

# ỨNG DỤNG GIS XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TIỀM ẨN NGUY CƠ TẠI NẠN GIAO THÔNG ĐƯỜNG THỦY

## APPLICATION OF GIS IN IDENTIFYING WATERWAY HAZARDOUS AREA

TRẦN ĐỨC PHÚ

Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: phutd.ctt@vamaru.edu.vn

### Tóm tắt

Vận tải đường thủy nội địa đóng vai trò chủ chốt trong hệ thống vận tải hàng hóa của Việt Nam. Tuy nhiên, nhiều tuyến vận tải đường thủy có cầu và các công trình khác bắc qua có kích thước khoang thông thuyền hạn chế, nhiều đoạn cua gắt. Để đảm bảo phát triển vận tải đường thủy bền vững đòi hỏi phải đảm bảo an toàn giao thông cũng như hạn chế tình trạng tai nạn trên toàn tuyến đường thủy. Bài báo này nghiên cứu xác định các điểm tiềm ẩn tai nạn giao thông đối với trường hợp tuyến đường thủy có một trong các kích thước luồng thực tế nhỏ hơn trị số tối thiểu của cấp kỹ thuật dựa trên ứng dụng phân tích dữ liệu sử dụng Hệ thống thông tin địa lý (GIS).

**Từ khóa:** Tai nạn giao thông, đường thủy nội địa, điểm tiềm ẩn tai nạn giao thông, an toàn đường thủy, an toàn giao thông.

### Abstract

Inland waterway transport (IWT) has been playing a key role in Vietnam's freight transport system. IWT transport routes are often affected by hydro-meteorological characteristics, some routes have bridges and other structures crossing with limited navigational clearances, many sharp/sudden turns and river bank encroachment. The development of waterways traffic requires improving traffic safety and reducing accidents on the entire waterway. This paper focuses on identifying potential points of traffic accidents in the case of IWT route with one of the actual flow sizes smaller than the minimum value of the technical level based on data analysis application using the Geographic information systems (GIS).

**Keywords:** Traffic accidents, inland waterways, potential traffic accidents, waterway safety.

Việt Nam và đảm nhận khoảng 20% lưu lượng hàng hóa trong nước (tính theo tấn-km) ở Việt Nam [1]. Tỷ trọng vận tải hàng hóa mỗi năm của đường thủy đã gia tăng và hiện tại đang đóng góp lớn hơn trong tổng khối lượng luân chuyển, cụ thể là trong giai đoạn từ năm 2010 đến năm 2016, đã tăng 47% từ 144,2 triệu tấn lên 212,5 triệu tấn [1]. Số liệu dự báo cho thấy, trong 20 năm tới, vận tải đường thủy sẽ tiếp tục tăng trưởng hàng năm khoảng 3,3% tính theo tấn và 3,7% tính theo đơn vị tấn-km [2].

Tính trên toàn lãnh thổ Việt Nam, nước ta có khoảng hơn 2.300 con sông và kênh đào với tổng chiều dài khoảng 220.000km; trong đó, đã quản lý và vận hành khoảng 7% (15.436km) [2]. Các tuyến đường thủy được phân loại theo các chỉ tiêu kỹ thuật và cấp đường thủy [3]. Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại nhiều tuyến vận tải đường thủy có cầu và các công trình khác bắc qua với kích thước khoang thông thuyền hạn chế, nhiều đoạn cua gắt hoặc xảy ra tình trạng bờ sông bị lấn chiếm để làm nhà ở.

Sự phát triển của vận tải đường thủy đòi hỏi phải đảm bảo an toàn giao thông cũng như hạn chế tình trạng tai nạn trên toàn tuyến đường thủy. Tai nạn giao thông đường thủy thường có diễn biến phức tạp, gây hậu quả nghiêm trọng. Đặc biệt, tại các vị trí cầu đường bộ, đường sắt, với kích thước khoang thông thuyền nhỏ và là điểm đen, điểm tiềm ẩn tai nạn giao thông trong mùa bão, lũ hoặc trong vị trí có dòng chảy không ổn định với lưu tốc dòng chảy lớn.

