

Xây dựng cơ sở dữ liệu (GIS) thoát nước đô thị phục vụ công tác quản lý thí điểm tại quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội

Developing urban drainage database (GIS) for pilot management in Thanh Xuan district, Hanoi city

Vũ Lê Ánh^{(1)*}, Đinh Thị Thu Hoài⁽²⁾

Tóm tắt

Việc quản lý thoát nước trong nhiều cơ quan hiện nay còn sử dụng phương pháp lưu trữ thủ công dưới dạng giấy hoặc trong phần mềm AutoCad, thiếu dữ liệu không gian và thuộc tính của các đối tượng trong hệ thống thoát nước dẫn đến công tác quản lý gặp nhiều khó khăn. Trong bối cảnh cách mạng công nghệ 4.0, việc áp dụng công nghệ thông tin vào công tác quản lý cơ sở hạ tầng nhìn chung là xu hướng tất yếu tại các đô thị. Quận Thanh Xuân với mật độ dân cư cao nhiều năm qua là nơi mà các vấn đề môi trường trở nên nổi cộm của Thành phố Hà Nội, nhất là các vấn đề về thoát nước, kiểm soát ngập. Tình hình thực tế đó thúc đẩy nhóm tác giả thực hiện công cụ hỗ trợ các cơ quan có thẩm quyền trong việc quản lý hệ thống thoát nước một cách hiệu quả. Bài viết tập trung vào cách xây dựng bộ cơ sở dữ liệu GIS thoát nước trên phần mềm ArcGIS và giới thiệu một trong những sản phẩm là bản đồ ngập úng quận Thanh Xuân.

Từ khóa: cơ sở dữ liệu, GIS, ArcGIS, quản lý hệ thống thoát nước

Abstract

Drainage management in many agencies today still uses manual storage methods in paper form or in AutoCad software, which lacks of spatial data and attributes of objects in the drainage system, leading to management faces many difficulties. In the context of the 4.0 technology revolution, applying information technology to infrastructure management is generally an inevitable trend in urban areas. Thanh Xuan district with high population density over the years is where environmental issues have become prominent in Hanoi city, especially drainage and flood control issues. That real situation motivates the authors to implement tools to support competent agencies in effectively managing the drainage system. The article focuses on how to build a drainage GIS database on ArcGIS software as well as introduces one of the products, the flood map of Thanh Xuan district.

Key words: database, GIS, ArcGIS, managing the drainage system

⁽¹⁾Khoa kỹ thuật hạ tầng và môi trường đô thị, Email: <vuleanh77@gmail.com>

⁽²⁾Khoa kỹ thuật hạ tầng và môi trường đô thị, Email: <hoai.dinh86@gmail.com>

(*) Điện thoại: (+84) 974653647

Ngày nhận bài: 12/5/2024

Ngày sửa bài: 21/5/2024

Ngày duyệt đăng: 23/05/2024

1. Đặt vấn đề

Trong thời đại cuộc Cách mạng Công nghiệp 4.0 phát triển mạnh mẽ, việc ứng dụng các công nghệ hiện đại vào quản lý là tất yếu, giúp các nhà lãnh đạo quản lý hiệu quả và tiết kiệm công sức. Biến đổi khí hậu kéo theo các hiện tượng thời tiết cực đoan ngày càng xuất hiện với tần suất nhiều hơn, mưa lớn vượt quá cường độ mưa thiết kế của hệ thống thoát nước đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống người dân đô thị, do đó công tác quản lý trong lĩnh vực quản lý hạ tầng nói chung và quản lý mạng lưới thoát nước nói riêng càng trở nên quan trọng hơn bao giờ hết[7].

Thực tế tại Việt Nam, các công ty quản lý hệ thống thoát nước vẫn còn rất thủ công và chưa hiệu quả. Dữ liệu chủ yếu vẫn được quản lý trên phần mềm Autocad ở dạng bản vẽ không có hệ tọa độ và chưa được tích hợp dữ liệu thuộc tính như công suất trạm bơm tương ứng với diện tích lưu vực phục vụ nào, các điểm ngập ứng nghiệm trọng, tình trạng cống dưới đường hiện hữu ra sao,.... Dữ liệu về không gian và phi không gian của mạng lưới thoát nước có lượng thông tin vô cùng lớn, các thông tin luôn phải được cập nhật liên tục, việc tổng hợp số liệu để theo dõi, quản lý thường mất thời gian do phải tổng hợp từ nhiều nguồn, cho nên cách quản lý hiện nay chưa hỗ trợ được công tác quản lý cũng như vận hành, bảo dưỡng một cách thường xuyên. Để quản lý hiệu quả, các công ty thoát nước cần có một công cụ hỗ trợ quản lý hiệu quả hơn nữa.

