phổ biến, đóng một vai trò quan trọng trong xây dựng WebGIS. Ứng dụng QGIS giúp người sử dụng tạo và quản lý dữ liệu địa lý một cách hiệu quả, sau đó tích hợp nó vào các ứng dụng WebGIS. Với khả năng xuất bản trực tiếp từ QGIS lên các nền tảng trực tuyến như GeoServer hoặc MapServer, có thể tận dụng sức mạnh của WebGIS để chia sẻ thông tin địa lý, tạo bản đồ tương tác và thậm chí xây dựng ứng dụng trực tuyến mạnh mẽ dựa trên dữ liệu đã thu thập được.

Trong nghiên cứu này, dữ liệu từ Excel đã được nhập vào QGIS để xây dựng lớp thông tin vị trí và các dữ liệu liên quan của các bãi rác thải hiện nay trên địa bàn QHM. Sau khi dữ liệu đã được nhập vào QGIS, lớp dữ liệu ranh giới hành chính QHM được thêm vào

ngoài việc thể hiện như một lớp thông tin hỗ trợ giúp người dùng có thể xác định được các Phường trực thuộc QHM, nó còn được sử dụng trong quá trình lọc và loại bỏ các thông tin thừa hoặc các vị trí điều tra nằm ngoài ranh giới khu vực nghiên cứu. Tiếp theo là quá trình tạo bản đồ tương tác và tùy chỉnh đồ họa để thể hiện các khía cạnh khác nhau của dữ liệu khảo sát (bao gồm lựa chọn màu sắc, kích thước, loại ký hiệu trực quan phù hợp với mục tiêu của dự án).

Khi bản đồ đã được xây dựng và tối ưu hóa, sử dụng các công cụ xuất bản của QGIS để xây dựng bản đồ trực tuyến. Quá trình xuất bản bản đồ từ QGIS sang các nền tảng trực tuyến trở nên đơn giản và linh hoạt hơn nhờ vào tiện ích QGIS2WEB. Tiện ích này cung cấp một giao diện người dùng thân thiện, giúp người dùng dễ dàng tùy chỉnh và xuất bản bản đồ của mình trực tiếp lên các nền tảng web như Leaflet, OpenLayers hay Mapbox. Tiếp sau là điều chỉnh giao diện, bảng mô tả và các tính năng tương tác trực tuyến, giúp tăng trải nghiệm người dùng trên trang web trực tuyến. Bản đồ này sau đó được tích hợp vào trang web www.vuxuandinh.com để có thể chia sẻ sử dụng trên các trình duyệt web được tích hợp trên máy tính hoặc các thiết bị di động thông minh của người dùng. Người xem có thể tương tác với bản đồ, tra cứu thông tin chi tiết bao gồm cả hình ảnh và các thước phim ngắn quay các khu vực bãi rác đã được khảo sát.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Điều tra ngoại nghiệp

Số liệu tổng hợp được từ quá trình nhóm nghiên cứu thực hiện điều tra ngoại nghiệp thông qua bảng hỏi được thành lập và tiến hành khảo sát qua phần mềm KoboCollect được cài lên trên hệ điều hành Android. Tổng cộng đã có 74 điểm bãi rác được khảo sát

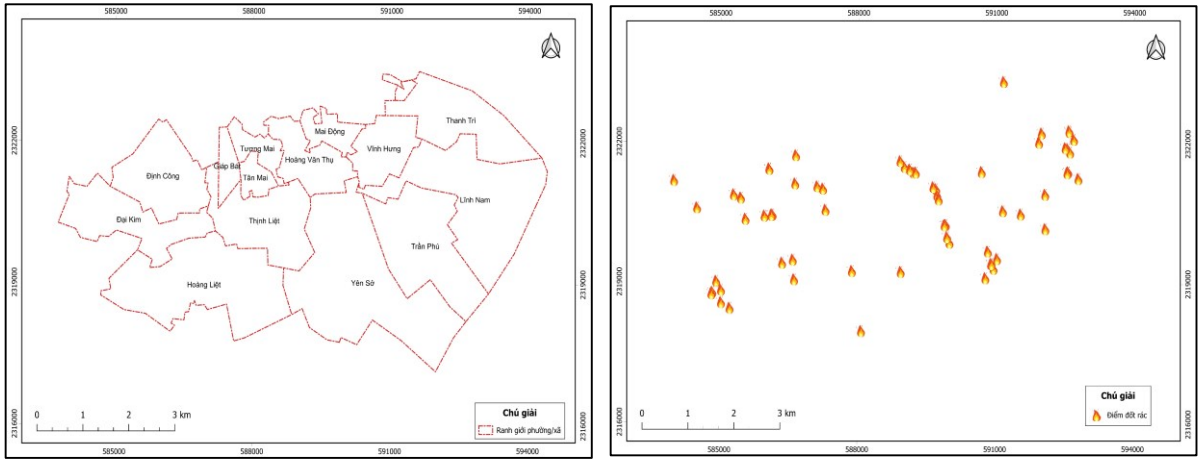
trong 10 ngày từ ngày 02 đến ngày 12 tháng 10 năm 2023. Tuy nhiên chỉ có 65 điểm nằm ở Hoàng Mai sau khi được đối chiếu với ranh giới hành chính khu vực nghiên cứu.

