

HỆ THỐNG GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU PHỐI GIAO THÔNG HÀNG HẢI GIẢM THIỂU Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ Ở KHU VỰC CẢNG HẢI PHÒNG

VESSEL TRAFFIC SERVICE SYSTEM REDUCES AIR POLLUTION IN HAI PHONG PORT AREA

PHAN VĂN HƯNG*, PHẠM TRUNG ĐỨC

Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: phanvanhung@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Mục tiêu của hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải (VTS) là tăng cường an toàn giao thông, cải thiện hiệu quả và bảo vệ môi trường hàng hải. Gần một thập niên hoạt động, VTS Hải Phòng đã chứng minh các giá trị của hệ thống bằng cách giám sát tàu thuyền một cách năng động, VTS có thể phát hiện kịp thời các tình huống ở cự ly gần, ngăn ngừa hiệu quả các tai nạn và giảm thiểu rủi ro từ vong. Tổ chức giao thông hàng hải trong điều kiện ban đêm hoặc sương mù giúp nâng cao năng lực luân chuyển hàng hóa qua cảng. Việc giám sát chặt chẽ các tàu chở dầu giúp giảm các sự cố tràn dầu và giảm thiểu thiệt hại về môi trường. Đặc biệt, hệ thống VTS có thể tối ưu hóa lịch trình của các tàu bằng cách sử dụng dữ liệu giao thông theo thời gian thực, giảm lượng tiêu hao nhiên liệu và giảm phát thải khí thải. Nghiên cứu này đánh giá lợi ích của hệ thống VTS Hải Phòng về giảm phát thải từ tàu DKC 02 vận chuyển xăng dầu hành trình từ phao số "0" vào cảng Việt Nhật. Kết quả chỉ ra rằng, hệ thống VTS có thể rút ngắn thời gian hành trình, thời gian đợi luồng, đồng thời giảm phương tiện điều tiết giao thông, dẹp luồng tại một số điểm nóng giao thông làm giảm thiểu đáng kể lượng khí thải phát thải từ các hoạt động của tàu thuyền.

Từ khóa: Hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải, hệ thống VTS, giảm phát thải, cảng Hải Phòng.

Abstract

The goal of the Vessel traffic service (VTS) system is to enhance traffic safety, improve efficiency and protect the maritime environment. After nearly a decade of operation, Hai Phong VTS has demonstrated the value of the system by dynamically monitoring vessels, VTS can promptly detect situations at close range, effectively prevent accidents and minimize the risk

of fatalities. Organizing maritime traffic in night or foggy conditions helps improve the capacity of goods circulation through ports. Close monitoring of oil tankers helps reduce oil spills and minimize environmental damage. In particular, the VTS system can optimize vessel schedules using real-time traffic data, reduce fuel consumption and reduce exhaust emissions. This study evaluates the benefits of Hai Phong VTS system in reducing emissions from DKC 02 oil tanker traveling from buoy number "0" to Viet Nhat port. The results show that the VTS system can shorten travel time, waiting time for traffic, and at the same time reduce traffic control vehicles and clear traffic at some traffic hotspots, significantly reducing emissions from ship operations.

Keywords: Vessel traffic service system, VTS system, emission reduction, Hai Phong port.

1. Mở đầu

Hội nghị Liên hợp quốc về Thương mại và Phát triển (UNCTAD, 2022) chỉ ra rằng vận tải biển hàng năm đảm nhận vận chuyển hơn 80% khối lượng hàng hóa thương mại toàn cầu [1]. 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 va chạm, nhằm tăng cường an toàn, hiệu quả hàng hải và bảo vệ môi trường [2]. Đóng góp của hệ thống VTS trong việc giảm thiểu sự cố và tai nạn hàng hải, chủ yếu do yếu tố con người gây ra, đã được nghiên cứu định tính bởi F. Crestelo Moreno và cộng sự vào năm 2022. Tuy nhiên, vai trò của VTS trong giảm thiểu phát thải khí thải từ tàu thuyền ở khu vực cảng Hải Phòng vẫn chưa được làm rõ [3].

