

TÍNH LƯỢNG KHÍ THẢI TỪ ĐỘI TÀU VẬN TẢI BIỂN VIỆT NAM CALCULATING THE VOLUME OF EMISSIONS FROM VIETNAMESE SHIPPING FLEET

PHAN VĂN HÙNG^{1*}, NGUYỄN MINH ĐỨC²

¹Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

²Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

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

Tóm tắt

Vận tải biển với những ưu thế vượt trội về khối lượng và quãng đường vận chuyển đã và đang đóng vai trò quan trọng của nền kinh tế toàn cầu. Với hơn 90.000 tàu thương mại, có tổng trọng tải 1,86 tỷ DWT, vận chuyển hơn 80% khối lượng hàng hóa thương mại toàn cầu. Cùng với sự phát triển kinh tế đất nước, ngành hàng hải cũng đang có sự chuyển biến mạnh mẽ, phát triển đội tàu vận tải biển với 1.276 tàu, tổng trọng tải đạt 8,716 triệu DWT. Hoạt động hàng hải cũng phát thải khí độc hại gây ra các tác động tiêu cực đến môi trường và khí hậu toàn cầu. Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO) đã thực hiện nhiều nỗ lực để nhằm xây dựng khung pháp lý và kỹ thuật trong việc kiểm soát và giảm thiểu phát thải khí độc hại từ tàu biển như Phụ lục VI MARPOL 73/78, các hướng dẫn xây dựng khung pháp lý. Hơn nữa, Việt Nam đã cam kết thực hiện thỏa thuận Paris (COP24). Vì vậy, tính toán lượng khí thải độc hại từ tàu biển Việt Nam đang là đòi hỏi cấp thiết. Trong bài viết này, phương pháp tính sẽ được phân tích và lựa chọn để tính lượng khí thải từ tàu biển Việt Nam. Kết quả tính toán cho thấy, trong năm 2019 đội tàu vận tải biển Việt Nam đã phát thải 4,03 ngàn tấn CO₂, 66,27 tấn NO_x, 34,47 ngàn tấn SO_x, 5,29 ngàn tấn PM. Kết quả này là nền tảng để nghiên cứu, xây dựng lộ trình quốc gia và kế hoạch hành động để kiểm soát khí thải từ đội tàu biển Việt Nam.

Từ khóa: Khí thải độc hại, đội tàu vận tải biển Việt Nam, CO₂, NO_x, SO_x.

Abstract

Shipping with outstanding advantages in volume and distance is playing an important role in the global economy. With more than 90,000 commercial ships, with a total tonnage of 1.86 billion DWT, transport more than 80% of global commercial cargo. Along with the economic

development of the country, the maritime industry is also undergoing strong changes, developing a fleet of shipping ships with 1,276 ships, total tonnage of 8,716 million DWT. Marine activities also emit emissions, causing negative impacts on the global environment and climate-change. The International Maritime Organization (IMO) has made many efforts to develop a legal and technical framework for controlling and reducing emissions from ships such as Annex VI MARPOL, Guidelines for building legal framework. Furthermore, Vietnam has committed to implementing the Paris Agreement (COP24). Therefore, calculating emissions from Vietnamese ships is an urgent requirement. In this article, the calculation method will be analyzed and selected to calculate the emissions from Vietnamese ships. Calculation results show that, in 2019, Vietnam's shipping fleet has emitted 4.03 thousand tons of CO₂, 66.27 tons of NO_x, 34.47 tons of SO_x, 5.29 thousand tons of PM. This result is the foundation for researching and building a national strategy and a national action plan to control emissions from Vietnam's shipping fleet.

Keywords: Ship emissions, Vietnam's Shipping fleet, CO₂, NO_x, SO_x.