Trong tổng số điểm bãi rác đã được khảo sát trên địa bàn QHM, 7 điểm thuộc loại R1 (Điểm tập kết rác quy định), 42 điểm thuộc loại R2 (Tự phát hình thành từ lâu) và 16 điểm thuộc loại R3 (Tự phát mới hình thành). Diện tích của các bãi rác này nằm trong khoảng từ 0,8 m² đến 21,8 m², tương ứng khối lượng nằm trong khoảng từ 0,1 m³ đến 13,1 m³. Tần suất đốt rác tại các điểm này dao động trong khoảng từ 0 đến 7 lần/tuần.

Trong QHM, phường có số lượng điểm bãi rác lớn nhất là Yên Sở và Hoàng Liệt với 13 và 11 điểm. Trong khi đó, phường có số lượng điểm bãi rác nhỏ nhất là Vĩnh Hưng với chỉ có 1 điểm. Diện tích và thể tích các điểm bãi rác trong QHM dao động từ 0,8 - 21,8 m² và 0,1 - 13,1 m³ tương ứng. Về tần suất đốt rác có thể thấy phần lớn dao động trong khoảng từ 2 - 3 lần trong tuần, ngoại trừ 1 điểm tại phường Yên Sở có ghi nhận tình trạng đốt rác thường xuyên lên tới 7 lần/tuần.

4.2. Xây dựng dữ liệu GIS

QGIS là một trong những phần mềm GIS mã nguồn mở phổ biến, cung cấp một nền tảng linh hoạt và hiệu quả cho việc xây dựng cơ sở dữ liệu GIS. Quá trình này liên quan đến nhiều bước từ việc thiết kế cơ sở dữ liệu đến việc nhập, quản lý và tương tác với dữ liệu. Bước đầu tiên trong quá trình xây dựng cơ sở dữ liệu GIS là xác định yêu cầu và mục tiêu của hệ thống. Điều này bao gồm việc xác định loại dữ liệu cần được lưu trữ, các quan hệ giữa chúng, và cách tốt nhất để tổ chức chúng. Thiết kế và xây dựng cơ sở dữ liệu phù hợp là một trong những phần quan trọng để đảm bảo tính nhất quán và hiệu suất của sản phẩm bản đồ mà nghiên cứu nhắm tới.



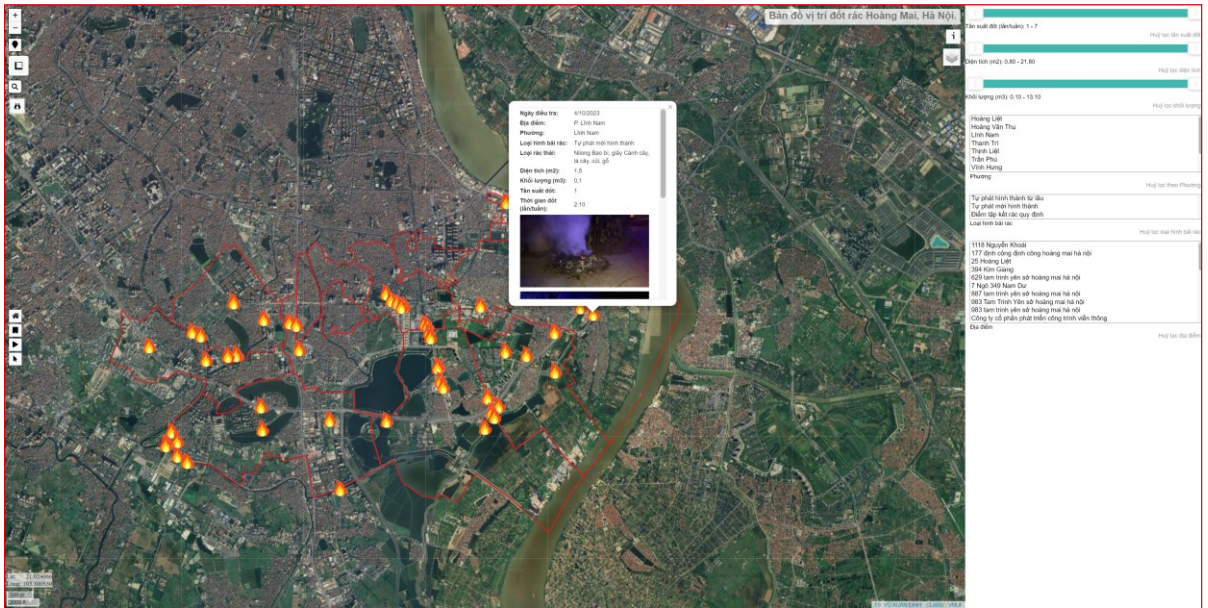
Hình 3: Các lớp thông tin chính trên bản đồ hiện trạng ĐRTNT