Cảng biển Hải Phòng có vai trò là cửa ngõ ra biển lớn nhất miền Bắc. Theo số liệu của Cục Hàng hải Việt Nam, trong 5 năm qua, sản lượng hàng hóa thông qua cảng biển Hải Phòng đã ghi nhận sự tăng trưởng liên tục [4]. Năm 2019, sản lượng đạt khoảng 83,3 triệu tấn, nhưng đến năm 2023, con số này đã tăng lên 97,6

triệu tấn. Đặc biệt, trong 10 tháng đầu năm 2024, cảng biển Hải Phòng ghi nhận mức tăng trưởng ấn tượng, với sản lượng hàng hóa qua cảng đạt 87,5 triệu tấn, tăng hơn 9,5% so với cùng kỳ năm trước. Sự gia tăng không chỉ thể hiện qua sản lượng hàng hóa mà còn ở số lượng và kích cỡ tàu ra vào cảng. Trong vòng 5 năm qua, cảng Hải Phòng đã tiếp nhận hơn 10.300 lượt tàu có trọng tải vượt thiết kế, cho thấy sự mở rộng đáng kể về năng lực tiếp nhận tàu lớn.

Cảng biển Hải Phòng hiện có 52 bến cảng và 9 đoạn luồng với tổng chiều dài 92,4km, bao gồm các tuyến luồng hàng hải chính như Lạch Huyện, kênh Hà Nam, Bạch Đằng, và Sông Cấm, với chiều dài 46km. Các tuyến luồng này đều là luồng một chiều, có nhiều điểm nóng giao thông tiềm ẩn nguy cơ tai nạn cao. Nghiêm cấm tránh, vượt nhau trên các đoạn luồng hàng hải: Đoạn luồng kênh Hà Nam, đoạn luồng dưới các cầu bắc ngang sông Cấm, sông Bạch Đằng.

Khu vực cảng biển Hải Phòng có mật độ dân cư cao và lượng tàu thuyền ra vào phục vụ phát triển kinh tế xã hội miền Bắc nên nguy cơ ô nhiễm môi trường từ hoạt động tàu thuyền cao.

Vì vậy, nghiên cứu này áp dụng phương pháp kiểm kê khí thải từ một tàu vận chuyển xăng dầu tại khu vực cảng biển Hải Phòng với các kịch bản khác nhau, nhằm đánh giá tiềm năng của việc sử dụng hệ thống VTS trong kiểm soát phát thải khí thải từ tàu thuyền [5]. Dựa trên thông tin thu thập trước khi tàu đến cảng, VTS có thể nhận diện tàu có khả năng hành trình vào khu vực neo chờ luồng hoặc điều phối giảm thời gian hành trình, đảm bảo tàu cập cảng một cách hiệu quả.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thu thập thông tin

2.1.1. Tuyến hành trình

Khu vực tàu DKC 02 hành trình bắt đầu từ phao số “0” theo tuyến luồng hàng hải Lạch Huyện (từ phao số “0” đến cặp phao số 29, 30) đến kênh đào Hà Nam (từ cặp phao số 29, 30 đến cặp phao số 43, 46), qua đoạn Bạch Đằng (từ cặp phao số 43, 46 đến cửa kênh Đình Vũ), qua đoạn luồng sông Cấm đến cảng Nhật

Bảng 1. Luồng tàu vào cảng Hải Phòng

Tên Luồng	Chiều dài (Km)	Chiều rộng (m)	Độ sâu (m)
Lạch Huyện	16,8	100	- 7,2
Hà Nam	8,8	100	- 7,0
Bạch Đằng	8,2	80	- 7,0
Sông Cấm	10,8	80	- 5,8

Bảng 2. Thông tin tàu DKC 02

Thông số	Thông tin chi tiết
Loại tàu	Chở xăng dầu
Tốc độ tàu tối đa (Cruise)	12 Knot
Tốc độ hành trình ở khu vực hạn chế (reduce speed zone)	7 Knot
Tốc độ điều động (manuever speed)	3 Knot
Thời gian hành trình từ điểm đón hoa tiêu đến cảng	4h
Công suất máy chính	2060Kw
Loại máy chính	Zichai CHINH
Công suất máy phụ	03 máy đèn 150Kw/ máy
Tốc độ tàu theo thời gian chi tiết từ phao số 0 đến cảng	5 Knot chế độ thật chậm
theo các chế độ máy khác nhau.	7,5 Knot chế độ tới chậm 9,5 Knot chế độ trung bình 12 Knot chế độ hết máy

Việt (xem Bảng 1). Căn cứ theo các thông số kỹ thuật của tàu DKC 02, thời gian tàu hành trình, các cán bộ khai thác hệ thống VTS sẽ điều phối tàu phù hợp theo điều kiện thực tế, cụ thể như sau:

Các tàu chở dầu, sản phẩm dầu hoặc hàng nguy hiểm cần tính toán thời gian hành trình vào cảng phù hợp để đảm bảo an ninh, an toàn. Có thể điều phối viên VTS sẽ yêu cầu tàu neo đậu ở khu neo Hòn Dấu để chờ đợi luồng bảo đảm phù hợp.