Hệ thống thông tin địa lý GIS là viết tắt của Geographic Information Systems và là một lĩnh vực công nghệ kết hợp các đối tượng bằng cách thu thập, quản lý và phân tích dữ liệu từ không gian địa lý qua đó thực hiện biên tập bản đồ, lưu trữ dữ liệu bản đồ, thao tác trên bản đồ sao cho tương tự với sự vật, hiện tượng ngoài không gian thực. Bằng cách liên hệ các dữ liệu dường như không có liên quan đến nhau, GIS có thể giúp cá nhân và tổ chức hiểu rõ hơn về các mô hình không gian thế giới thực. Điều này cho phép người sử dụng dễ dàng nhìn thấy, phân tích và hiểu rõ hơn mối quan hệ giữa các dữ liệu đó. Việc ứng dụng GIS trong công tác quản lý thoát nước đã được thực hiện ở nhiều nước trên thế giới và một số thành phố ở Việt Nam như thành phố Hồ Chí Minh, Cần Thơ, Huế, Bình Dương, đạt được những kết quả nhất định [3].

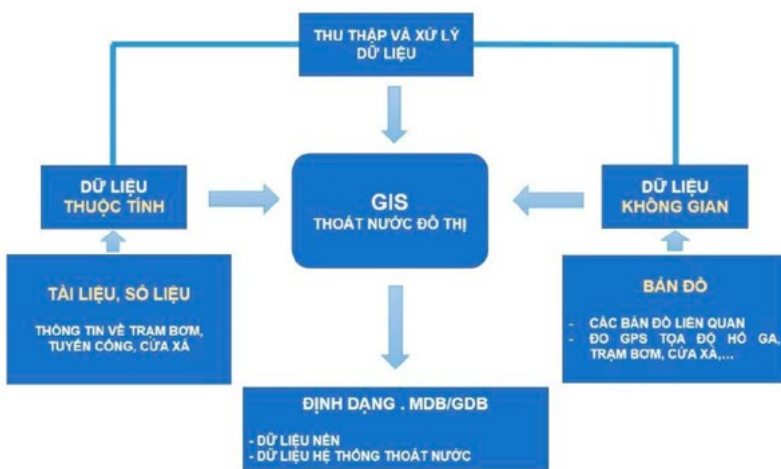
Khi nói đến GIS, chúng ta sẽ nghĩ đến việc phải lưu trữ, truy vấn, phân tích dữ liệu, đặc biệt là dữ liệu không gian đồ sộ. Vì vậy, để có thể lưu trữ và phân tích được bộ cơ sở dữ liệu big data như vậy thì phần mềm GIS phải rất mạnh. Phần mềm GIS phải có chức năng lưu trữ, thu thập, cập nhật quản lý, phân tích được ở rất nhiều định dạng dữ liệu khác nhau: không gian, phi không gian, hình ảnh, âm thanh, ảnh vệ tinh, ảnh viễn thám... Hiện nay, trên thế giới có rất nhiều phần mềm GIS khác nhau: ArcGIS, Mapinfor, QGIS (phần mềm mã nguồn mở)... Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu lựa chọn phần mềm ArcGIS là phần mềm ứng dụng công nghệ hệ thống thông tin địa lý của Viện nghiên cứu hệ thống môi trường ESRI của Mỹ. Bộ phần mềm ArcGIS của ESRI có khả năng khai thác hết các chức năng GIS trên các ứng dụng



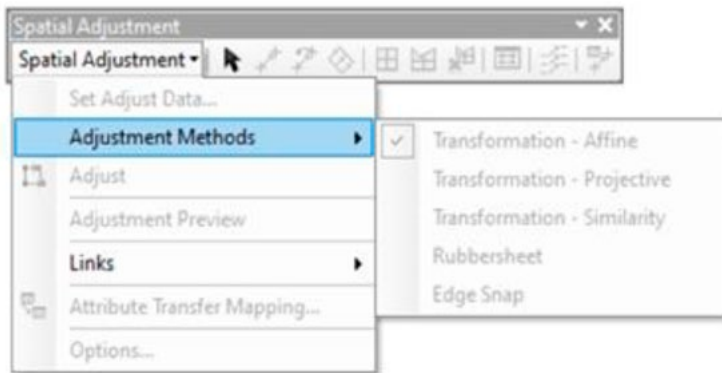
Hình 1. Ngập úng tại phố Vũ Trọng Phụng [3]