Xây dựng dữ liệu GIS là một chuỗi các bước quan trọng từ thiết kế đến triển khai và tương tác với dữ liệu. Từ cơ sở này lớp thông tin vị trí điểm đót rác được xây dựng bao gồm cơ sở dữ liệu không gian vị trí các điểm khảo sát và bảng cơ sở dữ liệu thuộc tính tương ứng phù hợp với mục tiêu tra cứu thông tin nhằm tăng cường nhận thức và ý thức cộng đồng trong việc bảo vệ môi trường. Các loại bản đồ nền được thêm vào trong nghiên cứu này đã được lựa chọn để thể hiện ở các hình thái và mức độ hiển thị thông tin khác nhau giúp làm nổi bật khu vực nghiên cứu cũng như vị trí các điểm ĐRTNT đã được điều tra. Các lớp dữ liệu này có thể được thêm vào tùy theo nhu cầu người dùng để hiển thị thông tin chi tiết và phức tạp hơn cho phép họ chia sẻ thông tin địa lý và tạo ra các bản đồ cá nhân hoặc cộng đồng. Sự linh hoạt và đa dạng của bản đồ nền giúp chúng trở thành công cụ quan trọng trong việc hiểu và tương tác với dữ liệu địa lý.

4.3. Thành lập bản đồ trực tuyến

Bản đồ trực tuyến đã trở thành một công cụ quan trọng và phổ biến trong việc hiển thị các thông tin địa lý. Quá trình thành lập bản đồ trực tuyến là một công việc phức tạp, liên quan đến nhiều bước kỹ thuật và công nghệ để

tạo ra một sản phẩm cuối cùng đáp ứng nhu cầu người dùng. Quá trình này thường bắt đầu với việc thu thập dữ liệu địa lý từ nhiều nguồn khác nhau. Dữ liệu này sau đó được tích hợp và chuyển đổi thành định dạng chuẩn để có thể sử dụng trong quá trình tạo bản đồ. Tiếp theo, sử dụng phần mềm QGIS để xây dựng bản đồ. Trong quá trình này, tiến hành xác định các yếu tố cần hiển thị trên bản đồ, xử lý dữ liệu để tạo ra các lớp dữ liệu và thêm vào các chi tiết quan trọng. Khi dữ liệu đã được chuẩn bị, QGIS2Web, một plugin cho QGIS, đảm nhận vai trò quan trọng trong quá trình chuyển đổi bản đồ thành dạng có thể xuất ra dưới dạng trang web tĩnh. QGIS2Web cho phép được sử dụng để tùy chỉnh giao diện và tùy chọn hiển thị cho bản đồ trực tuyến chứa đựng sự phong phú về cơ sở dữ liệu và các công cụ mạnh mẽ trong phân tích, lựa chọn và hiển thị dữ liệu người truy cập bản đồ trực tuyến quan tâm một cách hiệu quả. Trong nghiên cứu này nền tảng Web được lựa chọn là Leaflet do nhiều ưu việt trong trình bày, hiển thị và phân tích dữ liệu địa lý. Quá trình thành lập bản đồ trực tuyến thông qua ngôn ngữ Leaflet thực chất là dựa trên ngôn ngữ lập trình JavaScript và sử dụng thư viện Leaflet để tạo ra trải nghiệm đồ họa và tương tác trực tuyến với dữ liệu địa lý.