2.1.2. Tàu

Nghiên cứu này thực hiện chọn mẫu tàu nghiên cứu là tàu dầu DKC 02 (Số IMO 9906996) trao cờ Việt Nam chuyên chở dầu thành phẩm, thuộc đối tượng yêu cầu phải lắp đặt hệ thống tự động nhận dạng (Automatic Identification System - AIS). Theo đó, các thông số kỹ thuật (động và tĩnh của tàu) và thông tin chuyển hành trình được truyền phát đến các trạm bờ và tàu xung quanh theo thời gian thực. Dựa trên thông tin được truyền phát từ tàu thuyền tới Hệ thống VTS, các điều phối viên VTS có thể thực hiện công tác điều phối và giám sát hành trình tàu thuyền một cách tối ưu, nhằm cải thiện hiệu quả vận hành, tăng cường an toàn hàng hải và bảo vệ môi trường biển.

Hệ thống AIS đã được Hyangsook Lee và cộng sự triển khai như một phương pháp thu thập dữ liệu phục vụ nghiên cứu kiểm kê khí thải tại cảng biển Incheon vào năm 2020 đã chứng minh tính chính xác và độ tin cậy cao của nguồn thông tin này [5]. Trong nghiên cứu

này, dữ liệu từ hệ thống AIS trên tàu DKC 02 trong quá trình hành trình vào cảng Nhật Việt đã được ghi nhận với các thông số cụ thể như Bảng 2.

Trong nghiên cứu này, sự hỗ trợ của hệ thống VTS sẽ tập trung vào các vấn đề như sau:

- Tính toán thời gian hành trình của tàu DKC 02;
- Cung cấp dịch vụ hỗ trợ hàng hải (TOS) để hỗ trợ tàu DKC 02 hành trình an toàn giúp rút ngắn thời gian hành trình và giảm phương tiện hỗ trợ, điều tiết đẹp luồng.

2.2. Phương pháp ước tính khí thải

2.2.1. Đối với tàu

Phương pháp ước tính lượng khí thải phát thải từ tàu biển gồm hai phương pháp chính là phương pháp top-down (dữ liệu tiêu thụ nhiên liệu do chủ tàu/người khai thác báo cáo) và phương pháp bottom-up (dữ liệu về thông số kỹ thuật của tàu thuyền với dữ liệu hoạt động thu thập được từ hệ thống tự động nhận dạng (AIS) theo thời gian thực). Trong đó, phương pháp bottom-up có độ chính xác cao hơn [3]. Theo Cơ quan Bảo vệ Môi sinh Hoa Kỳ (EPA), công thức ước tính lượng khí thải được tính như sau:

$$E_{tàu} = P \times LF \times T \times EF \quad (1)$$

Trong đó:

$E_{tàu}$: Lượng khí thải từ tàu (g);

P : Công suất máy (kW);

T : Thời gian hoạt động (giờ);

EF : Hệ số phát thải (g/Wh);

LF : Hệ số tải trọng động cơ (%).

Bảng 3. Hệ số phát thải động cơ

Loại khí thải	Máy chính ở tốc độ chậm	Máy chính ở tốc độ trung bình	Máy phụ
NO _x	14,4	10,5	12,2
PM ₁₀	0,38	0,38	0,38
PM _{2,5}	0,35	0,35	0,35
HC	0,6	0,5	0,4
CO	1,4	1,1	1,1
CO ₂	589	649	686
SO _x	1,9	2,1	2,3
N ₂ O	0,029	0,029	0,029

+ Đối với máy chính thì:

$$LF = (\text{Tốc độ thực tế} / \text{Tốc độ tối đa})^3 \quad (2)$$

+ Đối với máy phụ thì xác định như sau: $LF=0,24$ khi tàu chạy biển (cruising); $LF=0,28$ khi tàu hành trình tốc độ hạn chế (RSZ); $LF=0,33$ khi tàu điều động (manuevering) $LF=0,26$ khi tàu neo đậu (hotelling) [5].