Hình 2. Ngập úng tại cụm khu vực Hoàng Văn Thái – Lê Trọng Tấn [3]



Hình 3. Sơ đồ xử lý dữ liệu thoát nước trong môi trường GIS



Hình 4. Công cụ chỉnh hệ tọa độ trong ArcGIS

khác như Desktop, máy chủ (bao gồm Web), hoặc các hệ thống thiết bị di động [5],[7].

ArcGIS- Phần mềm GIS hàng đầu hiện nay, cung cấp một giải pháp toàn diện từ thu thập/nhập số liệu, chỉnh lý, phân tích và phân phối thông tin trên mạng Internet tới các cấp độ khác nhau như cơ sở dữ liệu địa lý cá nhân hay cơ sở dữ liệu của các doanh nghiệp. Về mặt công nghệ, hiện nay các chuyên gia GIS coi công nghệ ESRI là một giải pháp mang tính chất mở, tổng thể và hoàn chỉnh, có khả năng khai thác hết các chức năng của GIS trên các ứng dụng khác nhau như: desktop (ArcGIS Desktop), máy chủ (ArcGIS Server), các ứng dụng Web (ArcIMS, ArcGIS Online), hoặc hệ thống thiết bị di động (ArcPAD)... và có khả

năng tương tích cao đối với nhiều loại sản phẩm của nhiều hãng khác nhau. Tại Việt Nam, trong các văn bản pháp lý hiện hành của Chính phủ ban hành cũng yêu cầu cơ sở dữ liệu GIS nền địa lý cũng như các chuyên ngành khác được xây dựng trên phần mềm ArcGIS[2],[4].

Nhóm tác giả sử dụng các phương pháp khảo sát điều tra thu thập dữ liệu như công nghệ định vị GPS (GNSS), kết hợp phân tích chuyên ngành, hệ thống lại dữ liệu để xây dựng cấu trúc cho cơ sở dữ liệu GIS hệ thống thoát nước quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội. Kết quả này hỗ trợ cho các nhà quản lý tại quận Thanh Xuân ứng dụng để quản lý thoát nước.

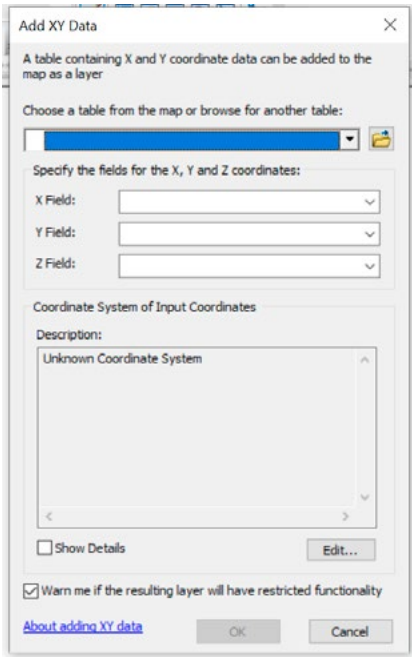
Ngoài ra, bài báo cũng sẽ là tài liệu tham khảo cho các đồng nghiệp quan tâm đến công tác quản lý thoát nước dựa trên ứng dụng GIS.

