

Nghiên cứu xây dựng mô hình toán tổng quát và mô hình mô phỏng nhanh đánh giá rủi ro đâm va tàu thuyền tại cảng biển Vũng Tàu

■ **ThS. LÊ VĂN THỨC**

Cảng vụ Hàng hải Vũng Tàu

■ **ThS. ĐẶNG HOÀNG ANH**

Sở Giáo dục và Đào tạo TP. Hải Phòng

■ **ThS. NGUYỄN ĐỨC HỌC**

Trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT: Vũng Tàu là cảng biển nước sâu loại IA tại khu vực phía Nam, nơi có mật độ tàu thuyền, với nhiều chủng loại, kích cỡ tàu thuyền, tuyến hành trình khác nhau... vào, ra. Vì vậy, vùng nước cảng biển Vũng Tàu luôn là khu vực có hoạt động hàng hải sôi động, giữ vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế - xã hội, cùng với đó là các nguy cơ về vấn đề rủi ro, nguy cơ đâm va cao nhất cả nước. Bài báo xây dựng mô hình toán tổng quát và mô hình mô phỏng nhanh trên cơ sở lý thuyết phân tích hồi quy đa biến để đánh giá nguy cơ đâm va tại cảng biển Vũng Tàu phục vụ cho công tác đảm bảo an toàn hàng hải nơi đây.

TỪ KHÓA: Mô hình toán đánh giá rủi ro, mô hình mô phỏng nhanh, phép phân tích hồi quy đa biến.

ABSTRACT: With the role of IA deep-sea port in the southern region, Vung Tau seaport has the largest density of ships, with many types and sizes of ships, different routes... in and out, therefore, it is always a vibrant maritime activities area, playing an important role in the social-economic development, as well as the highest risk of ship collision in Vietnam. The paper is order to built a general mathematical model to assess the risk of collision, to improve the maritime safety at Vung Tau seaport.

KEYWORDS: Regression analysis method, risk assessment mathematical models, multivariate regression analysis.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại Quy định 13, Chương 5 của Công ước SOLAS 74 yêu cầu mỗi chính phủ thành viên kiểm soát lưu lượng giao thông và “đánh giá mức độ rủi ro hàng hải” để xác lập biện pháp hỗ trợ hàng hải tương thích (nếu

cần thiết), vì vậy mỗi quốc gia thành viên cần có một công cụ/mô hình để có thể “đánh giá mức độ rủi ro hàng hải”. Tuy nhiên, Việt Nam chưa có mô hình/công cụ phù hợp để đánh giá định lượng mức độ rủi ro/nguy cơ tai nạn hàng hải nên việc triển khai trách nhiệm cảnh báo, khuyến cáo an toàn của các trung tâm VTS, cảng vụ hàng hải... đến tàu thuyền liên quan hầu hết đều mới bằng phương pháp đánh giá định tính là chưa phù hợp và khoa học. Vì vậy, thông qua việc khảo sát các đặc tính đặc trưng của điều kiện địa lý, khí tượng thủy văn và đặc điểm riêng của giao thông tàu thuyền tại khu vực, cùng với việc nghiên cứu, đánh giá các mô hình hiện có trên thế giới để nghiên cứu, xây dựng thuật toán và mô hình mô phỏng nhanh đánh giá rủi ro tại vùng nước cảng biển Vũng Tàu có ý nghĩa cao về mặt khoa học và thực tiễn.

2. NGHIÊN CỨU, XÁC ĐỊNH MÔ HÌNH TOÁN ĐÁNH GIÁ RỦI RO

Trên thế giới, có một số mô hình đánh giá rủi ro hàng hải đang được một số nước nghiên cứu, áp dụng như: Mô hình IWRAP [1] “IALA Waterway Risk Assessment Program - Chương trình đánh giá rủi ro đường thủy” của IALA; PAWSA [2] “Port And Waterway Safety Assessment Model - Mô hình đánh giá an toàn cảng và đường thủy” của IALA; ES [3] “Environment Stress - Kiểu mẫu áp lực môi trường” của Nhật Bản hay mô hình PARK [4] “Potential Risk Assessment Model” của Hàn Quốc. Tuy nhiên, qua nghiên cứu, các mô hình này không phù hợp để áp dụng tại cảng biển Vũng Tàu, bởi vì các mô hình đánh giá định tính đều được xây dựng dựa trên tính chất đặc thù vùng biển, đường bờ, cũng như tổng hợp các yếu tố gây tai nạn của nước ngoài, không phù hợp khi áp dụng tại Vũng Tàu, còn mô hình “định lượng” sử dụng phần mềm IWRAP MK2 [2] lại không tính đến yếu tố chủ quan của con người. Chính vì vậy, nhóm tác giả tiến hành xây dựng mô hình đánh giá dựa trên sự kết hợp đồng thời các yếu tố tác động, phụ thuộc và các yếu tố rủi ro thành phần này có thể tính toán hoặc ước lượng được.