Hệ số phát thải của máy chính, máy phụ sử dụng nhiên liệu lưu huỳnh thấp MDO 0,5%S được xác định như Bảng 3.

2.2.2. Đối với phương tiện hỗ trợ đẹp luồng

Khu vực cảng Hải Phòng sử dụng 02 ca nô đẹp luồng PA06 có công suất 205CV và PA08 công suất máy 100CV để dẫn đường, đẹp luồng để kịp thời phát hiện các nguy cơ về đâm va để cảnh báo cho tàu thuyền phù hợp. EPA hướng dẫn ước tính lượng khí thải từ hoạt động của các phương tiện thủy nội địa theo công thức sau:

$$E_{canô} = EF \times kW \times LF \times T \times CF \quad (3)$$

Trong đó:

$E_{canô}$: Lượng khí thải từ ca nô điều tiết (g);

kW : 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 : Hệ số phát thải phụ thuộc vào nhóm công suất động cơ và tuổi phương tiện (g/Wh) theo EPA: NO_x (10,0), PM₁₀ (1,20), PM_{2,5} (1,16), HC (0,3), CO (1,7), SO₂ (3,9), CO₂ (690), N₂O (0,02).

$CF=1$ là hệ số hiệu chỉnh nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh rất thấp.

3. Kết quả và thảo luận

Bảng 4 là kết quả lượng khí thải của tàu DKC 02 và 02 cano hỗ trợ đẹp luồng khi không có điều phối của VTS, với tổng lượng khí thải là 1745,643kg, trong đó lượng khí thải CO₂ là 1673,022kg.

Bảng 4. Lượng khí thải khi không có VTS điều phối cho tàu DKC 02 hành trình

Loại khí thải	Tàu	Cano	Tổng
NO _x	28,078	0,471	28,549
PM ₁₀	0,961	0,057	1,017
PM _{2,5}	0,885	0,055	0,939
HC	1,176	0,014	1,190
CO	2,783	0,080	2,863
CO ₂	1672,839	0,184	1673,022
SO _x	5,484	32,504	37,988
N ₂ O	0,073	0,001	0,074
Tổng	1712,278	33,365	1745,643

Bảng 5 thể hiện các vị trí chuyển hướng của tàu DKC 02 khi có sự điều phối của VTS.

Bảng 5. Vị trí tàu DKC 02 di chuyển theo điều phối của VTS Hải Phòng

Vị trí tàu di chuyển					Hướng chạy tàu	
Vĩ độ			Kinh độ			
20	39,200	N	106	52,000	E	085,0
20	40,000	N	107	0,750	E	324,1
20	47,200	N	106	55,200	E	327,3
20	48,300	N	106	54,450	E	329,4
20	48,730	N	106	54,180	E	316,8
20	49,000	N	106	53,910	E	292,6
20	49,180	N	106	53,450	E	262,5
20	48,830	N	106	50,610	E	298,6
20	49,040	N	106	50,200	E	318,2
20	49,670	N	106	49,600	E	298,0
20	49,810	N	106	49,320	E	316,8
20	49,880	N	106	49,250	E	269,7
20	49,870	N	106	47,480	E	298,9
20	50,000	N	106	47,230	E	303,6
20	50,730	N	106	46,060	E	294,5
20	50,850	N	106	45,780	E	305,1
20	51,980	N	106	44,070	E	255,1
20	51,845	N	106	43,530	E	313,4
20	52,450	N	106	42,850	E	294,9
20	52,620	N	106	42,460	E	270,0
20	52,620	N	106	42,220	E	237,6
20	52,250	N	106	41,600	E	249,1
20	52,060	N	106	41,070	E	303,5
20	54,315	N	106	37,450	E	196,2
20	53,410	N	106	37,170	E	180,0
20	53,170	N	106	37,170	E	147,4
20	52,920	N	106	37,340	E	106,3
20	52,810	N	106	37,740	E	089,4
20	52,825	N	106	39,400	E	112,4
20	52,600	N	106	39,980	E	129,1
20	52,470	N	106	40,150	E	131,4
20	52,180	N	106	40,500	E	126,9
20	52,060	N	106	40,670	E	126,9