2. Dữ liệu đầu vào và phương pháp thực hiện

2.1. Dữ liệu

Quận Thanh Xuân là một khu vực trọng điểm của Thủ đô Hà Nội, phát triển nhanh về hạ tầng, tiện ích đồng bộ. Quận Thanh Xuân nằm ở cửa ngõ phía Tây Nam nội thành Hà Nội, là nơi tập trung của nhiều tuyến đường lớn như Nguyễn Trãi, Lê Trọng Tấn, Lê Văn Lương, Khuất Duy Tiến, đường Vành đai 3. Hệ thống thoát nước của quận là hệ thống riêng giữa nước mưa và nước thải. Nước mưa của khu vực này chủ yếu thoát ra sông Tô Lịch, Sông Lừ và nhánh sang Sông Sét, phần còn lại thoát vào các ô đất trống, ao hồ, ruộng canh tác xung quanh các khu vực xây dựng. Đầu mùa mưa năm 2022, với lượng mưa nhỏ hơn 50 mm/2h thì trên địa bàn còn tồn tại 03 điểm úng ngập (Bùi Xương Trạch, tập thể Thanh Xuân Bắc, Quan Nhân), với lượng mưa từ 50 ÷ 100 mm/2h xuất hiện thêm 02 cụm úng ngập (ngã ba Vũ Trọng Phụng – Quan Nhân - phố Nguyễn Huy Tưởng - đường Nguyễn Trãi - Cụ Lộc và Lê Trọng Tấn - Hoàng Văn Thái - Vương Thừa Vũ - Nguyễn Ngọc Nại) (Hình 1, 2).

Để xây dựng cơ sở dữ liệu không gian, nhóm nghiên cứu thu thập các loại bản đồ liên quan như bản đồ tuyến cống thoát nước... Đồng thời, nhóm cũng tiến hành đo đạc thực địa bằng công nghệ GPS để thu thập thêm tọa độ hồ ga, trạm bơm, cửa xả...



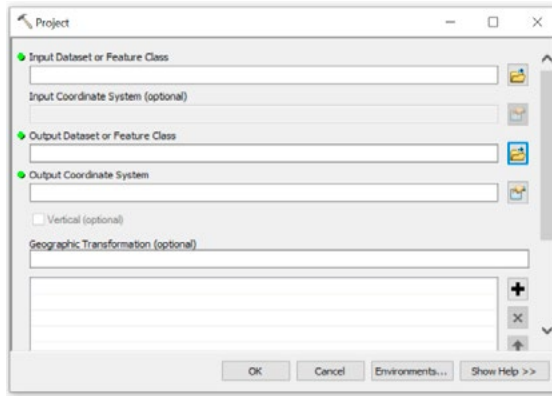
Hình 5. Công cụ đưa dạng tọa độ điểm vào môi trường GIS

Thông tin thuộc tính của các đối tượng không gian trong hệ thống thoát nước tại quận Thanh Xuân cũng được xây dựng bằng cách thu thập, bổ sung trên dữ liệu, số liệu đã có sẵn. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu thu thập tài liệu, văn bản Pháp lý liên quan đến hệ thống thoát nước để phục vụ công tác xây dựng cấu trúc cơ sở dữ liệu GIS thoát nước.

2.2. Phương pháp thực hiện

Lựa chọn phần mềm

Trong bài báo này, nhóm tác giả sử dụng phần mềm ArcGIS của công ty ESRI (Mỹ). Phần mềm này đáp ứng



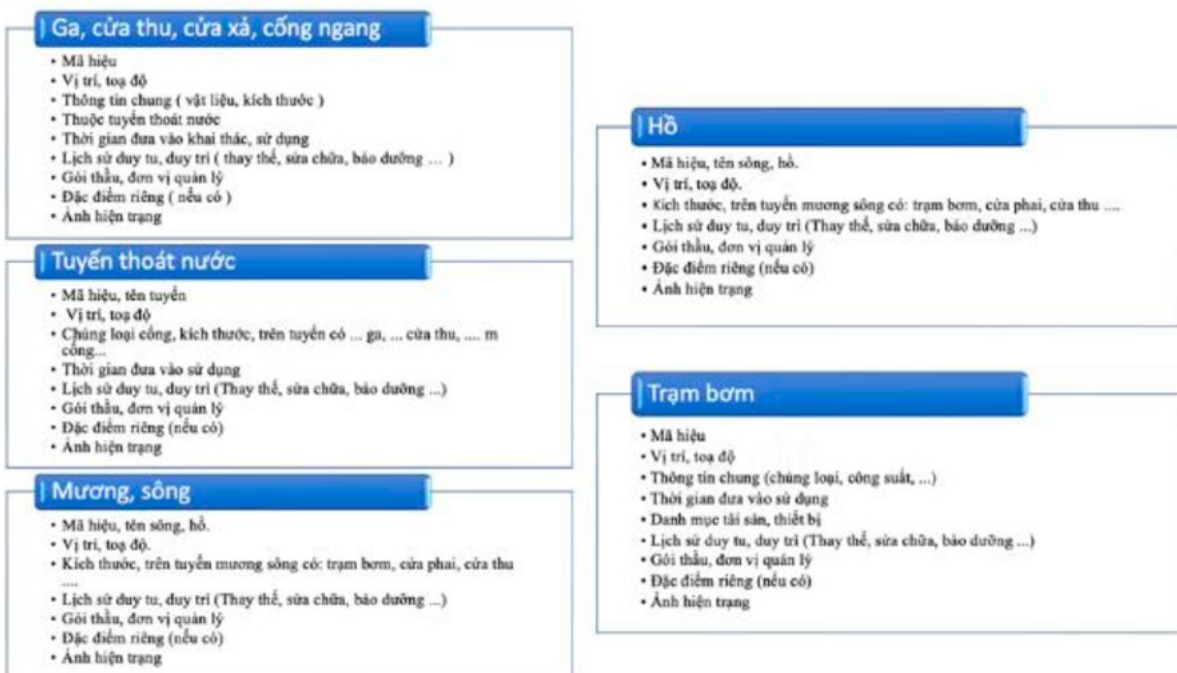
Hình 6. Xây dựng công cụ chuyển đổi 2 hệ tọa độ WGS 84 và VN2000 trong ArcGIS

