

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP TỰ ĐỘNG HÓA KIỂM TRA MÂU THUÃN DỮ LIỆU ĐỊA HÌNH - THỦY VĂN

Bùi Thị Hồng Thắm¹, Bùi Long Nhật², Nguyễn Thị Hương²

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Xí nghiệp Chụp ảnh Hàng không, Bộ Tổng tham mưu, Bộ Quốc phòng

Tóm tắt

Chuẩn hóa cơ sở dữ liệu nói chung, chuẩn hóa mối quan hệ giữa dữ liệu địa hình và thủy văn nói riêng là công việc thiết yếu trong việc xây dựng cơ sở dữ liệu. Việc chuẩn hóa thủ công sẽ mất nhiều thời gian công sức và tốn kém về kinh tế. Đối với cơ sở dữ liệu lớn, việc chuẩn hóa thủ công sẽ còn gây ra những sai sót, cơ sở dữ liệu không được chuẩn hóa một cách triệt để. Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên ý tưởng tự động hóa quá trình phát hiện mâu thuẫn dữ liệu địa hình và thủy văn bằng việc xây dựng bộ công cụ kiểm tra mâu thuẫn đường bình độ và mạng dòng chảy; Điểm độ cao và đường bình độ; Điểm độ cao và thủy văn. Chương trình kiểm tra các mâu thuẫn trên được xây dựng dựa trên nền tảng của phần mềm ArcGIS. Việc kiểm chứng chương trình được thực hiện đối với dữ liệu địa hình và thủy văn thuộc tỉnh Bình Định. Kết quả cho thấy, tại khu vực thực nghiệm, chương trình đã phát hiện chính xác, đầy đủ và nhanh chóng những mâu thuẫn giữa dữ liệu địa hình và dữ liệu thủy văn. Bộ công cụ này là sản phẩm rất hữu ích cho người sử dụng và các đơn vị chuyên ngành đặc biệt trong giai đoạn hiện nay, việc xây dựng, chuẩn hóa cơ sở dữ liệu là một trong những nhiệm vụ trọng tâm của ngành đo đạc và bản đồ.

Từ khóa: Cơ sở dữ liệu; Địa hình; Thủy văn.

Abstract

An automated solution for checking the inconsistencies between topographic and hydrological data

Standardizing the database in general, and normalizing the relationship between topographic and hydrological data in particular is essential in building the database. Manual standardization is time - consuming, much effort and economic costs. For large databases, manual normalization may also cause errors, and the database is not completely normalized. This study based on automating the process of detecting inconsistencies in topographic and hydrological data built a toolkit for checking the inconsistencies of contour lines and hydrological networks; Elevation points and contour lines; Elevation and hydrology. The program was built based on ArcGIS software platform. Program validation was carried out for topographic and hydrological data in Binh Dinh province. The results showed that the program accurately, fully and quickly detected the contradictions between topographic and hydrological data in the experimental area. This toolkit is very useful for the construction and standardization of the database which are the key tasks in surveying and cartography currently.

Keywords: Database; Topographic data; Hydrology.

1. Đặt vấn đề

Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System - GIS) được hình thành vào những năm 1960 [3, 4] và phát triển rất rộng rãi trong những năm gần đây [5, 7]. GIS ngày nay là công cụ trợ giúp quyết định trong nhiều hoạt động kinh tế - xã hội, quốc phòng của nhiều quốc gia trên thế giới. GIS có khả năng trợ giúp các cơ quan chính phủ, các nhà quản lý, các doanh nghiệp, các cá nhân,... đánh giá được hiện trạng của các quá trình, các thực thể tự nhiên, kinh tế - xã hội thông qua các chức năng thu thập, quản lý, truy vấn, phân tích và tích hợp các thông tin được gắn với một nền hình học (bản đồ) nhất quán trên cơ sở tọa độ của các dữ liệu đầu vào.

Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 42:2020 là quy chuẩn mới nhất Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành quy định mô hình cấu trúc và nội dung dữ liệu, nguyên tắc thu nhận và chuẩn hóa các chủ đề dữ liệu làm nền tảng cơ sở cho xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia [1]. Có thể nói, chuẩn hóa dữ liệu địa hình, thủy văn và mối quan hệ giữa hai yếu tố này là công việc quan trọng trong quy trình chuẩn hóa dữ liệu. Dữ liệu địa hình, thủy văn được chuẩn hóa đúng là thông tin quan trọng trong cơ sở dữ liệu nền địa lý.

Trong quy trình thực hiện xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý, các phần mềm GIS được sử dụng để chuẩn hóa cơ sở dữ liệu nói chung, mối quan hệ giữa dữ liệu địa hình và dữ liệu thủy văn nói riêng. Thông thường, việc chuẩn hóa mối quan hệ giữa địa hình và thủy văn này được thực hiện theo cách thủ công có nghĩa là người làm

công tác chuẩn hóa dữ liệu bằng trực quan nhận diện mâu thuẫn giữa 2 loại dữ liệu đó. Việc làm này gây tốn kém thời gian và kinh phí thực hiện. Đặc biệt với những cơ sở dữ liệu lớn, việc chuẩn hóa theo cách thủ công sẽ khó tránh khỏi những nhầm lẫn, sai, sót trong quá trình chuẩn hóa dữ liệu. Vì vậy, nhằm giải quyết các bất cập nêu trên, ý tưởng tự động hóa quá trình phát hiện những mâu thuẫn dữ liệu địa hình và thủy văn đã được đặt ra để thực hiện trong nghiên cứu này. Việc làm này hết sức có ý nghĩa bởi dữ liệu sẽ được chuẩn hóa một cách triệt để, nhanh chóng để từ đó các sản phẩm cơ sở dữ liệu, bản đồ được tạo ra theo đúng quy định.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết

Việt Nam sử dụng hệ thống độ cao chuẩn là hệ độ cao quốc gia. Độ cao chuẩn của một điểm là khoảng cách tính theo phương dây dọi (đường sức trọng trường trái đất) từ điểm đó đến mặt Quasigeoid. Độ cao của một điểm thuộc chủ đề địa hình của dữ liệu nền địa lý chính là độ cao chuẩn của điểm đó. Các vị trí đặc trưng của địa hình như đỉnh núi, yên ngựa, nơi thấp nhất của thung lũng, điểm cao nhất của địa hình, nơi hội tụ của sông suối, nơi thay đổi độ dốc địa hình,... thường được biểu thị bằng các điểm độ cao.

Đường bình độ (còn được gọi là đường đồng mức hoặc đường đẳng cao) là đường nối những điểm có cùng độ cao tạo thành đường cong khép kín. Tùy theo tỷ lệ của bản đồ mà khoảng cao đều cần thể hiện là khác nhau [2]. Khoảng cách thưa hay mau của các đường bình độ trong bản đồ nói lên độ dốc hay thoải của vùng địa

Nghiên cứu

hình mà bản đồ thể hiện, càng mau thì địa hình càng dốc và ngược lại. Hiệu độ cao của hai đường bình độ cơ bản gần nhất được gọi là khoảng cao đều.

Sông suối là đối tượng chính của chủ đề thủy văn. Sông là dòng nước chảy thường xuyên tương đối ổn định trên bề mặt lục địa. Thông thường, sông được chia làm hai loại là sông chính và sông nhánh. Sông chính là sông có độ dài lớn nhất hoặc có diện tích lưu vực hay lượng nước lớn nhất. Sông nhánh là sông chảy vào sông chính. Suối là những dòng nước chảy nhỏ và vừa, là dòng chảy tự nhiên của nước từ nơi cao xuống chỗ thấp hơn của địa hình. Tùy thuộc vào chiều dài và độ rộng của sông suối, căn cứ vào tỉ lệ bản đồ cần thành lập để quy định chỉ tiêu thu nhận đối tượng sông suối là dạng vùng (biểu thị 2 nét) và dạng đường (biểu thị 1 nét). Thủy văn 1 nét được thu nhận khi đủ về tiêu chí chiều dài nhưng không đủ độ rộng, được thu nhận ở vị trí giữa sông suối và là vị trí thấp nhất của khe hoặc địa hình cục bộ khu vực đó. Thủy văn 2 nét được thu nhận khi đảm bảo cả tiêu chí chiều dài và độ rộng, được thu nhận 2 bờ sông suối và kèm theo thu nhận đối tượng mặt nước.

