



## Hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải nâng cao an toàn và giảm phát thải khí thải ở khu vực cảng biển

### Vessel traffic service system improves safety and reduces emissions in seaport areas

Phan Văn Hưng\*

*Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam*

*Từ khóa:*

Hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải  
An toàn hàng hải  
Giảm phát thải khí thải cảng biển

**TÓM TẮT**

Hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải (VTS) ngày càng được chú trọng và phát triển mạnh mẽ. Một thập niên đi vào hoạt động, hệ thống VTS ở Việt Nam đã chứng minh lợi ích như giảm thiểu tai nạn và nâng cao năng lực lưu thông tàu. Việc giám sát chặt chẽ các đối tượng có nguy cơ ô nhiễm môi trường cao như tàu chở dầu, tàu chở hàng nguy hiểm giúp giảm thiểu nguy cơ tai nạn và ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên, những lợi ích do hệ thống VTS mang lại chưa được đánh giá một cách toàn diện. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp SWOT kết hợp với phương pháp định lượng để phân tích toàn diện về hệ thống. Kết quả chỉ ra rằng, hệ thống VTS đóng góp quan trọng trong việc tối ưu hóa thời gian hành trình, thời gian đợi luồng, giảm phương tiện hỗ trợ dẹp luồng và giảm lượng khí thải, chỉ số lợi ích hay chi phí đạt hơn 483%. Từ đó, đề xuất hướng phát triển hệ thống VTS góp phần phát triển bền vững ngành hàng hải Việt Nam.

*Keywords:*

Vessel traffic service system  
Maritime safety  
Reducing Port Emissions

**ABSTRACT**

The maritime traffic service system (VTS) is increasingly focused and strongly developed. After a decade of operation, the VTS system in Vietnam has demonstrated its benefits, such as reducing accidents and improving ship traffic capacity. Close monitoring of objects with a high risk of environmental pollution, such as oil tankers and dangerous cargo ships, helps to reduce the risk of accidents and environmental pollution. However, the benefits brought by the VTS system have not been comprehensively evaluated. This research uses the SWOT method combined with quantitative methods to comprehensively analyze the system. The results show that the VTS system makes an important contribution to optimizing travel time, waiting time for channels, reducing support vehicles for channel clearing, and reducing emissions, with a benefit-to-cost index of more than 483%. From there, propose a direction for the development of the VTS system to contribute to the sustainable development of the Vietnamese maritime industry.

\* Phan Văn Hưng, Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

Email: [phanvanhung@vamaru.edu.vn](mailto:phanvanhung@vamaru.edu.vn)

[https://www.doi.org/10.55228/JTST.14\(2\).19-26](https://www.doi.org/10.55228/JTST.14(2).19-26)

Ngày nhận bài: 04/3/2025; Ngày nhận bài sửa: 12/3/2025; Ngày chấp nhận đăng: 14/3/2025

Ngày xuất bản trực tuyến: 15/3/2025

pISSN: 1859-4263; eISSN: 3030-4261

## 1. Giới thiệu

Theo Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO), việc thiết lập hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải là ưu tiên quan trọng tại các khu vực có mật độ tàu thuyền cao và tiềm ẩn nguy cơ đâm va, nhằm tăng cường an toàn, hiệu quả hàng hải và bảo vệ môi trường [1]. Văn bản hướng dẫn VTS R.A.578(14) được IMO ban hành vào năm 1985, hướng dẫn VTS R.A.875(20) công bố vào năm 1997 và hướng dẫn VTS A.1158(32) được thông qua vào năm 2021 [2], [3], [4]. Tại Việt Nam, 12 hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải VTS được Nhà nước đầu tư xây dựng và đưa vào khai thác sử dụng. Tuy nhiên, các nghiên cứu toàn diện về vai trò của hệ thống VTS để nâng cao an toàn và giảm phát thải còn hạn chế.