Bảng 6 thể hiện kết quả tính toán lượng khí thải từ tàu biển từ khu neo Hòn Dấu đến cảng Việt Nhật có sự điều phối của VTS. Theo đó, lượng khí thải tổng thể của tàu DKC 02 là 1471,144kg, trong đó đáng chú ý là lượng phát thải CO₂=1437,455kg. 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%. Với kết quả này là minh chứng chỉ ra vai trò của hệ thống VTS đặc biệt

quan trọng không chỉ tính toán thời gian phù hợp cho tàu hành trình kịp thời vào cảng mà còn hỗ trợ điều tiết luồng giao thông phù hợp đảm bảo an toàn, giảm thiểu thời gian chờ đợi luồng, giảm thời gian hành trình, giảm phương tiện túc trực dẹp luồng qua đó giảm được lượng khí thải đáng kể. Nếu như tàu phải neo chờ ở khu neo Hòn Dấu để chờ luồng vào cảng thì sẽ phát sinh thêm khí thải từ máy phụ để duy trì hoạt động và sinh hoạt của thuyền viên.

Bảng 6. Lượng khí thải từ tàu biển khi có VTS điều phối

Khí thải	Máy chính	Máy phụ	Tổng	% giảm
NO _x	17,290	6,602	23,891	16,3
PM ₁₀	0,625	0,206	0,830	18,4
PM _{2.5}	0,575	0,189	0,765	18,6
HC	0,823	0,216	1,039	12,7
CO	1,810	0,595	2,406	16,0
CO ₂	1066,243	371,212	1437,455	14,1
SO _x	3,450	1,245	4,695	87,6
N ₂ O	0,048	0,016	0,063	15,2
Tổng	1090,864	380,280	1471,144	15,7

Điều phối viên VTS có thể tập trung và tăng cường điều phối tại khu vực có nguy cơ va chạm cao, hướng dẫn tàu thuyền hành trình 1 chiều và giữ khoảng cách an toàn tối thiểu đối với tàu DKC 02 nên sẽ không cần đến cano dẹp luồng. Rõ ràng, vai trò của VTS là rất quan trọng trong việc giảm thiểu phương tiện điều phối ở các điểm nóng giao thông của luồng hàng hải Hải Phòng.

Dựa trên các kết quả trên đây, có thể thấy rõ vai trò quan trọng của Hệ thống Điều phối Giao thông Hàng hải (VTS) trong việc giảm thiểu khí thải từ hoạt động của tàu thuyền. Ngoài việc nâng cao hiệu quả khai thác cho các hành trình tàu thuyền, VTS còn đóng góp đáng kể trong việc đảm bảo an toàn giao thông tại các khu vực có mật độ tàu thuyền cao hoặc đang diễn ra các hoạt động thi công ảnh hưởng đến giao thông hàng hải, chẳng hạn như nạo vét, xây dựng cầu, cảng, hoặc lắp đặt cáp ngầm. Trường hợp tàu DKC 02 vận chuyển xăng dầu vào cảng Việt Nhật đã minh chứng rõ ràng cho các lợi ích sau của VTS:

Một là giảm khí thải: VTS đã giúp cắt giảm khoảng 15,7% lượng khí thải phát sinh bằng cách điều phối tàu đến và hành trình trên luồng phù hợp. Đây là một đóng góp quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả hàng hải và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Hai là hỗ trợ điều phối giao thông: VTS hỗ trợ điều phối phân luồng giao thông một chiều trên luồng đoạn

qua kênh Hà Nam, từ đó giảm nhu cầu sử dụng ca nô điều tiết. Điều này không chỉ khắc phục vấn đề thiếu vị trí neo đậu mà còn tiết kiệm chi phí nhiên liệu và nhân công.

Ba là tối ưu thời gian cập cảng: Hệ thống giúp tính toán chính xác thời gian tàu cập cảng, từ đó điều phối giao thông hợp lý, tránh các trường hợp tàu phải quay ra khu neo Hòn Dấu khi không kịp hành trình vào cảng, giảm thời gian neo chờ và lượng khí thải phát sinh.