1. Đặt vấn đề

Vận chuyển hàng hóa bằng đường biển là một trong những hoạt động quan trọng của nền kinh tế toàn cầu, với các ưu thế vượt trội về khối lượng và quãng đường vận chuyển. Theo thống kê (UNCTAD, 2017), với hơn 90.000 tàu thương mại, có tổng trọng tải 1,86 tỷ DWT, vận tải biển là phương thức vận chuyển hơn 80% khối lượng hàng hóa thương mại thế giới hàng năm.

Cùng với quá trình đó, hoạt động hàng hải cũng phát thải khí nhà kính và các loại khí thải độc hại khác, gây ra các tác động tiêu cực đến môi trường và khí hậu toàn cầu. Theo các nghiên cứu về phát thải khí nhà kính năm 2014, vận tải hàng hải thải ra khoảng 1 tỷ

tán CO₂ mỗi năm, chiếm 3% lượng khí thải nhà kính toàn cầu từ quá trình đốt cháy nhiên liệu và dự báo, đến năm 2050, lượng phát thải khí nhà kính từ hoạt động hàng hải có thể tăng từ 50% đến 250%. Ngoài ra, hoạt động hàng hải cũng gây ra 12% lượng thải khí oxit lưu huỳnh (SO_x) và khoảng 13% lượng thải khí nitơ oxit (NO_x) trên phạm vi toàn cầu [1, 2].

Đối phó với các tác động tiêu cực do khí thải từ hoạt động hàng hải, IMO đã thực hiện nhiều nỗ lực nhằm xây dựng khung pháp lý và kỹ thuật trong việc kiểm soát và giảm thiểu phát thải khí thải từ tàu biển, cụ thể là:

- Thông qua Phụ lục VI Công ước quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm từ tàu (MARPOL) cùng các sửa đổi (có hiệu lực từ ngày 01/01/2013) thiết lập các giới hạn đối với khí thải NO_x, sử dụng nhiên liệu lưu huỳnh thấp (giảm phát thải SO_x), và yêu cầu thực hiện các biện pháp kỹ thuật và vận hành bắt buộc đối với tất cả các tàu từ 400 GT trở lên để tăng cường hiệu quả năng lượng.

- Thông qua Nghị quyết MEPC.304 (72) năm 2018 về Chiến lược IMO ban đầu cho việc giảm phát thải khí nhà kính GHG từ tàu, với mục tiêu giảm tổng phát thải GHG hàng năm ít nhất 50% vào năm 2050 so với năm 2008 [2].

Trong những năm qua, cùng với sự phát triển kinh tế đất nước, ngành hàng hải Việt Nam đang có sự hồi phục mạnh mẽ, với đội tàu biển Việt Nam hiện có 1.276 tàu và trên 8,716 triệu DWT tải trọng. Với vai trò và trách nhiệm ngày càng tăng với cộng đồng quốc tế, Việt Nam đang từng bước tham gia và hiện thực hóa các cam kết chung về giảm thiểu phát thải khí thải từ hoạt động hàng hải [3, 5].

Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định phê duyệt kế hoạch thực hiện các Phụ lục III, IV, V, VI Công ước MARPOL 73/78, trong đó nêu rõ các nhiệm vụ rà soát hệ thống luật quốc gia, đánh giá hiện trạng ô nhiễm do hoạt động hàng hải, nghiên cứu các biện pháp kiểm soát, giảm phát thải từ tàu, nâng cao năng lực thực thi, cùng các nhiệm vụ khác tiến tới áp dụng đầy đủ các Phụ lục Công ước MARPOL 73/78.

Sau khi ký kết Thỏa thuận Paris, theo đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC), Việt Nam đã cam kết mục tiêu đến 2030 sẽ giảm 9% tổng lượng phát thải GHG so với kịch bản phát triển thông thường (BAU) bằng nguồn lực trong nước. Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu tại Quyết định số 2053/QĐ-TTg ngày 28/10/2016.