được các yêu cầu của một bộ cơ sở dữ liệu. Phần mềm này quản lý dữ liệu rất mạnh, được các Bộ, Ban, Ngành, các cơ quan Nhà nước lựa chọn trong xây dựng/quản lý cơ sở dữ liệu và đặc biệt nó cũng có khả năng kết nối liên kết với các bộ cơ sở dữ liệu liên ngành.

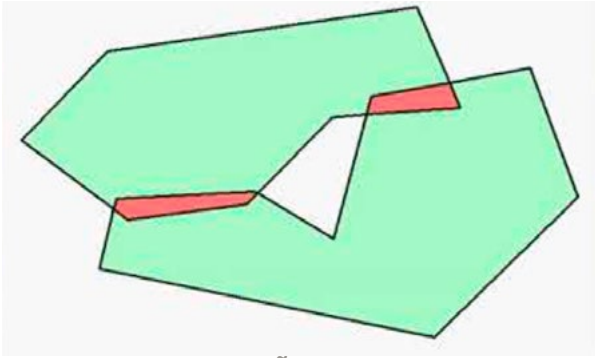
Xử lý dữ liệu

Quá trình xử lý dữ liệu được thể hiện theo sơ đồ tại Hình 3, trong đó bước xử lý dữ liệu (xử lý dữ liệu không gian và xử lý dữ liệu phi không gian) đóng vai trò quan trọng và tốn nhiều công sức nhất trong quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu.

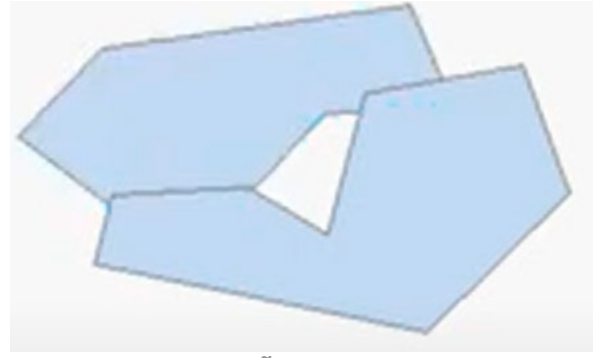
Xử lý dữ liệu không gian: một trong những công tác quan trọng nhất trong xử lý dữ liệu không gian là chuyển hệ tọa độ theo quy định. Các dữ liệu bản đồ, bản vẽ thu thập có các hệ tọa độ khác nhau, hoặc đang ở hệ tọa độ giả định với các định dạng file khác nhau. Vì vậy, để thống nhất theo Hệ tọa độ VN2000 và đưa về cùng một định dạng file của phần mềm ArcGIS, đòi hỏi thời gian và kinh phí khá lớn. Đây là một công việc khó và đòi hỏi tính chuyên nghiệp do phải sử dụng nhiều phần mềm khác nhau như chuyển dữ liệu



Hình 7. Cấu trúc và chi tiết cơ sở dữ liệu hệ thống thoát nước



Hình 8. Trước khi sửa lỗi topology



Hình 9. Sau khi sửa lỗi topology

từ AutoCAD, Microstation sang định dạng shapefile (.shp). Sử dụng cơ sở dữ liệu nền địa lý/ bản đồ địa hình để nắn chỉnh đưa toàn bộ dữ liệu thu thập được về cùng hệ tọa độ VN2000 bằng công cụ nắn chỉnh trên phần mềm ArcGIS như Hình 4.