Bốn là cung cấp thông tin hàng hải chính xác: Dựa trên dữ liệu từ AIS, VTS cung cấp thông tin về vận tốc tàu, có xét đến dòng chảy, cũng như thông tin khí tượng thủy văn. Điều này hỗ trợ tàu cất giảm thời gian hành trình và nhiên liệu tiêu thụ. Tuy nhiên, do thông tin khí tượng thủy văn từ các Đài khu vực chỉ mang tính đại diện, cần trang bị các trạm khí tượng thủy văn chuyên dụng tại những cụm cảng lớn. Việc này sẽ giúp cải thiện độ chính xác của thông tin khí tượng thủy văn theo thời gian thực, nâng cao hiệu quả điều phối của VTS.

4. Kết luận

Tổ chức giao thông hàng hải nâng cao an toàn, tối ưu hóa hiệu quả hoạt động khu vực cảng. Việc giám sát chặt chẽ các tàu chờ dầu giúp ngăn ngừa và giảm thiểu các sự cố tràn dầu, hạn chế tới mức thấp nhất các thiệt hại về môi trường. Đặc biệt, hệ thống VTS có thể tối ưu hóa lịch trình của các tàu bằng cách sử dụng dữ liệu giao thông theo thời gian thực, giảm lượng tiêu hao nhiên liệu và giảm phát thải khí thải. Nghiên cứu này đánh giá lợi ích của hệ thống VTS Hải Phòng về giảm phát thải từ tàu DKC 02 vận chuyển xăng dầu hành trình từ phao số “0” vào cảng Việt Nhật. Kết quả chỉ ra rằng, hệ thống VTS có thể rút ngắn thời gian hành trình, thời gian đợi luồng, đồng thời giảm phương tiện điều tiết giao thông, dẹp luồng tại một số điểm nóng giao thông làm giảm thiểu đáng kể lượng khí thải phát thải từ các hoạt động của tàu thuyền (giảm khoảng 15,7%). Kết quả của nghiên cứu là cơ sở quan trọng góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, giảm phát thải theo Chương trình hành động về chuyển đổi năng lượng xanh, giảm phát thải khí các bon và khí mê tan của ngành giao thông vận tải cũng như thực hiện cam kết của Chính phủ Việt Nam tại COP26 là minh chứng rõ ràng cho việc thực hiện lộ trình hướng tới giảm phát thải ròng về “0” từ nay cho tới 2030 và tầm nhìn chiến lược đến năm 2050.

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.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lee H, Park D, Choo S, Pham HT (2020), *Estimation of the Non-Greenhouse Gas Emissions Inventory from Ships in the Port of Incheon, Sustainability*, Vol. 12. <https://doi.org/10.3390/su12198231>
- [2] International Maritime Organization (2020), *Fourth Greenhouse Gas Study 2020*, London, 2020. <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx>
- [3] Yongbum Kwon, Hyoji Lim, Yongseok Lim and Heekwan Lee (2019), *Implication of activity-based vessel emission to improve regional air inventory in a port area*, *Atmospheric Environment*, Vol.203, pp.262-270.
- [4] Cục Hàng hải Việt Nam (2024). *Dữ liệu thống kê hàng năm sản lượng hàng hóa qua cảng biển*. <https://www.vinamarine.gov.vn/vi/thong-ke>
- [5] U.S. Environmental Protection Agency (2009), *Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-Related Emission Inventories Final Report*, Virginia.
- [6] C. Pierre, P. Francesco, and N. Theo (2019), *Towards low carbon global supply chains: A multi-trade analysis of CO₂ emission reductions in container shipping*, *Int. J. Prod. Econ.*, Vol.208, No. September 2018, pp.17-28.
- [7] P. Balcombe et al (2019), *How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies*, *Energy Convers. Manag.*, Vol.182, No. December 2018, pp.72-88,
- [8] J. Huang and X. Duan (2023), *A comprehensive review of emission reduction technologies for marine transportation*, *J. Renew. Sustain. Energy*, Vol.15, No.3.
- [9] M. J. Burke and J. C. Stephens (2018), *Political power and renewable energy futures: A critical review*, *Energy Res. Soc. Sci.*, Vol.35, No.November, pp.78-93.

Ngày nhận bài:	02/12/2024
Ngày nhận bản sửa:	15/12/2024
Ngày duyệt đăng:	19/12/2024