Trên thế giới hiện hữu một số nghiên cứu điển hình. Shi [5], [6] đã dùng phân tích định tính và phương pháp đánh giá rủi ro để tiến hành thiết lập mô hình đánh giá lợi ích của VTS. Zhu và cộng sự [7] áp dụng phân tích định lượng cho thấy VTS cải thiện an toàn, hiệu quả hàng hải, bảo vệ môi trường và chủ quyền quốc gia ven biển. Nghiên cứu của Yang và cộng sự [8], Zhang [9] đã áp dụng phương pháp đánh giá toàn diện mờ của để đánh giá hiệu quả của VTS. IALA [10] đề xuất khuôn khổ phân tích chi phí-lợi ích cho VTS, thảo luận chi tiết về phương pháp định lượng để cân nhắc chi phí và lợi ích. Nghiên cứu tiến hành phân tích các báo cáo sự cố hàng hải nhằm đánh giá hiệu quả và tác động của VTS, đồng thời, sử dụng nguồn dữ liệu chính thu thập từ các báo cáo sự cố do hệ thống VTS cung cấp. Phương pháp tiếp cận kết hợp giữa mô hình tính toán lý thuyết và khảo sát thực địa bằng bảng câu hỏi được áp dụng để lượng hóa các lợi ích điều hướng VTS mang lại cho hoạt động hàng hải tại cảng Cao Hùng. Bên cạnh đó, phân tích định lượng dữ liệu kinh tế cũng được sử dụng nhằm đo lường hiệu quả

kinh tế của VTS. Cụ thể, nghiên cứu của Li [11] đã tiến hành tính toán mức đóng góp trực tiếp và gián tiếp của hệ thống VTS tại Quảng Châu thông qua dữ liệu kinh tế thực chứng. Những nghiên cứu này cho thấy VTS đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao an toàn, hiệu quả hàng hải, bảo vệ môi trường và chủ quyền quốc gia. Tuy nhiên, các nghiên cứu này chưa đề cập đến góc nhìn toàn diện của vấn đề.

Vì vậy, dựa trên phân tích SWOT kết hợp với phương pháp định lượng, tác giả thực hiện nghiên cứu này nhằm đưa ra cái nhìn bao quát hơn về vai trò của hệ thống VTS trong việc nâng cao an toàn và giảm phát thải với cơ sở phân tích từ Cảng Hải Phòng.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, phương pháp định lượng được đưa ra để đánh giá lợi ích hay chi phí theo các chỉ số chính như an toàn, hiệu quả giao thông, bảo vệ môi trường và giảm chi phí giám sát và lượng khí thải giảm thiểu từ tàu. Tiếp đến, tiến hành phân tích SWOT để đưa ra góc nhìn toàn diện về điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức trong quá trình đầu tư và vận hành hệ thống VTS.

### 2.1. Mô hình đánh giá lợi ích hệ thống

Mô hình đánh giá thiết lập dựa trên bốn nhóm lợi ích mang lại gồm giảm nguy cơ tai nạn giao thông hàng hải, hiệu quả hàng hải, giảm chi phí giám sát và tuần tra của phương tiện hỗ trợ, giảm chi phí môi trường (bao gồm giảm phát thải khí thải).

#### 2.1.1. Giảm tai nạn và nguy cơ tai nạn

Lợi ích giảm tai nạn mỗi năm là tích của tỷ lệ giảm tai nạn hàng năm với tổn thất tai nạn trung bình mỗi năm trước khi xây dựng VTS. Để phân biệt mức độ tổn thất của các cấp độ tai nạn khác nhau, lưu lượng giao thông và trọng số của sự khác biệt trong các vụ tai nạn được đưa vào công thức tính toán sau [12]:

$$E_s = \left( 1 - \frac{\sum_{k=1}^k w_{mk} \frac{a_k}{Q_m}}{n^{-1} \sum_{n=1}^n \sum_{k=1}^k \frac{w_{nk} a_k}{Q_n}} \right) \left( n^{-1} \sum_{n=1}^n C_n \right) \quad (1)$$

Với,  $E_s$  là lợi ích giảm tai nạn của VTS theo năm;  $Q'_n$  là lưu lượng tàu thuyền hàng năm trước khi VTS hoạt động;  $Q_m$  là lưu lượng tàu thuyền hàng năm sau khi VTS hoạt động;  $w'_{nk}$  là số vụ tai nạn loại "K" xảy ra mỗi năm khi không có VTS;  $A_k$  là trọng số của vụ tai nạn loại "K";  $w_{mk}$  là số vụ tai nạn loại "K" xảy ra mỗi năm khi có VTS hoạt động;  $C_n$  là tổn thất hàng năm của vụ tai nạn mỗi năm khi không có VTS.

Lợi ích của việc tránh các vụ quá cận có thể được tính theo công thức dưới đây [12]:

$$E_t = \sum_{i=1}^3 W(P_i - P_{i-1}) C_i \quad (2)$$

Trong đó,  $C_i$  ( $i=1,2,3$ ) là mức tổn thất trung bình của tai nạn thương tích nghiêm trọng hoặc lớn, tai nạn thương tích nhẹ và tai nạn thiệt hại tài sản;  $W$  là số rủi ro được tránh mỗi năm.