Mặt nước tĩnh bao gồm các đối tượng ao, hồ,... là danh từ chỉ những vùng nước đọng lại. Tùy thuộc vào kích thước rộng và sâu để phân biệt giữa hai đối tượng ao và hồ.

* Mâu thuẫn dữ liệu điểm độ cao - đường bình độ.

Khi xây dựng dữ liệu điểm độ cao, đường bình độ của chủ đề địa hình nền địa lý cần đảm bảo các tiêu chí sau:

- Điểm độ cao không nằm trên đường bình độ.

- Đối với điểm độ cao ở đỉnh, giá trị điểm độ cao phải lớn hơn giá trị độ cao của đường bình độ gần nhất và nhỏ hơn tổng giá trị độ cao gần nhất với một khoảng cao đều.

- Đối với điểm độ cao không phải đỉnh, giá trị điểm độ cao phải thuộc khoảng giá trị độ cao của hai đường bình độ gần nhất.

Căn cứ yêu cầu trên, một trong các trường hợp sau đây gọi là mâu thuẫn dữ liệu điểm độ cao - đường bình độ:

- Điểm độ cao nằm trên đường bình độ.

- Đối với điểm độ cao ở đỉnh, giá trị điểm độ cao không lớn hơn độ cao của đường bình độ gần nhất.

- Đối với điểm độ cao ở đỉnh, giá trị điểm độ cao không nhỏ hơn tổng giá trị độ cao gần nhất với một khoảng cao đều.

- Đối với điểm độ cao không phải đỉnh, giá trị điểm độ cao không nằm trong khoảng giá trị hai đường bình độ gần nhất.

* Mâu thuẫn dữ liệu điểm độ cao - thủy văn.

Theo quy chuẩn dữ liệu địa lý, điểm độ cao không được nằm trong các khu vực lòng ao hồ mặt nước tĩnh, lòng sông suối, kênh mương,... Như vậy, nếu điểm độ cao có vị trí nằm bên trong các đối tượng thủy văn dạng vùng tức các đối tượng thuộc các lớp dữ liệu dạng vùng sau thì được coi là các đối tượng mâu thuẫn dữ liệu điểm độ cao - thủy văn: Biển, phá, nguồn nước, mặt nước sông suối, mặt nước tĩnh, mặt bờ kênh mương.

* Mâu thuẫn dữ liệu đường bình độ - thủy văn.

Mạng dòng chảy được là trung tuyến của dòng chảy tự nhiên, dòng chảy nhân tạo trên mặt đất, của các đối tượng thủy văn như: Sông suối, mặt nước tĩnh, kênh mương. Dữ liệu mạng dòng chảy góp phần đảm bảo cho hệ thống thủy văn được liên tục thành mạng lưới, không đứt gãy.

Trong mô hình dữ liệu đường bình độ - thủy văn, nội dung ngược hướng dòng chảy là một dạng mô hình điển hình. Đây là nội dung đường bình độ được biên tập làm cho mạng dòng chảy chảy ngược chiều cao xuống thấp của địa hình.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp để giải quyết các mâu thuẫn dữ liệu địa hình - thủy văn trong nghiên cứu này đó là xây dựng các modul nhằm phát hiện các mâu thuẫn giữa địa hình và thủy văn dựa trên nền tảng của phần mềm ArcGIS [6, 8]. Trong khuôn khổ của nghiên cứu này, công cụ Model Builder của phần mềm ArcGIS được nghiên cứu và phát triển để phục vụ giải quyết hiệu quả bài toán đặt ra.

2.2.1. Công cụ Model Builder

Model Builder là một ứng dụng cho phép thực hiện chuỗi các quy trình phân tích và chuyển chuỗi các quy trình phân tích đó thành công cụ [9]. Công cụ sau khi được tạo ra có thể được áp dụng tại các khu vực khác nhau.