Bộ Giao thông vận tải đã ban hành Kế hoạch hành

động ứng phó với biến đổi khí hậu và tăng trưởng xanh giai đoạn 2016-2020 tại Quyết định số 1456/QĐ-BGTVT ngày 11/5/2016, trong đó xác định mục tiêu phát triển giao thông vận tải theo hướng bền vững, thân thiện với môi trường, giảm phát thải khí nhà kính, kiểm kê phát thải khí nhà kính từ các hoạt động giao thông vận tải.

Vì vậy, tính toán hiện trạng phát thải khí thải từ hoạt động của đội tàu vận tải biển Việt Nam là yêu cầu cấp thiết hiện nay. Chỉ khi có dữ liệu về lượng phát thải của đội tàu biển Việt Nam làm cơ sở thì chúng ta mới có thể xây dựng chiến lược quốc gia về giảm phát thải khí thải từ hoạt động của đội tàu biển Việt Nam. Hiện nay, có nhiều phương pháp tính lượng khí thải từ tàu biển. Vì vậy, trong bài viết này tác giả sẽ đi phân tích các phương pháp tính và lựa chọn phương pháp phù hợp để tính lượng khí thải tàu biển Việt Nam.

2. Các phương pháp tính

Khí thải tàu biển có thể được tách ra thành khí thải tàu biển trên vùng biển quốc tế, vùng biển thuộc chủ quyền quốc gia ven biển và khi tàu trong cảng biển. Các phương pháp luận khác nhau sau đây để ước tính lượng khí thải từ tàu biển đã được đánh giá bởi Gommers và cộng sự (2007) [4]:

Phương pháp MEET: Dự án châu Âu về Phương pháp luận để ước tính phát thải chất ô nhiễm không khí từ giao thông vận tải (MEET) mô tả một phương pháp tính toán lượng phát thải từ tàu biển, trong số các phương pháp luận cho các phương thức vận tải khác (MEET, 1999).

Phương pháp ENTEC: ENTEC UK Limited đã thực hiện một nghiên cứu thay mặt cho Ủy ban châu Âu, để định lượng trong số những thứ khác mà tàu phát thải khí SO₂, NO_x, CO₂ và hydrocarbon, trong năm 2000, ở Biển Bắc, Biển Ailen, Kênh Anh Quốc, Biển Baltic và Địa Trung Hải. Đối với chất ô nhiễm dạng hạt PM, họ mới chỉ định lượng lượng phát thải trong cảng (điều động, bốc dỡ và gia nhiệt).

Phương pháp EMS: Dự án ‘Đăng ký và giám sát khí thải trong vận chuyển’ (EMS) (Emissieregistratie en Monitoring Scheepvaart) được thực hiện bởi dịch vụ cố vấn Hà Lan về giao thông và vận tải (DVS) (trước đây gọi là Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) (đơn vị thực hiện chính), bởi Lệnh của Tổng cục vận tải hàng hóa. Mục đích của dự án là lập bản đồ các lượng khí thải khác nhau từ các tàu biển khi vận chuyển nội địa cho Hà Lan.

Phương pháp TREMOVE: Transport & Mobility Leuven đã đưa vận chuyển hàng hải vào mô hình vận tải TREMOVE của họ. Mô hình tính toán lượng

khí thải từ tàu biển với phương pháp luận do ENTEC thiết lập.

Phương pháp TRENDS: là phương pháp vận chuyển và hệ thống cơ sở dữ liệu môi trường. Các tác giả của TRENDS đã thiết lập một phương pháp luận để xác định lượng khí thải từ bốn phương thức vận tải quan trọng nhất (vận tải đường bộ, đường sắt, vận tải biển, hàng không). Mô-đun trong nghiên cứu Tiêu thụ năng lượng và phát thải chất ô nhiễm không khí từ vận tải Đường sắt và Hàng hải dựa trên TRENDS. Trong ARTEMIS, việc tính toán lượng khí thải từ tàu biển dựa trên phương pháp luận TRENDS.