### 2.1.2. Hiệu quả giao thông

Cải thiện năng lực vận chuyển và khả năng hàng hải vào ban đêm hay trong sương mù có thể được tính bằng công thức sau [12]:

$$E_l = BT(Q_m - n^{-1} \sum_{n=1}^n Q'_n) \quad (3)$$

Với,

$Q_n$  là lưu lượng tàu thuyền (sương mù hay hàng hải ban đêm) mỗi năm trước khi xây dựng VTS;

$Q_m$  là lưu lượng tàu thuyền (sương mù hoặc hàng hải ban đêm) mỗi năm khi VTS hoạt động;

$B$  là chi phí đi biển trung bình tàu mỗi ngày;

$T$  là thời gian giảm trung bình của tàu chạy ở khu vực cảng khi VTS hoạt động.

### 2.1.3. Giảm sử dụng phương tiện tuần tra ven biển và nguồn lực liên quan

Giảm sử dụng phương tiện tuần tra ven biển và nguồn lực liên quan có thể đại diện cho lợi ích giảm chi phí giám sát của VTS và được tính bằng công thức như sau [12]:

$$E_g = \left( \frac{C_m}{\Delta L_n} \right) TB + M_1 + M_2 + M_3 \quad (4)$$

$C_m$  là số hành vi vi phạm được đơn vị vận hành VTS khắc phục trong một năm;  $\Delta L_n$  là số hành vi vi phạm trung bình được khắc phục trong mỗi chuyến;  $T$  là thời gian trung bình trong mỗi chuyến (giờ);  $B$  là phí nhiên liệu trung bình của mỗi chuyến đi (35 triệu đồng/giờ);  $M_1, M_2, M_3$  thể hiện mức giảm chi phí nhân công, chi phí bảo dưỡng và chi phí vật dụng tương ứng.

### 2.1.4. Bảo vệ môi trường

Tính toán lợi ích bảo vệ môi trường trong nghiên cứu này áp dụng phương pháp tính toán của Bird và Germain [12], với bình phương hệ số tương quan là  $R^2 = 0,738$  như sau [13]:

$$E_m = E_{GHG} + 51432 \left( n^{-1} \sum_{u=1}^u V_u^{0,728} - \sum_{a=1}^a V_a^{0,728} \right) + \left( n^{-1} \sum_{u=1}^u V_u - \sum_{a=1}^a V_a \right) M \quad (5)$$

Với,  $E_{GHG}$  là giá trị ước tính tiết kiệm nhiên liệu cho tàu ra vào cảng khi có VTS điều hành;  $V_u$  là lượng dầu tràn trong mỗi vụ tai nạn không có VTS (tấn);  $D$  là tỷ giá đô la trước khi xây dựng VTS;  $V_a$  là lượng dầu tràn trong mỗi vụ tai nạn sau khi chạy VTS (tấn);  $M$  là chi phí dầu tràn trên một tấn không có VTS. Theo Cơ quan Bảo vệ Môi sinh Hoa Kỳ (EPA), công thức ước tính lượng khí thải như sau [14]:

$$E_{tàu} = P \times LF \times T \times EF \quad (6)$$

Trong đó,  $E_{tàu}$  lượng khí thải từ tàu (g);  $P$  là công suất máy (kW);  $T$  là thời gian hoạt

động (giờ);  $EF$  là hệ số phát thải (g/Wh);  $LF$  là hệ số tải trọng động cơ (%). Đối với máy chính [15]:

$$LF = \left(\frac{v}{V}\right)^3 \quad (7)$$

Trong đó,  $v$  là tốc độ thực tế (knots);  $V$  là tốc độ tối đa (knots).