Hình 4: Giao diện bản đồ trực tuyến các điểm đốt rác thải quận Hoàng Mai, TP. Hà Nội

Trong giai đoạn đầu, dữ liệu bản đồ được thành lập trong QGIS sẽ được chuyển đổi sang định dạng GeoJSON trước khi sử dụng ngôn ngữ Leaflet. Dữ liệu địa lý này được xử lý và định dạng sao cho nó có thể được hiển thị một cách đồng nhất trên bản đồ. Các thuộc tính và thông tin được thêm vào để cung cấp thông tin chi tiết khi người dùng tương tác với bản đồ. Để xây dựng trang web tiến hành sử dụng ngôn ngữ HTML, CSS và JavaScript để tích hợp bản đồ. Sau đó liên kết thư viện Leaflet vào trang web để sử dụng các tính năng và chức năng của nó. Quá trình này bao gồm thiết lập các thông số cơ bản như tọa độ ban đầu, cấp độ zoom và các lớp thông tin nền (base layers). Việc thêm các lớp dữ liệu này được tiến hành bằng cách sử dụng API (Application Programming Interface) của Leaflet để hiển thị các yếu tố hình học mang tính địa lý. Bên cạnh đó tiến hành bổ xung thêm khả năng tương tác và các công cụ tiện ích như điều hướng, tìm kiếm và hiển thị thông tin chi tiết khi người dùng nhấp vào các yếu tố trên bản đồ (hình 4). Sau đó tiến hành tối ưu hóa mã

nguồn để đảm bảo tải trang web nhanh chóng và hiệu quả.



Hình 5: Mã QR địa chỉ bản đồ trực tuyến các điểm đốt rác thải quận Hoàng Mai, TP. Hà Nội
Bước cuối cùng là triển khai bản đồ trực tuyến lên máy chủ (địa chỉ: www.vuxuandinh.com) để người dùng có thể truy cập từ mọi nơi. Địa chỉ cụ thể để truy cập vào bản đồ trực tuyến các điểm đốt rác thải quận Hoàng Mai, TP. Hà Nội có thể truy cập nhanh thông qua mã QR (hình 5).

4.4. Đánh giá và phân tích kết quả

Việc thành lập bản đồ trực tuyến hiện trạng ĐRTNT tại QHM, thành phố Hà Nội đã mang lại nhiều kết quả tích cực. (i) Đầu tiên, bản đồ trực tuyến này đã giúp cung cấp thông tin chi tiết và cập nhật về các điểm ĐRTNT tại QHM. Điều này giúp cộng đồng có cái nhìn tổng quan về tình hình ĐRTNT tại khu vực này. (ii) Việc sử dụng công nghệ trực tuyến giúp nâng cao nhận thức và ý thức của cộng đồng trong việc bảo vệ môi trường. Người dân có thể truy cập bản đồ mọi lúc, mọi nơi để cập nhật thông tin, từ đó nắm bắt được tình hình thực tế và tham gia vào việc bảo vệ môi trường một cách tích cực hơn. (iii) Bản đồ trực tuyến cũng giúp các cơ quan quản lý có thể theo dõi và kiểm soát tình hình ĐRTNT một cách hiệu quả hơn. Các cơ quan quản lý có thể sử dụng bản đồ này như một công cụ hữu ích để xác định các điểm đốt rác, từ đó đưa ra các biện pháp quản lý phù hợp.

Tuy nhiên, cần lưu ý rằng việc thành lập và sử dụng bản đồ trực tuyến chỉ là một phần trong việc quản lý và giải quyết vấn đề ĐRTNT. Việc này cần được kết hợp với các biện pháp khác như tuyên truyền, giáo dục nhân dân về ý thức bảo vệ môi trường, thực hiện nghiêm các quy định về quản lý rác thải và tăng cường giám sát, kiểm tra của các cơ quan chức năng.

5. Kết luận

Từ kết quả điều tra ngoại nghiệp và quá trình phân tích đã chỉ ra 65 điểm bãi rác nằm trong QHM. Trong đó, 7 điểm thuộc điểm tập kết rác quy định, 42 điểm thuộc loại hình tự phát hình thành từ lâu và 16 điểm thuộc được phân loại là tự phát mới hình thành. Yên Sở và Hoàng Liệt là hai phường có số lượng điểm bãi rác lớn nhất, lần lượt là 13 và 11 điểm. Ngược lại, Vĩnh Hưng chỉ có 1 điểm bãi rác.

Phân tích diện tích và thể tích của các điểm bãi rác cho thấy sự đa dạng, dao động đáng kể từ 0,8-21,8 m² và từ 0,1-13,1 m³ tương ứng. Tần suất đốt rác tại các điểm này phần lớn dao động từ 2-3 lần/tuần, ngoại trừ một điểm tại phường Yên Sở có tần suất đốt rác thường xuyên lên tới 7 lần/tuần.