Với dữ liệu về năm thành phần khác nhau của đội tàu được thu thập, có thể tính toán hoặc ước tính mức tiêu thụ nhiên liệu và lượng khí thải của tàu, tùy thuộc vào tính sẵn có và chất lượng của dữ liệu. Việc này được khuyến nghị thực hiện cho từng thành phần trong số năm thành phần khác nhau của đội tàu, vì điều này sẽ giúp xác định thành phần nào phù hợp với quốc gia về mức tiêu thụ nhiên liệu và khí thải.

Tuy nhiên, các phương pháp được nhiều chuyên gia và quốc gia ven biển đánh giá cao và áp dụng là ba phương pháp (Bảng 1) do IMO đề xuất để tính toán/ước tính mức tiêu thụ nhiên liệu và khí thải của tàu [1, 2]. Các phương pháp này có mức độ phức tạp, độ tin cậy và khả năng phân tách lượng khí thải khác nhau và phân bổ chúng cho các lĩnh vực khác nhau của đội tàu.

Phương pháp A, (Top-down) từ trên xuống - dữ liệu/thống kê bán nhiên liệu hàng hải.

Phương pháp B (Bottom-up 1), từ dưới lên 1 - dữ liệu do chủ tàu/người khai thác báo cáo.

Phương pháp C (Bottom-up 2), từ dưới lên 2 - dữ liệu về hoạt động vận chuyển và các mô hình tiêu thụ năng lượng. Với các ưu điểm vượt trội và phù hợp với

cơ sở dữ liệu hạn chế tại Việt Nam, phương pháp C từ dưới lên được lựa chọn để tính lượng khí thải từ hoạt động của đội tàu biển Việt Nam trong nghiên cứu này (Bảng 1).

Khảo sát đội tàu biển Việt Nam, gần như chưa có động thái nào về việc thu thập báo cáo lượng tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trước 2019. Yêu cầu của IMO cho công tác này bắt đầu từ ngày 01/01/2019, do vậy đa số các chủ tàu còn chưa thực sự quan tâm. Ngoài ra, đa số các chủ tàu đều có xu hướng chọn phương pháp báo cáo tiêu thụ nhiên liệu thủ công bằng phiếu biên nhận, lý do vì chi phí thấp không tốn kém trong việc nhập khẩu các thiết bị đo từ nước ngoài. Trong nghiên cứu này, dữ liệu được thu thập được trong năm 2019 dựa trên báo cáo từ các chủ tàu.

3. Tính lượng khí thải từ đội tàu biển Việt Nam

Theo phương pháp C, các yếu tố phát thải được tính toán dựa trên các nghiên cứu của IMO (2009 và 2014), cho phép ước tính lượng khí thải từ lượng tiêu hao nhiên liệu (HFO MDO) với hàm lượng các thành phần trong từng loại nhiên liệu, kết hợp với hệ số phát thải được điều chỉnh theo công suất máy. Phương pháp được tiến hành theo các bước sau:

Bước 1: Xác định các yếu tố phát thải cơ sở, công thức tính

Các yếu tố, thành phần khí thải được tính đến bao gồm:

- CO_x (Cacbon Ôxít);
- NO_x (Nitơ Ôxít);
- SO_x (Lưu huỳnh Ôxít);
- PM (Bụi mịn);
- CO (Carbon monoxide);
- CH₄ (Mêtan);
- N₂O (Dinitơ monoxit);

Bảng 1. So sánh phương pháp tính toán lượng khí thải tàu biển và dự báo phát thải

Thành phần đội tàu	Khả năng tính toán		
	Phương pháp A	Phương pháp B	Phương pháp C
1. Đội tàu đăng ký mang cờ quốc tịch	Không	Không	Có
2. Đội tàu nội địa	Có	Có (nếu hoạt động thì cũng được báo cáo)	Có
3. Đội tàu dịch vụ quốc gia phục vụ vận tải quốc tế	Có (độ chính xác thấp)	Có (nếu hoạt động thì cũng được báo cáo)	Có
4. Đội tàu đi qua lãnh hải quốc gia	Không	Không	Có
5. Đội tàu thuộc sở hữu quốc gia	Không	Không	Có

Nguồn: [IMO GHG, 2014]

• NMVOC (các hợp chất dễ bay hơi không metan - non-methane volatile organic compounds).