Máy phụ xác định  $LF = 0,24$  khi tàu chạy biển;  $LF = 0,28$  khi tàu hành trình tốc độ hạn chế;  $LF = 0,33$  khi tàu điều động;  $LF = 0,26$  khi tàu neo đậu [14]. Hệ số phát thải của máy chính, máy phụ sử dụng nhiên liệu lưu huỳnh thấp MDO 0.5%S. EPA hướng dẫn ước tính lượng khí thải từ hoạt động của các phương tiện thủy nội địa theo công thức sau [14]:

$$E_{ht} = EF \times kW \times LF \times T \times CF \quad (8)$$

$E_{ht}$  là lượng khí thải từ ca nô điều tiết (g);  $kW$  là công suất định mức của động cơ;  $LF = 0,21$  là hệ số tải trọng động cơ (%);  $T = 1$  giờ là thời gian hoạt động (giờ);  $EF$  là hệ số phát thải phụ thuộc vào nhóm công suất động cơ và tuổi phương tiện (g/Wh) theo EPA với  $NO_x$  (10,0),  $PM_{10}$  (1,20),  $PM_{2.5}$  (1,16),  $HC$  (0,3),  $CO$  (1,7),  $SO_2$  (3,9),  $CO_2$  (690),  $N_2O$  (0,02).  $CF = 1$  là hệ số hiệu chỉnh nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh rất thấp.

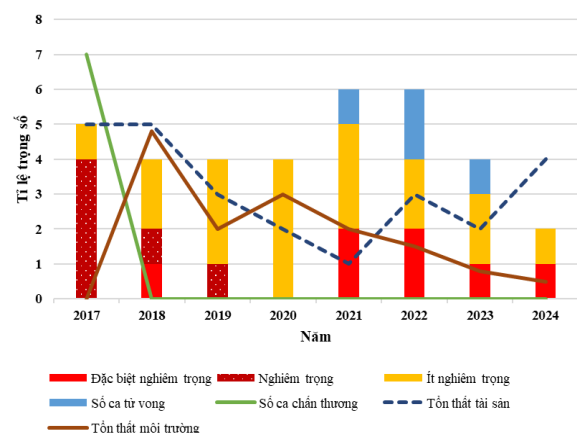
## 2.2 Hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải Cảng Hải Phòng

Từ ngày 19/8/2015, hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải (VTS) Hải Phòng đã được thiết lập để đáp ứng nhu cầu giao thông hàng hải ngày càng tăng, đáp ứng nhu cầu xếp dỡ hàng hóa ngày càng lớn đến cảng Hải Phòng và sử dụng thông tin VTS để điều tiết tốt. Tuy nhiên, do các cảng biển và cơ sở hạ tầng giao thông được mở rộng và xây dựng ở thành phố Hải Phòng như Cảng Lạch Huyện, khu công nghiệp Nam Đình Vũ và khu công nghiệp Nam Đồ Sơn, Cầu Tân Vũ - Lạch Huyện, Cầu Bính, Cầu Kiền, Cầu Hoàng Văn Thụ, Cầu Hoàng Gia,... khiến việc giám sát an toàn giao thông trở nên khó khăn hơn.

Một cuộc khảo sát đã được thực hiện tại Cảng vụ Hàng hải Hải Phòng vào tháng 12 năm 2024 nhằm mục đích xác định các lợi ích do hệ thống VTS Hải Phòng mang lại. Một số dữ liệu được thu thập bao gồm lưu lượng giao thông, lượng hàng hóa đi qua cảng hàng năm, số vụ tai nạn và thương vong, số lượng rủi ro được ngăn chặn hàng năm, lượng dầu tràn từ các vụ tai nạn trước và sau khi hệ thống VTS thực hiện khai thác. Ngoài ra, các nhà khai thác VTS và điều khiển phương tiện tuần tra đã tham khảo ý kiến về năng lực hàng hải ban đêm hoặc sương mù của tàu, cùng với việc sử dụng ca nô trên tàu phân luồng.

## 3. Kết quả và thảo luận

Từ năm 2015 đến năm 2024, lượng hàng hóa đi qua Cảng Hải Phòng tăng 42,80%. Đồng thời, số lượng tàu thuyền ra vào cảng Hải Phòng gia tăng đáng kể, chủ yếu là tàu nội địa với 37.316 tàu vào năm 2024. Tỷ lệ số vụ tai nạn (đặc biệt nghiêm trọng, nghiêm trọng và ít nghiêm trọng), tỷ lệ tổn thất về người, tài sản và môi trường sau tai nạn ở cảng Hải Phòng từ năm 2017 đến năm 2024 được thể hiện ở Hình 1 [6]. Qua đó, nhận thấy, số vụ tai nạn xảy ra hàng năm sau khi vận hành hệ thống VTS Hải Phòng giảm rõ rệt so với khi không có hệ thống này.