Đối với cảng biển Vũng Tàu, kết quả thống kê, phân tích của Cảng vụ Hàng hải Vũng Tàu dựa trên dữ liệu, hồ

sơ điều tra tai nạn từ năm 2007 đến 2019 cho thấy 5 yếu tố chính là nguyên nhân gây nên tai nạn đâm va, gồm: Yếu tố tác động đến việc điều động tàu phát sinh từ ảnh hưởng của dòng chảy (gọi tắt là yếu tố dòng chảy); yếu tố tác động đến việc điều động tàu phát sinh từ ảnh hưởng của gió (gọi tắt là yếu tố gió); yếu tố tác động đến người điều khiển phương tiện điều động tránh va trong tình huống có tàu đối hướng (gọi tắt là yếu tố tình huống đối hướng); yếu tố tác động đến người điều khiển phương tiện điều động tránh va trong tình huống có tàu cắt hướng (gọi tắt là yếu tố tình huống cắt hướng); yếu tố trực tiếp do người điều khiển phương tiện (trình độ; kinh nghiệm; tâm lý của thuyền trưởng/hoa tiêu dẫn tàu - gọi tắt là yếu tố con người).

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của 5 yếu tố nêu trên, ta coi 5 yếu tố là các biến độc lập và biến phụ thuộc là "rủi ro" đâm va. Mặt khác, xét độc lập từng yếu tố với nguy cơ/rủi ro đâm va thì chúng tỷ lệ thuận với nhau và theo nguyên lý chồng chất, các biến độc lập - biến phụ thuộc này được xác định là tuyến tính. Căn cứ lý thuyết hồi quy tuyến tính đa biến, nếu ta gọi biến phụ thuộc K là giá trị thể hiện mức độ rủi ro đâm va; các biến độc lập là giá trị thể hiện mức độ ảnh hưởng của các yếu tố gây nên rủi ro đâm va, ta thiết lập được phương trình hồi quy tổng thể có dạng như sau [6]:

$$K = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad (1)$$

Với:

- β_1 - Hệ số tự do (hệ số chặn của mô hình);

- $\beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$ - Các hệ số hồi quy riêng;

- u_i ($i=2, \dots, n$) - Sai số ngẫu nhiên của giá trị trong mô

hình so với giá trị thực tế. Sai số này càng nhỏ về giá trị không "0" thì mô hình càng sát so với thực tế.

Theo kết quả thống kê ở trên, rủi ro đâm va (K) tại cảng biển Vũng Tàu phụ thuộc vào 5 yếu tố ($i=5$) gồm: yếu tố dòng chảy (Current); yếu tố gió (Wind); yếu tố cắt hướng (Crossing); yếu tố đối hướng (Head_on) và yếu tố con người (Human). Cho nên, phương trình hồi quy đa biến đánh giá rủi ro đâm va được thể hiện bằng biểu thức sau:

$$K = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad (2)$$

Để xác định β_1 (hệ số tự do hay hệ số chặn của mô hình) và các hệ số $\beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ là β_5 các hệ số hồi quy riêng cho 5 yếu tố trên, ta áp dụng phương pháp chuyên gia thông qua các bước:

- Xác định, quy ước thang thể hiện giá trị mức độ rủi ro và vận dụng quy trình tại PAWSA thông qua việc tổ chức hội thảo với sự tham gia của 102 chuyên gia [11] đại diện cho cơ quan quản lý nhà nước (cảng vụ hàng hải); điều hành giao thông (VTS); các thuyền trưởng và hoa tiêu dẫn tàu có nhiều kinh nghiệm để thảo luận, thống nhất xác định giá trị mức độ rủi ro đâm va theo giá trị trung bình của 5 yếu tố trên.