Điểm tiềm ẩn tai nạn giao thông đường thủy là một vị trí; một đoạn luồng hoặc khu vực giao cắt mà tại đó có nguy cơ xảy ra tai nạn giao thông. Việc xác định và xử lý vị trí nguy hiểm trên đường thủy nội địa, điểm tiềm ẩn tai nạn giao thông đã được quy định cho các trường hợp sau [4]:

1. Một trong các kích thước luồng thực tế nhỏ hơn trị số tối thiểu của cấp kỹ thuật tương ứng theo quy định (chiều sâu, bề rộng, bán kính cong) tại các bãi đá ngầm, bãi cạn, đoạn cạn và vật chướng ngại.

2. Một trong các kích thước: khẩu độ khoang thông thuyền, chiều cao tĩnh không, chiều sâu tại vị trí cầu và công trình khác trên sông, kênh nhỏ hơn trị số thấp nhất của cấp kỹ thuật tương ứng theo quy định.

## 1. Giới thiệu chung

Vận tải đường thủy nội địa (đường thủy) là một thành tố chủ chốt trong hệ thống vận tải hàng hóa của

3. Dòng chảy xiên so với trụ cầu, khoang thông thuyền.

4. Dòng chảy xiết, xoáy, tầm nhìn hạn chế.

5. Khu vực giao cắt giữa các tuyến đường thủy nội địa hoặc tuyến luồng hàng hải, vùng nước cảng biển có tầm nhìn hạn chế.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là một công cụ hữu hiệu trong việc thu thập, quản lý và phân tích dữ liệu địa lý bao gồm cả dữ liệu không gian và phi không gian. GIS đã được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau từ giám sát môi trường, quản lý tài nguyên thiên nhiên, quy hoạch và quản lý đô thị đến các lĩnh vực quân sự, quốc phòng. Trong lĩnh vực đường thủy, GIS được ứng dụng vào quản lý cơ sở hạ tầng, quản lý hệ thống báo hiệu đường thủy, dự báo lũ lụt và giám sát an toàn giao thông [6]. Trong GIS, độ chính xác của dữ liệu sử dụng chính là yếu tố quyết định mức độ ăn khớp của thông tin trên bản đồ so với các thực thể trong thế giới thực. Vì vậy, khi ứng dụng GIS trong phân tích dữ liệu, người thực hiện cần đảm bảo thu thập dữ liệu từ những nguồn dữ liệu chất lượng, có độ tin cậy cao và kiểm soát các lỗi có thể có trong tập dữ liệu hoặc bản đồ.

Tính toán, xác định khả năng đâm va tại khu vực giao cắt luồng đã được tác giả thực hiện trong nghiên cứu trước đó [5], bài báo này tập trung nghiên cứu xác định các điểm tiềm ẩn tai nạn giao thông đối với trường hợp có một trong các kích thước luồng thực tế nhỏ hơn trị số tối thiểu của cấp kỹ thuật đường thủy dựa trên ứng dụng kỹ thuật phân tích dữ liệu trên GIS.

## 2. Cơ sở nghiên cứu

### 2.1. Các yếu tố ảnh hưởng tới giao thông vận tải thủy

Hoạt động vận tải đường thủy chịu ảnh hưởng lớn bởi yếu tố thủy văn, địa hình, địa chất tuyến luồng, các kết cấu hạ tầng đường thủy và lưu lượng vận tải.

Các yếu tố thủy văn tác động đến vận tải đường thủy bao gồm mực nước, tốc độ dòng chảy, các yếu tố biến đổi khí hậu và nước biển dâng cũng như lưu lượng nước xả từ các hồ chứa nước tại thượng nguồn và đập thủy điện. Các số liệu liên quan đến yếu tố thủy văn thường được tổng hợp từ các nguồn khác nhau, bao gồm: Mực nước, tốc độ dòng chảy mặt tại khu vực, thống kê lượng mưa, bão, lũ có thể thu thập một phần tại trạm quản lý đường thủy nội địa và trung tâm khí tượng thủy văn.