**Hình 1.** Số vụ tai nạn tổn thất theo tỷ lệ ở Cảng Hải Phòng.

Thông qua cung cấp dịch vụ thông tin hỗ trợ hàng hải và tổ chức giao thông, thời gian để 10% hàng hóa qua cảng có thể rút ngắn 30 phút cho mỗi 10.000 tấn. Theo hồ sơ từ Cảng vụ Hàng hải Hải Phòng, mỗi hành trình tốn khoảng 2,3 giờ và khoảng 0,33 hành vi vi phạm pháp luật của tàu thuyền có thể được khắc phục. Chi phí nhiên liệu, nhân công và vật liệu tổng cộng là 3,48 triệu đồng/giờ/chuyến đi và chi phí bảo dưỡng phương tiện tuần tra trung bình là 0,59 triệu đồng/chuyến đi. Báo cáo hiệu quả của VTS Hải Phòng cho thấy có 635,52 hành vi vi phạm pháp luật được khắc phục hàng năm. Chi phí lưu kho, bãi của một tấn hàng hóa là một đô la bằng 24,50 nghìn đồng mỗi ngày. **Bảng 1** cho thấy lợi ích trung bình hàng năm của hệ thống VTS trong giai đoạn 2015–2024, sau khi đưa dữ liệu này vào các công thức (1) – (7).

Phương pháp này được các chính phủ thông qua và sử dụng rộng rãi ở các nước đang phát triển kể từ khi thử nghiệm lần đầu tiên vào năm 1936 [13]. Để đánh giá tính khả thi về mặt kinh tế của việc mở rộng VTS Hải Phòng, phân tích chi phí lợi ích sử dụng nhiều chỉ số đánh giá. Tỷ lệ lợi ích - chi phí (L/C) được chọn làm cơ sở đánh giá.

Chương trình được xem là khả thi trong quá trình quyết định hệ thống nếu  $L/C > 1$ . VTS Hải Phòng có tổng đầu tư là 171 tỉ đồng và chi phí bảo trì trung bình là 8,345 tỉ đồng mỗi năm. Lợi ích của VTS Hải Phòng chú trọng quan tâm, theo phân tích chi phí lợi ích, tỷ lệ lợi ích - chi phí (L/C) là  $4,832 > 1$ . Lợi ích bảo vệ môi trường là lớn nhất, chiếm 31,93%; lợi ích an toàn là lớn nhất, chiếm 28,14%; lợi ích về hiệu quả hoạt động là lớn nhất, chiếm 27,05%; và chi phí tuần tra giám sát là thấp nhất, chiếm 11,18%. Kết quả lượng khí thải của tàu DKC 02 và 02 ca nô hỗ trợ phân luồng khi không có sự điều phối của

VTS, với tổng lượng khí thải là 1745,643 kg, trong đó, lượng CO<sub>2</sub> là 1673,022 kg. Kết quả tính toán lượng khí thải từ tàu biển DKC 02 tại khu neo Hòn Dấu đến Cảng Việt Nhật có sự điều phối của VTS cho thấy lượng khí thải tổng thể của tàu là 1471,144 kg, lượng phát thải CO<sub>2</sub> là 1437,455 kg. Khi so sánh với lượng khí thải trong trường hợp không có sự điều phối của hệ thống VTS thì tổng lượng khí thải khi có VTS điều phối giảm khoảng 15,7% [16].

#### 4. Phân tích SWOT hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải

Dựa trên kết quả phân tích thực trạng hệ thống VTS Hải Phòng từ phần 3, ma trận SWOT về hệ thống VTS Hải Phòng được thiết lập để xác định rõ các ưu điểm và hạn chế của hệ thống, đồng thời, đưa ra các định hướng chiến lược nhằm tối ưu hóa điểm mạnh và cơ hội, giảm thiểu thấp nhất các rủi ro và khắc phục điểm yếu, từ đó, làm nền tảng để nâng cấp hệ thống hiện có, đầu tư hệ thống mới cho các cảng biển có lưu lượng tàu thuyền hoạt động đang gia tăng nhanh trong thời gian vừa qua.

Đầu tư và đưa vào khai thác hệ thống VTS Hải Phòng đã mang lại nhiều lợi ích về an toàn, hiệu quả và bảo vệ môi trường. Ứng dụng hệ thống VTS trong những năm qua, số vụ tai nạn, sự cố hàng hải trong khu vực vùng nước cảng biển Hải Phòng đã giảm rõ rệt. Hệ thống góp phần tích cực trong công tác phối hợp tìm kiếm cứu nạn. Dữ liệu do hệ thống VTS cung cấp giúp các giám sát viên và điều hành viên hệ thống xác định chính xác vị trí tàu thuyền bị nạn để huy động phương tiện gần nhất đến ứng cứu, hỗ trợ tìm kiếm cứu nạn kịp thời. Tuy nhiên, cần chú trọng đến quản lý chi phí, đào tạo nhân lực và đối phó với các thách thức để hệ thống hoạt động bền vững và hiệu quả.