- Sử dụng công cụ phần mềm SPSS [8] tiến hành lập bảng thống kê, phân tích kết quả qua các bước: thống kê mô tả; kiểm định giá trị thang đo; phân tích khám phá nhân tố/yếu tố tác động đến rủi ro đâm va; xây dựng phương trình hồi quy; kiểm định các giả thuyết nghiên

cứ; phân tích phương sai...; tiến hành phân tích mô hình hồi quy đa biến ta được kết quả bảng hệ số mô hình như sau:

Bảng 2.1. Bảng hệ số mô hình

Mô hình	Hệ số R	Hệ số R bình phương	Hệ số R bình phương hiệu chỉnh	Sai số chuẩn của ước lượng	Hệ số Durbin-Watson
1	.884 ^a	.782	.770	.41246	1.518
a. Biến tiên lượng (Constant), Human, Head_on, Crossing, Wind, Current					
b. Biến phụ thuộc: Rủi ro đâm va					

Trong đó:

- Hệ số R bình phương phản ánh mức độ phù hợp của mô hình, giá trị này biến thiên từ 0 đến 1; càng về gần 1 thì mô hình càng tốt.

- Hệ số R bình phương hiệu chỉnh phản ánh mức độ giải thích của các biến độc lập đối với biến phụ thuộc. Trong mô hình này, giá trị Hệ số R bình phương hiệu chỉnh bằng 0,770, như vậy các biến độc lập giải thích được 77% sự biến thiên của biến phụ thuộc. Phần còn lại 23% được giải thích bởi các biến không thuộc mô hình toán trong nghiên cứu và giá trị sai số ngẫu nhiên.

- Hệ số Durbin Watson dùng để kiểm tra xem có hiện tượng tự tương quan hay không trong phần dư của một phép phân tích hồi quy. Durbin Watson có giá trị biến thiên trong khoảng từ 0 đến 4. Nếu các phần sai số không có tương quan chuỗi bậc nhất với nhau thì giá trị sẽ gần bằng 2 (từ 1 -> 3). Nếu giá trị càng nhỏ, gần về 0 thì các phần sai số có tương quan thuận; nếu càng lớn, gần về 4 có nghĩa là các phần sai số có tương quan nghịch.

Bảng 2.2. Kết quả các hệ số của mô hình

Mô hình	Hệ số chưa chuẩn hóa		Hệ số chuẩn hóa	Kiểm định	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error				Tolerance	VIF
(Constant)	-1.657E-015	.047		.003	1.000		
Current	.321	.042	.321	3.768	.000	0.831	1.442
Wind	.254	.048	.254	5.583	.000	0.935	1.951
Crossing	.226	.045	.226	1.095	.002	0.815	1.277
Head_on	.119	.045	.119	-4.293	.000	0.920	1.265
Human	.649	.041	.649	-3.486	.001	0.852	1.493

Trong đó:

- Giá trị Sig. của kiểm định t đều nhỏ hơn 0,05, do vậy 5 biến độc lập đều tác động có ý nghĩa thống kê đến biến phụ thuộc.

- Hệ số phóng đại phương sai VIF (Variance inflation factor) đều nhỏ hơn 2, do vậy không có hiện tượng đa cộng tuyến giữa các biến độc lập.

Mô hình hồi quy được xác định bằng biểu thức như sau:

$$K = (-1,657E-015) + (0,321 * X_{Current}) + (0,254 * X_{Wind}) + (0,226 * X_{Crossing}) + (0,119 * X_{Head_on}) + (0,649 * X_{Human}) \quad (3)$$

Trong đó:

- K - Mức độ rủi ro đâm va của tàu thuyền tại cảng biển Vũng Tàu;
- Giá trị -1,657E-015 - Hệ số tự do hay hệ số chặn của mô hình;
- Current - Giá trị yếu tố dòng chảy ảnh hưởng đến rủi ro đâm va theo thang đo;
- Wind - Giá trị yếu tố gió ảnh hưởng đến rủi ro đâm va theo thang đo;
- Crossing - Giá trị yếu tố khi tàu chạy cắt hướng ảnh hưởng đến rủi ro đâm va theo thang đo;
- Head_on - Giá trị yếu tố khi tàu chạy đối hướng ảnh hưởng đến rủi ro đâm va theo thang đo.
- Human - Giá trị yếu tố con người ảnh hưởng đến rủi ro đâm va theo thang đo.