Các thông số địa hình như bề rộng, chiều sâu luồng thực tế và cấp kỹ thuật đường thủy nội địa cũng là yếu tố ảnh hưởng lớn đến tính an toàn trong quá trình vận

tải đường thủy. Để phục vụ cho nghiên cứu xác định các điểm tiềm ẩn nguy cơ tai nạn giao thông, số liệu cần có bao gồm: Bình đồ luồng, số liệu độ sâu luồng, thông báo luồng.

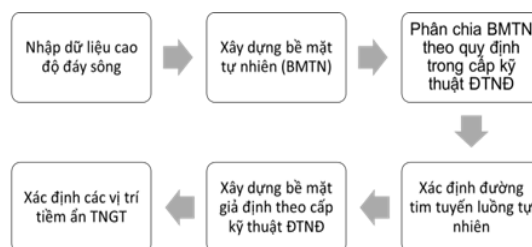
Các kết cấu hạ tầng đường thủy cũng ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động vận tải đường thủy bởi quy mô công trình, vị trí của công trình có thể gây ảnh hưởng đến hoạt động giao thông tại các khu vực lân cận. Tuy nhiên, việc đánh giá cụ thể ảnh hưởng này đòi hỏi phải có những số liệu thống kê cụ thể, chi tiết dựa trên việc quan sát trong thời gian dài.

Các yếu tố liên quan đến hoạt động giao thông vận tải bao gồm: lưu lượng phương tiện vận tải, kích thước đội tàu, loại phương tiện và số vụ tai nạn giao thông xảy ra tại khu vực cũng đóng vai trò quan trọng trong xác định nguy cơ tai nạn giao thông của phương tiện thủy tại từng khu vực cụ thể.

Trong phạm vi bài báo này, tác giả chỉ tập trung sử dụng dữ liệu địa hình và số liệu thủy văn để phân tích xác định các vị trí tiềm ẩn nguy cơ tai nạn giao thông đường thủy.

### 2.2. Phương pháp xác định vị trí tiềm ẩn nguy cơ tai nạn giao thông đường thủy

Nghiên cứu xác định các điểm tiềm ẩn tai nạn giao thông trên tuyến đường thủy ở đây tập trung vào phân tích dữ liệu không gian và xác định các vị trí trên tuyến luồng đường thủy có kích thước luồng thực tế nhỏ hơn trị số tối thiểu của cấp kỹ thuật tương ứng theo quy định. Các dữ liệu được sử dụng cho phân tích phải đảm bảo độ chính xác dữ liệu được lựa chọn, bao gồm: bình đồ thông báo luồng đường thủy nội địa, số liệu thống kê mực nước chạy tàu tại vị trí nghiên cứu được trạm quản lý luồng đường thủy khu vực đó hoặc Tổng cục khí tượng thủy văn cung cấp.



**Hình 1. Quy trình xác định vị trí tiềm ẩn tai nạn giao thông đường thủy**

Quy trình thực hiện xác định vị trí tiềm ẩn tai nạn giao thông đường thủy ứng dụng GIS được tác giả đề xuất như sau:

Bước 1: Nhập dữ liệu cao độ đáy sông.

Ở bước này, trên cơ sở bình đồ thông báo luồng tại khu vực nghiên cứu, dữ liệu không gian bao gồm tọa độ, cao độ của địa hình đáy được trích xuất và sử dụng làm dữ liệu đầu vào của GIS.

Bước 2: Xây dựng bề mặt địa hình tự nhiên.

Từ dữ liệu điểm cao độ đáy sông, tiến hành xây dựng mô hình số độ cao (DEM) bề mặt địa hình dựa trên phương pháp xây dựng mạng tam giác không đều Triangulated Irregular Networks (TIN). Mô hình số độ cao bề mặt địa hình sau đó tiếp tục được rà soát, loại bỏ các sai sót về địa hình có thể xảy ra trong quá trình tự động xây dựng mạng tam giác.