**Bảng 1.** Phân tích ma trận SWOT hệ thống VTS Hải Phòng.

<b>SWOT</b>		<b>Cơ hội (O)</b>	<b>Thách thức (T)</b>
		<p>1. Phát triển thương mại biển: Nâng cao an toàn và hiệu quả hàng hải thu hút thêm tàu thuyền và đối tác kinh tế đến cảng Hải Phòng.</p> <p>2. Ứng dụng công nghệ mới: Tích hợp trí tuệ nhân tạo và dữ liệu lớn vào VTS có thể tối ưu hóa quản lý giao thông hàng hải.</p> <p>3. Hợp tác quốc tế: Tham gia các chương trình hợp tác với các cảng và tổ chức quốc tế để chia sẻ kinh nghiệm và công nghệ.</p>	<p>1. Biến đổi khí hậu: Thời tiết cực đoan có thể gây khó khăn cho hoạt động giám sát và điều phối.</p> <p>2. Gia tăng lưu lượng tàu thuyền: Sự tăng trưởng nhanh chóng có thể gây áp lực lên hệ thống, đòi hỏi nâng cấp liên tục.</p> <p>3. Cạnh tranh khu vực: Các cảng lân cận cải thiện dịch vụ có thể thu hút khách hàng, ảnh hưởng đến vị thế của cảng Hải Phòng.</p>
<b>Điểm mạnh (S)</b>	<b>Kết hợp S-O</b>	<b>Kết hợp S-T</b>	
<p>1. Tăng cường an toàn hàng hải: VTS giúp giám sát tàu thuyền một cách chủ động, phát hiện kịp thời các tình huống nguy hiểm, ngăn ngừa tai nạn và giảm thiểu rủi ro tử vong.</p> <p>2. Cải thiện hiệu quả vận hành: Hệ thống tổ chức giao thông hàng hải hiệu quả, đặc biệt trong điều kiện ban đêm hoặc sương mù, nâng cao năng lực luân chuyển hàng hóa qua cảng.</p> <p>3. Bảo vệ môi trường: Giám sát chặt chẽ các tàu chở dầu giúp giảm sự cố tràn dầu, bảo vệ môi trường biển và hoạt động nuôi trồng thủy sản.</p>	<p>S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, + O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>: Tăng cường an toàn hàng hải, cải thiện hiệu quả khai thác nhờ ứng dụng công nghệ từ sự hỗ trợ của các quốc gia phát triển, giúp thúc đẩy phát triển thương mại cảng biển, nâng tầm vị thế cảng biển Việt Nam.</p> <p>S<sub>3</sub> + O<sub>2</sub>: Phát triển các công nghệ giám sát và điều phối giao thông làm giảm rủi ro tai nạn sự cố môi trường, giảm phát thải khí thải từ tàu góp phần phát triển cảng biển bền vững.</p> <p>S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> + O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>: Cải thiện hiệu quả khai thác thông qua ứng dụng công nghệ và hợp tác quốc tế nhằm thúc đẩy quá trình xanh hóa và đạt được mục tiêu trung hòa carbon trước năm 2050.</p>	<p>S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, + T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>: Tăng cường an toàn hàng hải, cải thiện hiệu quả khai thác là giải pháp quan trọng để đối phó với thách thức lưu lượng tàu hoạt động lớn dần và các yêu cầu của quốc tế về biến đổi khí hậu toàn cầu.</p> <p>S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, + T<sub>3</sub>: Xây dựng chiến lược linh hoạt để cải thiện an toàn, nâng cao hiệu quả vận hành, giảm thời gian tàu ở cảng để nâng cao khả năng cạnh tranh với các cảng biển tương đồng trong khu vực.</p> <p>S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> + T<sub>1</sub>: Tăng cường ứng dụng công nghệ trong quản lý khai thác luồng bến nâng cao hiệu quả hoạt động, cải thiện an toàn và bảo vệ môi trường hướng tới phát triển bền vững, ứng phó biến đổi khí hậu toàn cầu.</p>	
<b>Điểm yếu (W)</b>	<b>Kết hợp W-O</b>	<b>Kết hợp W-T</b>	
<p>1. Chi phí đầu tư và vận hành cao: Triển khai và duy trì VTS đòi hỏi nguồn vốn lớn cho cơ sở hạ tầng và công nghệ.</p> <p>2. Phụ thuộc vào công nghệ: Sự cố kỹ thuật hoặc tấn công mạng có thể ảnh hưởng đến hoạt động của hệ thống.</p> <p>3. Yêu cầu đào tạo chuyên sâu: Nhân viên vận hành cần được đào tạo bài bản để sử dụng hiệu quả hệ thống.</p>	<p>W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> + O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>: Đầu tư phát triển hệ thống VTS hiện đại, ứng dụng các công nghệ tiên tiến theo xu hướng e-navigation do IMO đã và đang phát triển.</p> <p>W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub> + O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>: Phát triển mạng lưới VTS quốc tế và liên kết với các hãng vận tải biển toàn cầu để cung cấp các dịch vụ VTS hỗ trợ tàu hoạt động cả vùng biển khơi.</p>	<p>W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub> + T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>: Đẩy mạnh đầu tư vào dịch vụ trọng tâm VTS hiện đại với khả năng nâng cấp mở, tối ưu hóa chi phí và cải thiện quy trình vận hành để có thể điều phối và giám sát tàu trong khu vực với mật độ ngày càng cao.</p> <p>W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>+ T<sub>3</sub>: Công nghệ hiện đại cần được đào tạo và huấn luyện chuyên nghiệp để khai thác hiệu quả cao hệ thống VTS, có khả năng phối hợp tốt để cung cấp VTS biển, cạnh tranh với các nước trong khu vực.</p>	