Thực tế trong đánh giá rủi ro đâm va của tàu thuyền, hệ số tự do sẽ gần như tiệm cận đến giá trị "0" khi không có ít nhất một trong 5 yếu tố gây nguy cơ đâm va tác động. Vì vậy, gọi β_i ($i = 1, 5$) là các hệ số mô hình của 5 yếu tố gây rủi ro đâm va tại cảng biển Vũng Tàu; X_j là giá trị của các yếu tố tương ứng với thang đo trong mô hình, khi đó công thức toán chuẩn hóa đánh giá rủi ro tại nạn đâm va tại cảng biển Vũng Tàu như sau:

$$K = \sum_{i=1}^5 \beta_i X_i$$

$$= (0,321 * X_{Current}) + (0,245 * X_{Wind}) + (0,226 * X_{Crossing})$$

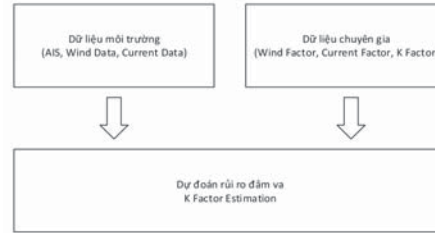
$$+ (0,119 * X_{Head_on}) + (0,649 * X_{Human}) \quad (4)$$

Phân tích phương sai cho thấy, kiểm định F có p-value = 0, điều đó chứng tỏ có ít nhất một biến độc lập trong mô hình có hệ số Beta khác 0. Hệ số Adjusted K square = 0,770 chứng tỏ các biến độc lập giải thích được 77% sự thay đổi của biến phụ thuộc Risk - mức độ rủi ro đâm va. Vì sử dụng biến chuẩn hóa nên mô hình ước lượng được không bị vi phạm các giả thuyết của phương pháp bình phương nhỏ nhất OLS [6].

Mặt khác, kiểm định các giá trị hệ số trong mô hình, ta thấy: hệ số Beta của biến yếu tố dòng chảy là $\beta_{current} = 0,321$ (nếu chọn thời điểm có yếu tố dòng chảy tăng mức độ an toàn lên 1 đơn vị trong thang đo thì mức độ rủi ro tổng thể sẽ tăng lên 0,321 đơn vị); của biến yếu tố gió là $\beta_{wind} = 0,254$; của biến yếu tố cắt hướng là $\beta_{crossing} = 0,226$; của biến yếu tố đối hướng là $\beta_{head-on} = 0,119$; của biến yếu tố con người là $\beta_{human} = 0,649$ đều lớn hơn 0, giá trị p-value = 0 nhỏ hơn 0,05. Như vậy, với hệ số tin cậy 95%, ta có thể xác định rằng 5 yếu tố trên có ảnh hưởng lớn đến rủi ro đâm va của tàu thuyền ở cảng biển Vũng Tàu.

3. XÂY DỰNG PHẦN MỀM MÔ PHỎNG NHANH (FAST TIME SIMULATION MODEL)

Cơ sở dữ liệu đầu vào là kết quả thống kê ý kiến của chuyên gia theo các bảng biểu, công thức nêu trên; thông tin, dữ liệu tàu được cập nhật, truy xuất từ thiết bị tự động nhận dạng (AIS); thông tin dữ liệu quan trắc, phân tích về vận tốc, hướng dòng chảy và thông tin dữ liệu về hướng, vận tốc gió đo đạc được tại cảng biển Vũng Tàu:



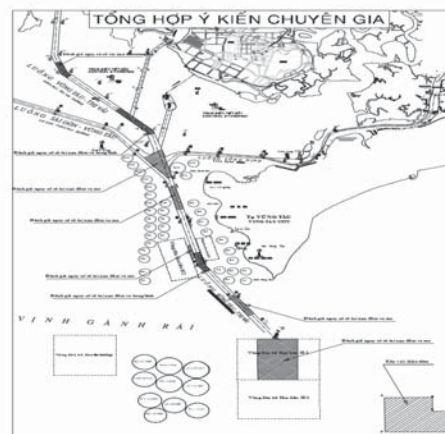
Hình 3.1: Sơ đồ đánh giá của phần mềm mô phỏng nhanh