Quá trình xây dựng công cụ bằng việc sử dụng Model Builder bao gồm: Dữ liệu đầu vào, công cụ phân tích, dữ liệu đầu ra. Sử dụng công cụ Model Builder giúp cho việc mô hình hóa quy trình dễ dàng hơn, trên cơ sở đó các công cụ phân tích được tạo ra.

Công cụ Model Builder cho phép thực hiện:

- Xây dựng mô hình bằng cách kết nối dữ liệu và công cụ.

- Xử lý lặp đi lặp lại các lớp tính năng raster, file, bảng trong một không gian làm việc.

- Mô hình hóa trình tự quy trình làm việc dưới dạng một sơ đồ trực quan.

- Dựa trên mô hình, các công cụ công cụ xử lý dữ liệu địa lý được xây dựng.

2.2.2. Xây dựng công cụ kiểm tra mâu thuẫn dữ liệu địa hình - thủy văn

* Kiểm tra mâu thuẫn độ cao bình độ.

- Dựa trên dữ liệu đường bình độ đã có, tạo đường bao ngoài cùng dữ liệu.

- Tạo vùng phân cấp giá độ cao dựa trên độ cao của đường bình độ và khoảng cao đều cơ bản để thu nhận được giá trị độ cao của 2 đường bình độ kề nhau.

- Liên kết dữ liệu điểm độ cao và vùng phân cấp giá trị độ cao để thu nhận trên cùng 1 lớp dữ liệu các giá trị: Độ cao của điểm độ cao, độ cao của 2 đường bình độ gần nhất với điểm độ cao đó (nếu không phải đỉnh) và độ cao của vùng phân cấp giá trị độ cao (nếu ở đỉnh).

- So sánh các giá trị độ cao liên quan để quy ra lỗi mâu thuẫn.

- Dựa trên kết quả tạo vùng của đường bình độ để tìm ra các vùng có diện tích nhỏ hơn quy định.

* Kiểm tra ngược hướng dòng chảy.

- Tạo vùng phân cấp giá trị độ cao như mục kiểm tra mâu thuẫn độ cao bình độ ở trên.

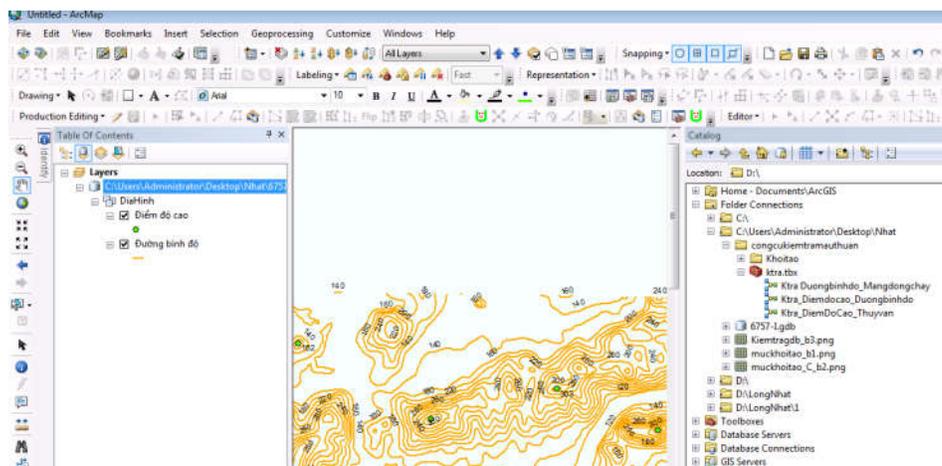
- Tạo giao điểm của thủy văn và đường bình độ.

- Tạo vùng bao điểm là hình tròn có tâm là giao điểm vừa tạo.