## 5. Giải pháp phát triển hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải ở Việt Nam

Để phát triển hiệu quả VTS tại Việt Nam, cần triển khai các giải pháp sau:

- Đầu tư hạ tầng công nghệ hiện đại

Triển khai công nghệ tiên tiến, áp dụng các giải pháp điện toán đám mây và trí tuệ nhân tạo nhằm nâng cao khả năng giám sát và điều phối giao thông hàng hải.

- Đào tạo nguồn nhân lực chuyên nghiệp

Tổ chức các khóa đào tạo về vận hành và quản lý hệ thống VTS chuyên sâu, đảm bảo nhân viên có kỹ năng và kiến thức cần thiết.

- Xây dựng khung pháp lý và tiêu chuẩn kỹ thuật

Thiết lập các tiêu chuẩn kỹ thuật và quy định pháp lý cho việc triển khai và vận hành VTS, đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn quốc tế.

- Tăng cường hợp tác quốc tế

Học hỏi kinh nghiệm, tham gia các diễn đàn và tổ chức quốc tế để cập nhật xu hướng và công nghệ mới trong quản lý giao thông hàng hải.

- Nâng cao nhận thức và hợp tác đa ngành

Tăng cường hợp tác giữa các cơ quan quản lý, doanh nghiệp và cộng đồng để đảm bảo hiệu quả triển khai VTS. Việc thực hiện đồng bộ các giải pháp trên góp phần nâng cao an toàn hàng hải, bảo vệ môi trường và thúc đẩy phát triển kinh tế biển của Việt Nam.

## 6. Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá toàn diện thực trạng hệ thống VTS từ năm 2015 đến năm 2024, thông qua việc thu thập và phân tích dữ liệu từ các báo cáo của Cảng vụ Hàng hải Hải Phòng và các nguồn thông tin từ tàu và hệ thống dữ liệu hàng hải. Để tổ chức giao thông hàng hải, hệ thống VTS giúp nâng cao

an toàn, tối ưu hóa hiệu quả hoạt động, ngăn ngừa và giảm thiểu các sự cố tràn dầu và thiệt hại về môi trường. Nghiên cứu trình bày một mô hình để tính toán lợi ích của VTS tại khu vực cảng Hải Phòng. Dựa trên dữ liệu thu thập, bốn lợi ích chính là an toàn, hiệu quả giao thông, bảo vệ môi trường và giảm chi phí giám sát và các phương pháp định lượng đã được đưa vào tính toán. Kết quả cho thấy, VTS có tác động lớn nhất đến bảo vệ môi trường; Phân tích chi phí-lợi ích chỉ ra việc vận hành hệ thống VTS có lợi lớn, với VTS Hải Phòng đạt hơn 483%. Lượng khí thải từ tàu giảm ước tính khoảng 15,7%, đóng góp lớn vào nỗ lực giảm khí thải ở khu vực cảng biển Việt Nam. Phân tích toàn diện SWOT về hệ thống VTS đã cho thấy điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức đối với việc nâng cấp, phát triển hệ thống VTS ở cảng biển Việt Nam. Từ đó, một số đề xuất để phát triển hệ thống VTS cảng biển Việt Nam được đề cập trong nghiên cứu này.