Phương pháp xây dựng DEM dựa trên mô hình TIN được tác giả lựa chọn bởi đây là phương pháp thể hiện được vector của cấu trúc địa hình. TIN là tập hợp các chuỗi tam giác không đồng đều, không chồng lấp lên nhau và bao phủ toàn bộ bề mặt địa hình, trong đó, mỗi tam giác tạo thành một mặt phẳng. Trong hình học, TIN là tập các đỉnh nối với nhau thành các tam giác và được giới hạn bởi 3 điểm đặc trưng về giá trị tọa độ X, Y và cao độ Z. Mỗi tam giác này tạo ra một bề mặt có độ dốc và hướng dốc. Ưu điểm của TIN là khả năng biểu diễn các bề mặt liên tục từ tập điểm dữ liệu rời rạc và tạo nên tập hợp các tam giác có các thuộc tính về độ dốc, diện tích và hướng.

Bước 3: Phân chia bề mặt địa hình tự nhiên theo quy định trong cấp kỹ thuật đường thủy.

Trên cơ sở bề mặt tự nhiên đã được xây dựng, sử dụng số liệu về mực nước đo được tại khu vực khảo sát tiến hành phân chia bề mặt tự nhiên thành các khu vực dựa trên độ sâu chạy tàu quy định trong cấp kỹ thuật đường thủy. Bề mặt tự nhiên được chia làm 02 khu vực chính bao gồm các khu vực không đảm bảo độ sâu quy định trong cấp kỹ thuật đường thủy và các khu vực đảm bảo độ sâu (ta gọi khu vực đảm bảo độ sâu này là đa giác tính toán).

Bước 4: Xác định đường tìm tuyến luồng tự nhiên.

Tim tuyến luồng tự nhiên được xác định dựa trên nguyên lý sử dụng sơ đồ Voronoi để xác định đường tìm của đa giác tính toán [7]. Để hạn chế sai số khi xác định tìm tuyến, đa giác tính toán ở đây được xây dựng cho mực nước thấp nhất. Đường tìm tuyến này cơ bản đã thể hiện được hướng chủ đạo của lạch sâu tự nhiên trên luồng.

Sơ đồ Voronoi (trong lĩnh vực thủy văn, sơ đồ này còn được gọi là đa giác Thiessen) nhằm phân tách một không gian metric theo khoảng cách tới một tập hợp rời rạc các vật thể (các điểm) cho trước trong không gian [7].

Bước 5: Xây dựng bề mặt giả định theo cấp kỹ thuật đường thủy.



Hình 2. Tuyến luồng đường thủy sông Công

Bề mặt giả định được xây dựng với mục đích là căn cứ tối thiểu mà tuyến đường thủy cần đạt được theo quy định tại cấp đường thủy. Bề mặt giả định có các kích thước tối thiểu về bề rộng, chiều sâu tuân theo quy định cấp kỹ thuật đường thủy và được xây dựng dọc theo tìm tuyến luồng tự nhiên được xác định từ Bước 4. Lấy tìm tuyến luồng làm chuẩn, bề mặt giả định được phát triển sang hai phía của tìm tuyến đảm bảo mỗi phía có kích thước tối thiểu bằng một nửa bề rộng quy định tại cấp kỹ thuật đường thủy.

Bước này có thể sử dụng để đơn vị quản lý luồng đường thủy tham khảo bố trí hệ thống báo hiệu phù hợp với lạch sâu tự nhiên của tuyến luồng.

Bước 6: Xác định các vị trí tiềm ẩn tai nạn giao thông.

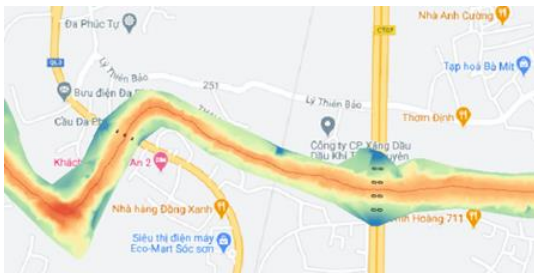
Các khu vực tiềm ẩn tai nạn giao thông được xác định là các vị trí có một trong các kích thước luồng thực tế nhỏ hơn trị số tối thiểu của cấp kỹ thuật tương ứng theo quy định hoặc một trong các kích thước: khẩu độ khoang thông thuyền, chiều cao tĩnh không, chiều sâu tại vị trí cầu và công trình khác trên sông, kênh nhỏ hơn trị số thấp nhất của cấp kỹ thuật tương ứng theo quy định.