Nghiên cứu

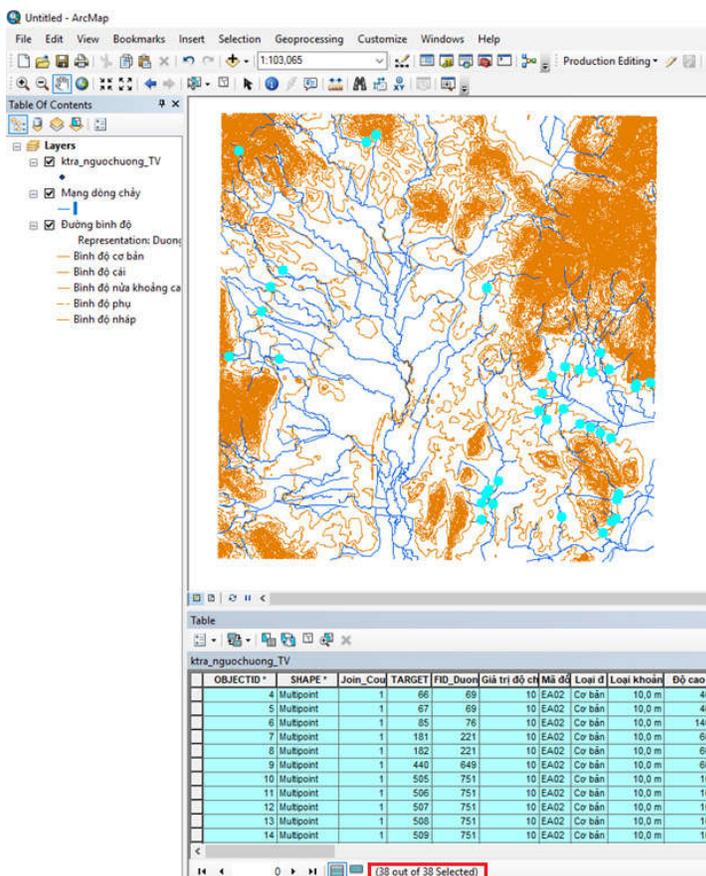
Kết quả của quá trình thực hiện, chương trình kiểm tra mâu thuẫn dữ liệu địa hình - thủy văn được tạo ra có tên và định dạng là ktra.tbx. Chương trình kiểm tra này có các chức năng như sau:

- Kiểm tra mâu thuẫn đường bình độ và mạng dòng chảy (thủy văn);
- Kiểm tra mâu thuẫn điểm độ cao và đường bình độ;
- Kiểm tra mâu thuẫn điểm độ cao và thủy văn.



Hình 4: Chương trình kiểm tra mâu thuẫn dữ liệu địa hình - thủy văn

* Sử dụng bộ công cụ kiểm tra mâu thuẫn dữ liệu địa hình - thủy văn.



Hình 5: Chương trình kiểm tra mâu thuẫn dữ liệu địa hình - thủy văn

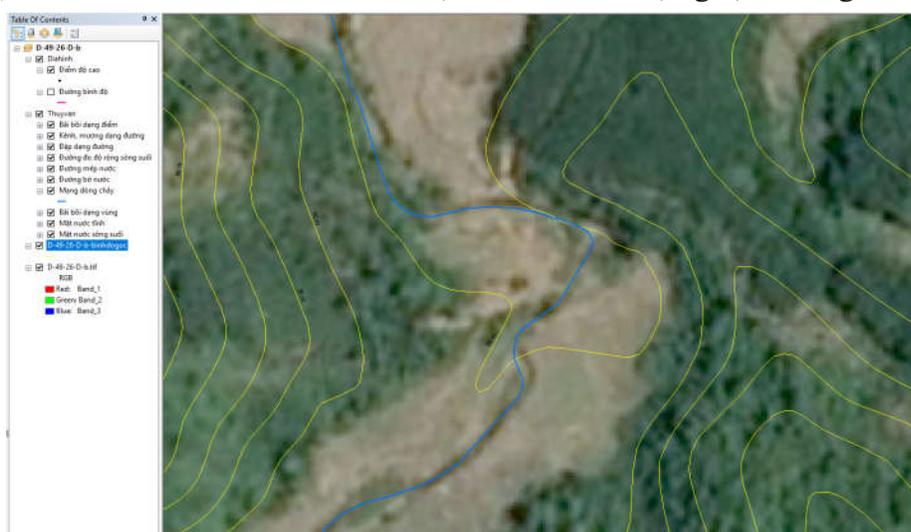
Chương trình kiểm tra mâu thuẫn dữ liệu địa hình - thủy văn được sử dụng để kiểm tra mâu thuẫn giữa đường bình độ và mạng dòng chảy, điểm độ cao và đường bình độ, điểm độ cao và thủy văn đối với khu vực thực nghiệm thuộc 2 mảnh bản đồ D-49-26-D-b và D-49-39-C-a. Kết thúc quá trình kiểm tra, các mâu thuẫn được thống kê tại bảng như Hình 5. Các thông tin về đối tượng mâu thuẫn và tổng số mâu thuẫn (lỗi) được hiển thị