Công thức tính và cách tính hệ số các yếu tố phát thải trong nghiên cứu này được tham khảo từ IMO GHG [1,2] phương pháp “C” như sau:

$$CO_2 \text{ g/kWh} = 3.114 \text{ g } CO_2/\text{g nhiên liệu} \times SFOC \text{ hệ số phát thải} \quad (1)$$

Tổng lượng phát thải khí thải CO₂ từ tàu biển được tính toán dựa trên lượng tiêu hao nhiên liệu và hệ số đốt cháy nhiên liệu cơ bản theo IMO (GHG lần thứ 3, 2014): FO là 3.11400g/g nhiên liệu và DO là 3.20600g/g nhiên liệu.

NO_x

- Tiêu chuẩn NO_x IMO Tier 1: n (rpm) trong khoảng:

$$n < 130: NO_x \text{ g/kWh} = 17,0$$

$$n = 130 - 1999: NO_x \text{ g/kWh} = 45 \times n^{(-0.20)}$$

$$n \geq 2000: NO_x \text{ g/kWh} = 9,8$$

- Tiêu chuẩn NO_x IMO Tier 2 n (rpm) trong khoảng:

$$n < 130: NO_x \text{ g/kWh} = 14,4$$

$$n = 130 - 1999: NO_x \text{ g/kWh} = 45 \times n^{(-0.23)}$$

$$n \geq 2000: NO_x \text{ g/kWh} = 7,7$$

$$SO_x \text{ g/kWh} = SFOC \text{ g nhiên liệu/kWh} \times 2 \times 0,97753 \times \% \text{ lưu huỳnh} \quad (2)$$

Trong đó 0,97753 là hệ số nhiên liệu có lưu huỳnh chuyển đổi SO_x và 2 là tỉ lệ của trọng số SO_x và S.

PM

- Đối với nhiên liệu HFO:

$$PM \text{ g/kWh} = 1,35 + SFOC \text{ g nhiên liệu/kWh} \times 7 \times 0,02247 \times (\text{hệ số } S - 0,0246) \quad (3)$$

- Đối với nhiên liệu MDO/MGO:

$$PM \text{ g/kWh} = 0,23 + SFOC \text{ g nhiên liệu/kWh} \times 7 \times 0,02247 \times (\text{hệ số } S - 0,024) \quad (4)$$

$$CH_4 \text{ g/kWh} = NMVOC \text{ EF g/kWh} \times 0,02 \quad (5)$$

$$N_2O \text{ g/kWh} = 0,16 \times SFOC \text{ g nhiên liệu/kWh}/1000 \quad (6)$$

Bước 2: Quy đổi các hệ số

Chuyển đổi năng lượng - yếu tố phát thải cơ sở (g chất ô nhiễm/kWh) sang nhiên liệu - yếu tố phát thải EF (g chất ô nhiễm/ g nhiên liệu tiêu thụ) [2] sử dụng công thức sau:

$$EF_{cs} = \frac{EF_{cs} \text{ (g chất ô nhiễm/kWh)}}{SFOC_{cs} \text{ (g nhiên liệu/kWh)}} \quad (7)$$

Trong đó: EF_{cs} là trích dẫn yếu tố phát thải,

SFOC_{cs} là SFOC kết hợp với trích dẫn yếu tố phát thải.