## Tuyên bố không xung đột lợi ích và cam kết bản quyền

Tác giả tuyên bố không xuất hiện những xung đột tiềm ẩn từ nghiên cứu này, và cam kết bài báo chưa từng được công bố trước đây.

## Chia sẻ dữ liệu theo yêu cầu

Dữ liệu sẽ được cung cấp theo yêu cầu.

## Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: DT24-25.12.

---

Phan Van Hung, *Faculty of Navigation, Vietnam Maritime University*

\*Corresponding author:  
phanvanhung@vamaru.edu.vn

---

## Tài liệu tham khảo

- [1] International Maritime Organization, "Third IMO Greenhouse Gas Study 2014," London, UK, 2014.

- Accessed: Feb. 15, 2025 [Online]. Available: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Greenhouse-Gas-Studies-2014.aspx>
- [2] International Maritime Organization, *Resolution A.578(14) Guidelines for Vessel Traffic Services, A 14/Res.578*, 1985.
- [3] International Maritime Organization, *Resolution A.857(20) Guidelines for Vessel Traffic Services, A 20/Res.857*, 1997.
- [4] International Maritime Organization, *Resolution A.1158(32) Guidelines for Vessel Traffic Services, A 32/Res.1158*, 2021.
- [5] X. B. Olba, W. Daamen, T. Vellinga, and S. P. Hoogendoorn, "Risk assessment methodology for vessel traffic in ports by defining the nautical port risk index," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 8, no. 1, 2020, Art. no. 10, doi: [10.3390/jmse8010010](https://doi.org/10.3390/jmse8010010).
- [6] Cảng vụ Hàng hải Hải Phòng, "Tổng hợp báo cáo điều tra tai nạn hàng hải các năm 2017-2024," thành phố Hải Phòng, 2024.
- [7] J.-M. Mou, C. Zhou, Y. Du, and W.-M. Tang, "Evaluate VTS benefits: A case study of Zhoushan Port," *Int. J. e-Navigation Marit. Econ.*, vol. 3, pp. 22–31, Dec. 2015, doi: [10.1016/j.enavi.2015.12.003](https://doi.org/10.1016/j.enavi.2015.12.003).
- [8] G.-H. Shin, C.-U. Song, and D. Kim, "Quantitative assessment of vessel traffic service center workload: Development and validation of the vessel traffic service operator workload index (VOWI)," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 13, no. 2, 2025, Art. no. 299, doi: [10.3390/jmse13020299](https://doi.org/10.3390/jmse13020299).
- [9] G. Zhang, "Analysis of service and management benefit of Zhoushan VTS," *China Water Transport*, no. 07, pp. 47–48, 2011.
- [10] *Auditing and Assessing VTS 1101*, 1.0 edition, The International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, Saint Germain en Laye, France, 2013.
- [11] H. Li, "Study on assessing the economic and social impact for vessel traffic services," M.S. thesis, Dalian Maritime Univ., Dalian, Liaoning, China, 2010. [Online]. Available: <https://m.dissertationtopic.net/doc/1477643>
- [12] F. E. Bird and G. L. Germain, *Loss control management - Practical loss control leadership*, revised ed. Loganville, Georgia : International Loss Control Institute, 1996.
- [13] H.-H. Lee, "A study on the role of vessel traffic service system," *J. Korean Inst. Navig.*, 1996. [Online]. Available: <https://www.koreascience.kr/article/JAKO199611920572918.pdf>
- [14] U.S. Environmental Protection Agency, "Current methodologies in preparing mobile source port-related emission inventories," SDMS DocID 518532, Washington, D.C, USA, 2009. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-06/documents/2009-port-inventory-guidance.pdf>
- [15] International Maritime Organization, "Fourth greenhouse gas study 2020," Lambeth, London, UK, 2020. [Online]. Available: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx>
- [16] P. V. Hưng and P. T. Đức, "Hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải giảm thiểu ô nhiễm không khí ở khu vực cảng Hải Phòng," *Tạp chí KHCN Hàng hải*, số 81, tr. 156–161, 2025.