Để chỉnh sửa các đối tượng có sự mâu thuẫn, kích chuột để lựa chọn đối tượng tại bảng, khi đó trên màn hình sẽ hiển thị

đối tượng mâu thuẫn đó. Người làm công tác biên tập sử dụng các nút công cụ điều chỉnh đối tượng ở kích thước phù hợp để kiểm tra và chỉnh sửa.

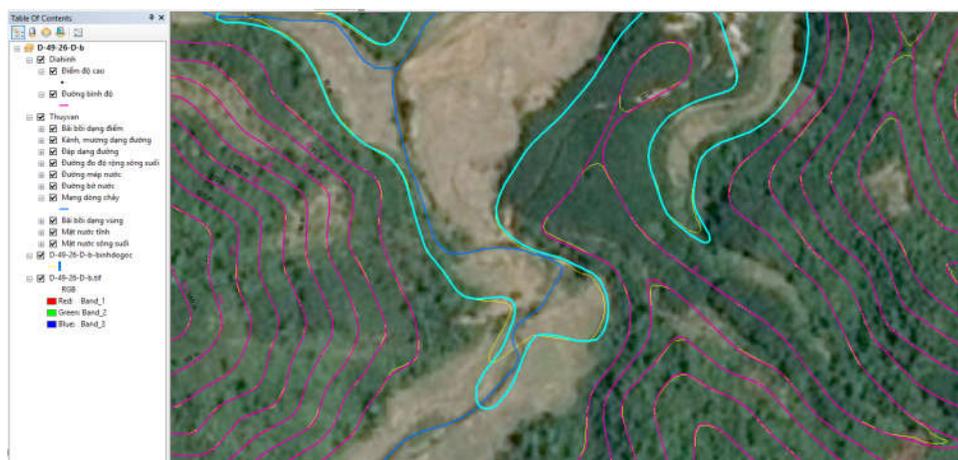
Một số lỗi đã được phát hiện trong quá trình kiểm tra. Bình đồ ảnh vệ tinh SPOT6 trong phạm vi khu vực thực nghiệm được sử dụng để có cái nhìn trực quan về những mâu thuẫn được phát hiện cũng như phục vụ cho quá trình khắc phục những mâu thuẫn đó. Những mâu thuẫn trong quá trình thực nghiệm được trình bày cụ thể như sau:

- Bình độ ngược hướng với thủy văn.



Hình 6: Bình độ mâu thuẫn với thủy văn

Kết quả chuẩn hóa.



Hình 7: Xử lý bình độ mâu thuẫn với thủy văn

Nghiên cứu

- Chấm điểm độ cao nằm sai vị trí.



Hình 8: Điểm độ cao mâu thuẫn thủy văn

- Mâu thuẫn giữa điểm độ cao và đường bình độ.



Hình 9: Điểm độ cao mâu thuẫn với bình độ

Số lượng các lỗi được phát hiện khi thực hiện chạy chương trình kiểm tra mâu thuẫn dữ liệu địa hình - thủy văn đối với 2 mảnh bản đồ như sau:

- Mảnh bản đồ D-49-26-D-b: 10 trường hợp mâu thuẫn giữa đường bình độ và mạng dòng chảy, 1 trường hợp mâu thuẫn điểm độ cao và đường bình độ, 5 trường hợp lỗi mâu thuẫn điểm độ cao và thủy văn.