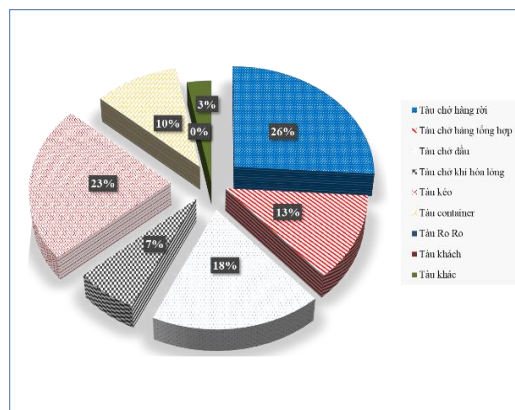
Bước 3: Sử dụng FCFs để áp dụng tính

$$EF_{tt} = EF_{CS} \times FCF \quad (8)$$

Trong đó: EF_{tt} tính theo g chất ô nhiễm/g nhiên liệu.

Bước 4: Xác định hệ số quy đổi của các yếu tố

Trong nghiên cứu này, căn cứ số liệu tiêu hao nhiên liệu và đặc trưng kỹ thuật của tàu biển được cung cấp từ Cục Đăng kiểm Việt Nam (Bảng 2), các hệ số cơ sở của các yếu tố phát thải được tham khảo theo IMO GHG lần 3, 2014 (Bảng 3) [5, 6] và phương pháp tính nêu trên, ta tính tổng lượng khí thải CO₂ đội tàu biển Việt Nam chạy tuyến quốc tế phát thải năm 2019 là 2.660,364 tấn.



Hình 1. Phát thải CO₂ từ tàu biển chạy tuyến quốc tế năm 2019

Bảng 2. Số liệu thống kê lượng tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển Việt Nam năm 2019

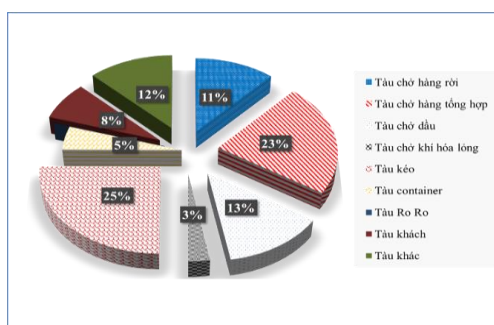
TT	Danh mục tàu biển	Dung tích (1000GT)	Tổng trọng tải (tấn)	Công suất máy (CV)		Lượng tiêu thụ nhiên liệu trong năm (tấn)	
				Máy chính	Máy phụ	DO	FO
A	Tàu biển chạy tuyến quốc tế	3362600,4	5185770,7	2369810,6	584989,8	229926,8	617423,0
B	Tàu biển chạy tuyến nội địa	473824,0	829532,5	688852,6	96447,4	214344,9	38188,7
	Tổng	3836424,4	6015303,2	3058663,2	681437,2	214344,9	38188,7

Nguồn: Cục Đăng kiểm Việt Nam, 2020 [5]

Trong đó tàu chở hàng rời chiếm 26% tổng lượng khí thải từ hoạt động của đội tàu vận tải biển Việt Nam (Hình 1), theo sau đó là lượng khí thải từ tàu kéo chiếm 23% tổng lượng khí thải CO₂ phát thải từ hoạt động của tàu biển Việt Nam. Nhóm tàu chở dầu và tàu Container là những nhóm tàu đang được định hướng phát triển trong giai đoạn hiện nay cũng đóng góp lượng khí thải không nhỏ, lần lượt là 18% và 10% lượng CO₂ phát thải từ tàu biển Việt Nam. Đối với tàu biển chạy tuyến nội địa phát thải lượng CO₂ trong năm 2019 là 1.368,378 tấn.