Quá trình xây dựng dữ liệu GIS đã giúp xác định chính xác vị trí các điểm đốt rác và loại bỏ những điểm không thuộc vùng nghiên cứu, từ đó tăng tính chính xác của thông tin. Bản đồ trực tuyến sử dụng nền tảng Leaflet giúp truyền đạt thông tin một cách hiệu quả và nhanh chóng. Bản đồ này không chỉ là một công cụ hữu ích cho người dân cập nhật thông tin môi trường mà còn giúp cơ quan quản lý theo dõi và kiểm soát tình hình ĐRTNT một cách hiệu quả.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Thanh, N.P., Lê Hoàng Việt, N.X.H., & Ngân, N.V.C. (2012). Đánh giá tác động của các phương pháp xử lý rác thải đô thị vùng đồng bằng sông Cửu Long - Việt Nam. *Science & Technology*, 15(M1-2012).
- [2]. Giang, H.M. (2013). Nghiên cứu khả năng cắt giảm khí nhà kính từ hệ thống quản lý chất thải rắn đô thị ở Việt Nam.
- [3]. WWF. (2020). Quá tải rác: ngòi nổ cho “Cuộc xâm chiếm của rác thải”. Available from: <https://vietnam.panda.org/?364197/Qua-ti-rac-ngoi-n-cho-Cuc-xam-chim-ca-rac-thi>.
- [4]. Sánchez-Aparicio, L.J., et al. (2020). Web-GIS approach to preventive conservation of heritage buildings. *Automation in Construction*, 118, 103304.
- [5]. Li, Z., et al. (2023). WebGIS Application in Urban Planning Management. In 2023 2nd International Conference on

Urban Planning and Regional Economy (UPRE 2023). Atlantis Press.

[6]. Zhang, X., Ma, C., & Yang, G. (2022). City appearance environment management system based on WebGIS. In Third International Conference on Computer Science and Communication Technology (ICCSCT 2022). SPIE.

[7]. Nguyễn, T.T.H. (2016). Ứng dụng Webgis trong hệ thống Giám sát bệnh truyền nhiễm: Luận văn ThS. Máy tính: 60 48 01. ĐHCN.

[8]. Solari, O.M., Demirci, A., & Van Der Schee, J. (2015). Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World. Springer.

[9]. Painho, M., et al. (2001). WebGIS as a teaching tool. Proceedings of the ESRI UC, 9-13.

[10]. UBND Thành phố Hà Nội. (2023). Điều kiện tự nhiên, lịch sử, truyền thống văn hóa. Available from: <https://hanoi.gov.vn/bomaychinhquyen/-/hn/n5xfywjC3UDf/99940/ieu-kien-tu-nhien-lich-su-truyen-thong-van-hoa/print>.

[11]. UBND Thành phố Hà Nội. (2022). Quận Hoàng Mai hoàn thành vượt các chỉ tiêu kinh tế-xã hội 6 tháng đầu năm. Available from:

[12]. <https://kinhtedothi.vn/quan-hoang-mai-hoan-thanh-vuot-cac-chi-tieu-kinh-te-xa-hoi-6-thang-dau-nam.html>.

[13]. Lakshminarasimhappa, M. (2022). Web-based and smart mobile app for data collection: Kobo Toolbox/Kobo collect. *Journal of Indian Library Association*, 57(2), 72-79.

Summary

Application of WebGIS in establishing an online map of current outdoor waste burning to enhance awareness and consciousness of the community in environmental protection in Hoang Mai, Hanoi

Vu Xuan Dinh, Do Thi Huong

Institute of Land Management and Rural Development, University of Forestry

Hoang Anh Le, Pham Thu Huyen

Faculty of Environment, Hanoi University of Sciences, Vietnam National University, Hanoi

This study focuses on the application of WebGIS in creating an online map depicting the current situation of outdoor Waste burning in Hoang Mai district, Hanoi capital. Results from field investigations and data analysis revealed 65 waste-burning sites within the research area, showcasing diversity in size, volume, and frequency of burning at these locations. The process of establishing GIS data and an online map applied the QGIS software and the Leaflet web platform, enhancing the location accuracy of waste points and providing an effective tool for conveying information to both the community and management authorities. The map offers an overview of the waste-burning situation and stimulates community awareness and consciousness regarding environmental protection.

Keywords: Environment, GIS, Hanoi, Online map, Waste burning, WebGIS.