Với cầu và công trình khác trên sông, việc xác định kích thước khẩu độ khoang thông thuyền, chiều cao tĩnh không, chiều sâu tại vị trí cầu tương đối đơn giản. Trên cơ sở các vị trí trụ cầu và thông số kỹ thuật của cầu, ta có thể xác định được ngay xem đây có phải là vị trí tiềm ẩn tai nạn giao thông hay không.

Các vị trí tiềm ẩn tai nạn giao thông trên luồng được xác định chính là những vị trí nằm trong khu vực bề mặt tự nhiên đã xây dựng mà có độ sâu không đảm bảo theo quy định trong cấp kỹ thuật đường thủy đồng thời vị trí này nằm trong phạm vi bề mặt giả định dẫn đến kích thước luồng thực tế nhỏ hơn trị số tối thiểu của cấp kỹ thuật tương ứng theo quy định.

### 3. Ứng dụng GIS xác định vị trí tiềm ẩn nguy cơ tai nạn giao thông đường thủy tại khu vực cầu đường sắt Đa Phúc, sông Công

Tuyến sông Công là tuyến vận tải thủy huyết mạch, đầu mối tập trung các cảng, bến bốc xếp hàng hóa vận tải đi Quảng Ninh, Hải Phòng, Hà Nội và một số tỉnh phía Bắc. Tại khu vực cụm cầu đường sắt, đường bộ Đa Phúc tập trung nhiều bến, cảng thủy nội địa có phép và không phép hoạt động liên tục 24/24h. Các phương tiện vào bốc dỡ hàng hóa thường đậu đỗ dàn hàng ngang (5 đến 6 phương tiện cả xuôi ngược) gây nên ảnh hưởng đến bề rộng luồng chạy tàu.



**Hình 3. Bề mặt tự nhiên đáy sông Công khu vực cầu Đa Phúc**

Theo phân cấp kỹ thuật đường thủy [3], tuyến sông Công đoạn từ ngã ba cầu Công đến cầu đường bộ Đa Phúc có chiều dài 5km, cấp kỹ thuật III ứng với độ sâu chạy tàu trên 2,8m, bề rộng luồng trên 40m ( $B > 40m$ ) và tính không cầu 7m ( $H = 7m$ ) [3]. Tuy nhiên, trên thực tế, khoảng cách từ cầu đường sắt Đa Phúc đến cầu đường bộ Đa Phúc là 550m. Phía thượng lưu từ cầu treo Sư đoàn 312 đến cầu đường bộ Đa Phúc luồng tàu cong cua tay áo, khu vực luồng hẹp, hạn chế tầm nhìn. Tại vị trí cầu đường bộ Đa Phúc có kích thước khoang thông thuyền  $B = 18m < \text{cấp kỹ thuật } (B > 40m)$ ; Với tần suất mực nước 5% tại cầu tương ứng +8,0 thì tính không đo được  $H = 4,3m$  nhỏ hơn tính không quy định tại cấp kỹ thuật  $H = 7m$  [3]. Tại vị trí cầu đường sắt Đa Phúc có kích thước khoang thông thuyền  $B = 30m < \text{cấp kỹ thuật } (B > 40m)$ . Có thể thấy, 02 vị trí cầu này chính là các vị trí tiềm ẩn nguy cơ tai nạn giao thông đường thủy được quy định tại [4].