Công cụ này giúp người dùng nắn các dữ liệu từ nguồn dữ liệu khác nhau về hệ tọa độ người dùng mong muốn.

Ngoài các dữ liệu là bản đồ ở các phần mềm khác nhau cần nắn chỉnh, dữ liệu đầu vào để xây dựng bộ cơ sở dữ liệu GIS thoát nước còn được bổ sung bằng cách khảo sát thực địa: đo GPS. Các dữ liệu này ở dạng điểm với tọa độ là kinh độ, vĩ độ trắc địa và đang ở hệ tọa độ trắc địa Thế giới WGS 84. Chúng ta cần phải chuyển đổi về hệ tọa độ phẳng VN2000. Để thực hiện công tác này, nhóm tác giả sử dụng 7 tham số chuyển đổi do Bộ Tài nguyên Môi trường cung cấp theo Quyết định 05/2007/QĐ-BTNMT về việc sử dụng hệ thống tham số tính chuyển giữa Hệ tọa độ quốc tế WGS-84 và Hệ tọa độ quốc gia VN-2000, 2007 [2]. Trên phần mềm ArcGIS hỗ trợ dễ dàng và rất hiệu quả công tác này như Hình 5 và Hình 6.

Bên cạnh chuẩn hóa hệ tọa độ như trên, việc thiết kế cấu trúc dữ liệu cũng rất quan trọng. Dữ liệu hệ thống thoát nước được thiết kế như Hình 7.

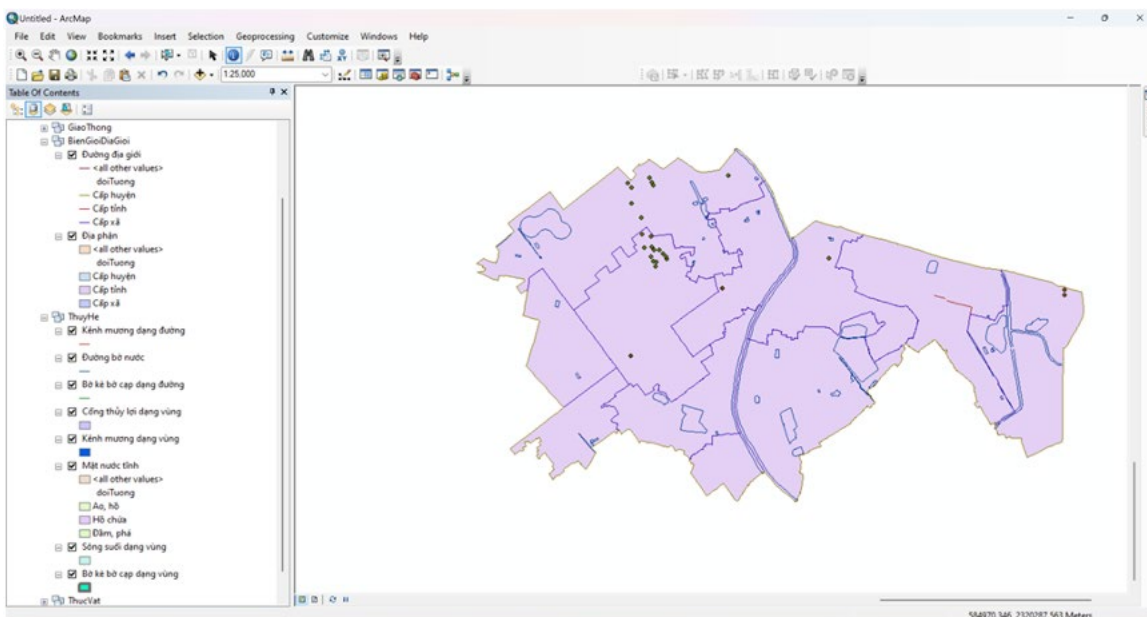
Sau khi, đã đưa dữ liệu không gian vào cấu trúc chuẩn như trên, dữ liệu tiếp tục cần phải được "làm sạch" vì dữ

liệu từ các phần mềm bản đồ thường sẽ ở dạng Spaghetti. Dữ liệu ở dạng này thì sẽ không thể phân tích về không gian được, nên khi xây dựng cơ sở dữ liệu GIS thoát nước, nhóm tác giả phải kiểm tra lỗi của dữ liệu, chuyển đổi dữ liệu về dạng topology như Hình 8,9. Công tác này cũng mất rất nhiều công sức và thời gian để đạt được độ chính xác theo yêu cầu cũng như mục tiêu đề ra.