- Mảnh bản đồ D-49-39-C-a: 38 trường hợp mâu thuẫn giữa đường bình độ và mạng dòng chảy, 1 trường hợp mâu

thuần điểm độ cao và đường bình độ, 1 trường hợp lỗi mâu thuẫn điểm độ cao và thủy văn.

Truy vấn lần lượt đến từng vị trí phát hiện để chuẩn hóa dữ liệu theo quy định. Trong số các đối tượng được phát hiện, có thể có đối tượng chỉ là cảnh báo. Việc xác định đối tượng là lỗi hay không tùy thuộc vào quan điểm thu nhận hoặc xét trường hợp cụ thể. Từ kết quả kiểm tra mâu thuẫn, tiến hành chuẩn hóa lại dữ liệu. Công tác này được thực hiện cho đến dữ liệu đạt chuẩn.

5. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu, một số kết luận được rút ra như sau:

Mâu thuẫn dữ liệu địa hình - thủy văn cụ thể là các mâu thuẫn: Điểm độ cao - đường bình độ, đường bình độ - thủy văn, điểm độ cao - thủy văn đã được phân tích, nghiên cứu để từ đó các công cụ phát hiện mâu thuẫn này được xây dựng;

Dựa trên ModelBuilder của phần mềm ArcGIS, các bộ công cụ phát hiện mâu thuẫn địa hình - thủy văn đã được xây dựng một cách chính xác, đảm bảo tốt cho việc phát hiện các loại mâu thuẫn nêu trên;

Quá trình kiểm tra mâu thuẫn điểm độ cao - đường bình độ, đường bình độ - thủy văn, điểm độ cao - thủy văn được thực hiện tại khu vực tỉnh Bình Định với các dạng địa hình đặc trưng đó là miền núi và trung du, đồng bằng và đồi núi thấp. Quá trình thực hiện các bộ công cụ kiểm tra được xây dựng đã chỉ ra chính xác các mâu thuẫn hiện có còn tồn tại đối với dữ liệu thực nghiệm, từ đó người làm công tác biên tập chỉnh sửa để dữ liệu đạt yêu cầu.

Quá trình sử dụng công cụ tự động kiểm tra dữ liệu địa hình - thủy văn đối với 2 mảnh bản đồ D-49-26-D-b và D-49-39-C-a cho thấy, khoảng thời gian để chương trình phát hiện mỗi loại mâu thuẫn là từ 2 - 3 phút. Các mâu thuẫn được phát hiện chính xác. Chính vì vậy, đây là bộ công cụ rất hữu ích đáp ứng tốt nhiệm vụ chuẩn hóa cơ sở dữ liệu nói chung, giải quyết mối quan hệ giữa địa hình và thủy văn nói riêng tại các cơ sở sản xuất, các đơn vị chuyên ngành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020). *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chuẩn thông tin địa lý cơ sở*. QCVN 42:2020/BTNMT.

[2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022). *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về bản đồ địa hình quốc gia tỷ lệ 1:50.000, 1:100.000*. QCVN 70:2022/BTNMT.

[3]. Dương Đăng Khôi (2012). *Hệ thống thông tin địa lý*. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.

[4]. Lê Thị Minh Phương (2019). *Bản đồ và hệ thống thông tin địa lý*. Nhà xuất bản Xây dựng.

[5]. Nguyễn Ngọc Thạch, Phạm Việt Hòa, Nguyễn Vũ Giang (2013). *Địa thông tin - nguyên lý cơ bản và ứng dụng*. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên.

[6]. Nguyễn Kim Lợi, Vũ Minh Tuấn (2008). *Thực hành hệ thống thông tin địa lý*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

[7]. Trần Thị Băng Tâm (2006). *Hệ thống thông tin địa lý*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

[8]. Trần Trọng Đức (2014). *Thực hành GIS*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[9]. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/data-management/an-overview-of-the-topology-toolset.htm>.

Ngày nhận bài: 18/7/2022; Ngày chấp nhận đăng: 27/9/2022