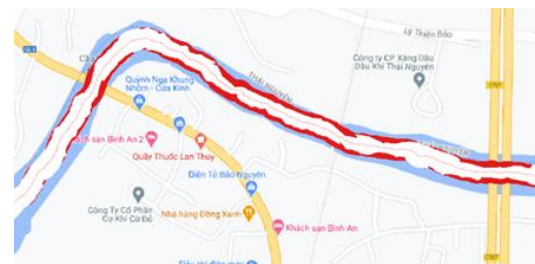
**Hình 4. Khu vực có độ sâu đảm bảo chạy tàu**

Căn cứ theo số liệu mực nước, tiến hành phân chia bề mặt tự nhiên thành các vùng có độ sâu đảm bảo và không đảm bảo yêu cầu của cấp kỹ thuật đường thủy. Với mực nước thấp nhất +0,64m, ta có mực nước chạy tàu tối thiểu ứng với độ sâu chạy tàu 2,8m là -2,16m. Vùng màu trắng có gạch chéo trong Hình 4 thể hiện khu vực có độ sâu đảm bảo chạy tàu.

Ứng dụng sơ đồ Voronoi, ta xác định được tìm tuyến luồng dựa trên lạch sâu tự nhiên. Từ đó, tiến hành xây dựng bề mặt giả định theo cấp kỹ thuật đường thủy để lấy đó làm căn cứ xác định phạm vi tối thiểu của tuyến luồng đường thủy (xem Hình 5).



**Hình 5. Bề mặt giả định theo cấp kỹ thuật đường thủy**



**Hình 6. Vị trí tiềm ẩn nguy cơ tai nạn giao thông đường thủy (màu đỏ)**

Dựa trên dữ liệu trên, xác định được các vị trí tiềm ẩn tai nạn giao thông trên đoạn luồng có độ sâu không đảm bảo theo quy định trong cấp kỹ thuật đường thủy và nằm trong phạm vi bề mặt giả định dẫn đến kích thước luồng thực tế tại các vị trí này nhỏ hơn trị số tối thiểu của cấp kỹ thuật tương ứng theo quy định. Các vị trí trên Hình 6 có màu đỏ được xác định là các vị trí tiềm ẩn nguy cơ tai nạn giao thông đường thủy.

### 4. Kết luận

Bảo đảm an toàn giao thông cũng như hạn chế tình trạng tai nạn trên toàn tuyến đường thủy là nhiệm vụ quan trọng thúc đẩy sự phát triển của vận tải đường thủy. Trên cơ sở ứng dụng Hệ thống thông tin địa lý, bài báo đã tập trung nghiên cứu xác định các điểm tiềm ẩn tai nạn giao thông đối với trường hợp tuyến

đường thủy có một trong các kích thước luồng thực tế nhỏ hơn trị số tối thiểu của cấp kỹ thuật đường thủy.

### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: **DT20-21.65**.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngân hàng thế giới, *Phát triển bền vững vận tải đường thủy nội địa tại Việt Nam - Tăng cường khuôn khổ pháp lý, thể chế và tài chính*. 2019.
- [2] Ngân hàng thế giới, *Thúc đẩy Thương mại thông qua Giao thông vận tải có sức cạnh tranh và ít khí thải: Đường thủy Nội địa và Ven biển ở Việt Nam*. 2014.
- [3] Bộ Giao thông vận tải, *Thông tư 46/2016/TT-BGTVT quy định cấp kỹ thuật đường thủy nội địa*. 2016.
- [4] Bộ Giao thông vận tải, *Thông tư 50/2017/TT-BGTVT quy định về việc xác định và xử lý vị trí nguy hiểm trên đường thủy nội địa*. 2017.

[5] T. Đ. Phú, *Phương pháp xác định xác suất xảy ra đâm va tại khu vực giao cắt giữa các tuyến luồng*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 58 (4/2018), tr.69-73, 2018.

[6] T. Đ. Phú, *Ứng dụng GIS thiết kế và quản lý luồng đường thủy nội địa*, Kỷ yếu Hội nghị An toàn giao thông Việt Nam, 2016.

[7] B. Nyberg, S. J. Buckley, J. A. Howell, and R. A. Nanson, *Geometric attribute and shape characterization of modern depositional elements: A quantitative GIS method for empirical analysis*, Comput. Geosci., Vol.82, No.June, pp.191-204, 2015, doi: 10.1016/j.cageo.2015.06.003.

Ngày nhận bài:	25/5/2021
Ngày nhận bản sửa:	25/5/2021
Ngày duyệt đăng:	10/6/2021