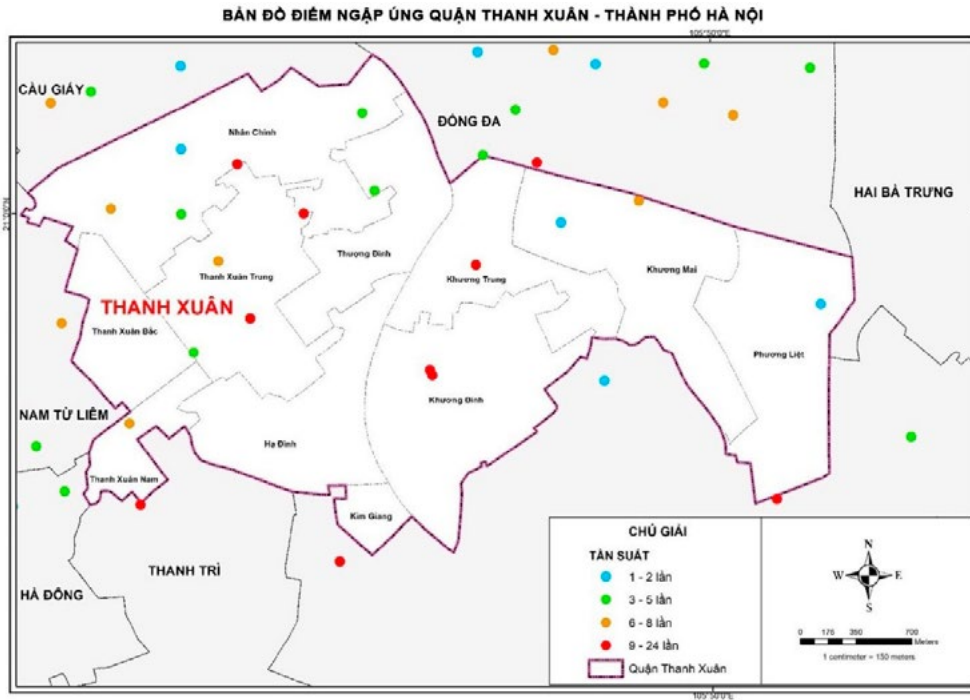
Kết quả của dữ liệu không gian sau khi được phân tách các dữ liệu cần thiết (Hình 10), đã biên tập các lỗi topology, hệ tọa độ đã được chuẩn hóa chuyển về hệ VN2000. Các tọa độ đo đạc bổ sung như tuyến cống thoát nước, hố ga, trạm bơm, cửa xả... đã được chuyển vào môi trường GIS. Tất cả các dữ liệu này sau khi chuyển sang môi trường GIS được gọi là cơ sở dữ liệu không gian.

Xử lý dữ liệu thuộc tính: các thông tin phi không gian của các đối tượng không gian được nhóm nghiên cứu xử lý bằng phần mềm excel và được chuẩn hóa để có thể kết hợp được với dữ liệu không gian trong GIS.

Sau khi chuẩn hóa xong cơ sở dữ liệu không gian, phi không gian như trên, nhóm nghiên cứu tiếp tục tích hợp dữ liệu không gian và phi không gian để có bộ cơ sở dữ liệu GIS thoát nước của quận Thanh Xuân, Hà Nội như Hình 10. Do một số giới hạn về thời gian thu thập dữ liệu nên bộ cơ sở dữ liệu hệ thống thoát nước quận Thanh Xuân chưa thật đầy đủ nhưng cũng đã nêu được các bước chính trong quá trình lập



Hình 10. Bộ cơ sở dữ liệu GIS thoát nước sau khi được chuẩn hóa



Hình 11. Bản đồ điểm ngập ứng quận Thanh Xuân – Thành phố Hà Nội

cơ sở dữ liệu thoát nước nói chung và thoát nước tại quận Thanh Xuân nói riêng.