Bảng 3. Xác định hệ số quy đổi các yếu tố

Hệ số quy đổi EF	HFO kg/tấn NL	MDO/MGO kg /tấn NL	Tham khảo
CO ₂	3,114	3,206	IMO, GHG 2014
NO _x	78,46 (SSD) 52,09 (MSD)	-	IMO, GHG 2014
SO _x	52,77 (SSD) 52,79 (MSD)	9,76 (MDO 0,5%) 2,64 (MDO 0,15%)	Mass balance
PM	7,28 (SSD) 6,65 (MSD)	1,82 (MDO 0,5%) 1,24 (MDO 0,1%)	EPA, 2007
CO	2,77 (SSD) 2,51 (MSD)	-	EPA, 2007
CH ₄	0,06 (SSD) 0,05 (MSD)	-	IVL, 2004
N ₂ O	0,16 (SSD) 0,16 (MSD)	-	EPA, 2014
NMVOG	3,08 (SSD) 2,33 (MSD)	-	ENTEC, 2002



Hình 2. Tỷ lệ phát thải CO₂ theo loại tàu biển Việt Nam năm 2019

Tổng lượng khí thải CO₂ của đội tàu biển đăng ký mang cờ quốc tịch Việt Nam năm 2019 là 4.028,742 tấn. Hình 2 thể hiện tỉ lệ phát thải CO₂ giữa các loại tàu trong năm 2019. Trong đó, tàu chở hàng tổng hợp phát thải CO₂ lớn nhất, 1.141,830 tấn chiếm 25% tổng lượng phát thải CO₂ của đội tàu. Xếp thứ hai là tàu container phát thải 983,311 tấn CO₂ trong năm 2019.

4. Kết luận

Để thực hiện các cam kết của Chính phủ trong Thỏa thuận Paris (COP24) và nghĩa vụ quốc gia thành viên của Phụ lục VI, Công ước MARPOL về ô nhiễm khí thải từ tàu biển, Việt Nam cần xây dựng chiến lược quốc gia về giảm thiểu phát thải khí thải quốc gia nói chung và giảm phát thải khí thải từ hoạt động của tàu biển nói riêng. Với lượng khí thải phát thải từ tàu biển Việt Nam trong năm 2019 là hơn 4,03 ngàn tấn CO₂, hơn 66,267 tấn NO_x, hơn 34,472 tấn SO_x,... Kết quả này được kỳ vọng là cơ sở quan trọng để các nhà hoạch định chính sách, các nhà nghiên cứu, phát triển các chính sách, chiến lược giảm phát thải từ tàu biển nói riêng và giảm phát thải khí nhà kính nói chung để đảm bảo cam kết của Chính phủ và nghĩa vụ quốc gia được thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO). *Second IMO GHG Study 2009*. London, 2015.
- [2] Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO). *Third IMO GHG Study 2014*. London, 2015.
- [3] NM. Cuong and PV. Hung. *An analysis of available solutions for commercial vessels to comply with IMO strategy on low sulphur*. Journal of International Maritime Safety, Environmental Affairs, and Shipping, Vol.4:2, pp.40-47, 2020.
- [4] Gommers, A., Verbeeck, L., Van Cleemput, E., Schrooten, L., De Vlieger, I., (*Monitoring Programme on Air Pollution from Sea-Going Vessels- MOPSEA*). Research Financed by BELSPO, Brussels. 2007.
- [5] Cục Đăng kiểm Việt Nam (VR). *Báo cáo thống kê lượng tiêu thụ nhiên liệu tàu biển theo thông tư 48/2017/TT-BGTVT năm 2019*. 2020.
- [6] Cục Đăng kiểm Việt Nam (VR). *Dữ liệu tàu biển Việt Nam đến ngày 31/12/2020*. Truy cập website: <http://xm.vr.org.vn/TaubienVR/>

Ngày nhận bài: 16/01/2021
Ngày nhận bản sửa lần 01: 26/01/2021
Ngày nhận bản sửa lần 02: 22/02/2021
Ngày duyệt đăng: 08/3/2021