Thiết lập bảng màu thể hiện giá trị mức độ rủi ro cao nhất (màu đỏ tươi) cho đến giá trị mức độ an toàn cao (màu xanh lục) và sau khi nhập tự động các dữ liệu đầu vào liên quan được đo đạc, truy xuất trong vòng 30 ngày ở tháng 5/2018, phần mềm cho ta kết quả thể hiện ở mức độ rủi ro trên luồng hàng hải tại cảng biển Vũng Tàu như sau:



Hình 3.2: Hình hiển thị mức độ rủi ro trên luồng từ phần mềm mô phỏng nhanh

Kết quả của phần mềm mô phỏng nhanh trên là tương thích và phù hợp với kết quả đánh giá nguy cơ đâm va (cao/ trung bình/thấp) tại vịnh Gành Rái - Vũng Tàu của 97 chuyên gia được lấy ý kiến và thể hiện trong hình sau:



Hình 3.3: Hình hiển thị kết quả đánh giá của chuyên gia về mức độ rủi ro trên luồng

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở phân tích hồi quy tuyến tính đa biến, kết hợp với phương pháp chuyên gia và phần mềm SPSS cùng Ngôn ngữ lập trình Visual C# đã xây dựng được thuật toán và mô hình mô phỏng nhanh đánh giá rủi ro tại các cảng biển Vũng Tàu. Trên cơ sở kết quả đạt được, nhóm tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu, nâng cấp để có thể

ứng dụng trong công tác quản lý nhà nước, cảnh báo/ khuyến cáo an toàn hàng hải; điều động tàu an toàn; phục vụ cho công tác đào tạo, huấn luyện... trong thời gian tới.

Tài liệu tham khảo

- [1]. *IALA Recommendation 0 - 134 on the IALA Risk Management Tool for Port and Restricted Waterways*, Edition 2 May 2009.
- [2]. Nguyen Xuan Thanh, Park Youngsoo, Park Jinsoo, Jae Yong Jeong (2013), *Developing a Program to Pre-process AIS Data and Applying to Vung Tau Waterway in Vietnam - Based on the IWRAP MK2 program*, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, vol.19, no.4, pp.345-351.
- [3]. Kinzo Inoue, Young Soo Park, Hideo Usui, Wataru Sera, Kenji Masuda (September 2002), *ES Model - Safety Management of Vessel Traffic in Ports and Waterways*, Pianc 2002, 30th International Navigation Congress Syney.
- [4]. Nguyen Xuan Thanh, Park Youngsoo, Park Jinsoo, Matthew Vail Smith, Lee Dong Sup (2013), *A Study on Comparison Assessment Applying ES Model with PARK Model in the Busan adjacent waterways*, Proceedings of The Asia Navigation Conference, pp.281-291.
- [5]. MSC/Circ.1023 (5 April 2002), *Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in the IMO Rule - Make Process*.
- [6]. J. Fox (1997), *Applied Regression Analysis, Linear Models and Related Methods*, Sage Publications.
- [7]. Kim, J. S., Y. S. Park, T. Y. Heo, J. Y. Jeong and J. S. Park. (2011), *A Study on the Development of Basic Model for Marine Traffic Assessment Considering the Encounter Type between Vessels*, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety 17 (3): 227-233.10.7837/kosomes.2011.17.3.227 [Crossref], [Google Scholar].
- [8]. Hoàng Trọng và Chu Nguyễn Mộng Ngọc (2005), *Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS*, NXB. Thống kê.
- [9] Fujii, Y. (1983), *Intergrated Study on Marine Traffic Accidents*, IABSE Colloquium on Ship Collision with Bridges and Offshore Structures, Copenhagen, vol.42, pp.91-98.
- [10]. Portcoast Consultant Corporation, *Survey observation data of direction, velocity of flow at Vung Tau Sea Port from 2004 to 2012, Vietnam* (In Vietnamese).
- [11]. Vungtau Maritime Administration (2017), *Questionnaire of 102 experts (managers, captains and pilots in Vung Tau seaport) Vietnam* (In Vietnamese).
- [12]. Các Kết luận điều tra tai nạn hàng hải của Cảng vụ Hàng hải Vũng Tàu từ năm 2007 - 2019.
- [13]. *Maritime Control Systems (Guidance, Navigation and Control of ship, Rigs and Underwater Vehicles) of Thor I. Fossen* (2002) ISBN 82-92356-00-2.

Ngày nhận bài: 19/8/2020

Ngày chấp nhận đăng: 04/9/2020

**Người phản biện: TS. Nguyễn Thái Dương
ThS. Lê Văn Hải**