Từ bộ cơ sở dữ liệu này, người dùng có thể truy vấn, hiển thị, tạo ra những hình ảnh, báo cáo, bản đồ để phục vụ cho công tác quản lý của mình. Hình 11 là một trong những ví dụ về sản phẩm được phân tích hiển thị từ bộ cơ sở dữ liệu thoát nước nhóm đã xây dựng: Bản đồ các điểm ngập ứng quận Thanh Xuân, đây là tài liệu có thể dùng làm báo cáo hoặc là cái nhìn rất tổng quan, kịp thời cho các nhà quản lý.

3. Kết luận

Xây dựng được bộ cơ sở dữ liệu thoát nước bằng phương pháp GIS là rất hiệu quả hỗ trợ đắc lực công tác quản lý của các công ty thoát nước. Việc có số liệu thực tế, chính xác là cơ sở quan trọng để các đơn vị có thể kiểm tra, kiểm soát được khả năng tiêu thoát ngoài hiện trường cũng

như công tác vận hành trạm bơm, qua đó đưa ra những quyết định điều hành chống ngập theo hệ thống cho cả thành phố.

Ứng dụng công nghệ trong quản lý, điều hành, minh bạch các thông tin phục vụ người dân đã và đang được Hà Nội áp dụng hiệu quả trên nhiều lĩnh vực, số hóa công tác quản lý, minh bạch các thông tin phục vụ người dân và tình hình thực tế phát triển phạm vi phục vụ hệ thống thoát nước. Đây được coi là bước đột phá trong việc giải quyết năng lực của hệ thống thoát nước Hà Nội.

Các cấp lãnh đạo trong cơ quan ban ngành có bộ cơ sở dữ liệu sẽ luôn khai thác thông tin kịp thời chính xác. Cơ sở dữ liệu này nếu được đưa lên webgis sẽ giúp kết nối được quy trình

hàng ngày giữa nội nghiệp và ngoại nghiệp. Đồng thời, công tác này sẽ giúp dữ liệu được chia sẻ thông tin với chuyên gia và cộng đồng và ở bất kì nơi nào. Cụ thể là chia sẻ chi tiết các bản đồ, báo cáo, hình ảnh trong tổ chức và các bên liên quan.

Kết quả nghiên cứu này hỗ trợ cho các chính quyền, cơ quan chức năng liên quan có thể ứng dụng quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu trong công tác xây dựng và quản lý, phân tích, trình bày, chia sẻ dữ liệu. Đây là một phương pháp nhanh, chính xác, hiệu quả cao có tính liên kết cộng đồng, kết nối dữ liệu với cơ quan quản lý cấp trên tạo thành cơ sở dữ liệu lớn (big data).

Bài báo cũng đã cung cấp một phương pháp quản lý hiện đại mới đáp ứng yêu cầu của Chính phủ Việt Nam trong tiến trình hoàn thiện công tác quản lý đô thị thông minh./.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Kế hoạch và đầu tư, Thông tư 04/2023/TT-BKHĐT hướng dẫn yêu cầu về nội dung và kỹ thuật của cơ sở dữ liệu hồ sơ quy hoạch và sơ đồ, bản đồ quy hoạch cấp Quốc gia, quy hoạch vùng, quy hoạch tỉnh, 2023.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Quyết định 05/2007/QĐ-BTNMT về việc sử dụng hệ thống tham số tính chuyển giữa Hệ tọa độ quốc tế WGS-84 và Hệ tọa độ quốc gia VN-2000, 2007.
3. Trần Vương Phúc, Quản lý hệ thống thoát nước quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội, trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2023.
4. Lê Thị Minh Phương, Vũ Lê Ánh, Nguyễn Thành Len, Giáo trình Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2018.
5. Lê Thị Minh Phương, Hệ thống thông tin địa lý trong quản lý đô thị, Nhà xuất bản Xây Dựng, 2018.
6. Nguyễn Việt Thịnh, Kiều Văn Hoan, Trần Xuân Duy, Đỗ Văn Thanh, Ứng dụng ArcGIS trong nghiên cứu và giảng dạy địa lý, Nhà xuất bản Đại học Sư Phạm, 2017.
7. Lê Thị Minh, P., Vu, . L. A., & Nguyễn, 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, 12(3), 24-34. <http://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/IJSCET/article/view/8597>.
8. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/40/e3sconf_esc...03.html
9. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/40/e3sconf_esc...03.html
10. https://www.researchgate.net/publication/355805985_Research_on_Urban_Land_Use_Change_in_Ha_Noi_Viet_Nam_Using_Remote_Sensing_and_GIS_for_Planning...ted_Work