

SỬ DỤNG DỮ LIỆU NHẬN DẠNG TỰ ĐỘNG (AIS) ƯỚC TÍNH LƯỢNG KHÍ PHÁT THẢI CỦA TÀU THUYỀN HOẠT ĐỘNG TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

ĐỖ PHONG LƯU⁽¹⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

90% khối lượng vận tải hàng hoá trên thế giới được vận chuyển bằng đường hàng hải. Quá trình đốt cháy tạo năng lượng bên trong các động cơ diesel của tàu thuyền tạo ra một lượng chất ô nhiễm đáng kể, người ta ước tính rằng có khoảng 450 loại chất gây ô nhiễm khác nhau được sản sinh ra từ quá trình đốt cháy bên trong động cơ tàu thủy [1]. Những chất ô nhiễm này, có thể làm suy giảm tầng ôzôn, tăng cường hiệu ứng nhà kính, tạo ra mưa axit, gây hại cho sức khỏe của con người [2]. Merk (2014) báo cáo rằng lượng phát thải CO₂, NO_x, SO_x và PM₁₀ trong các cảng vận chuyển toàn cầu lần lượt là 18; 0,4; 0,2 và 0,03 triệu tấn trong năm 2011 và khoảng 85% lượng khí thải đến từ các tàu container và tàu chở dầu [1]. Trong nghiên cứu của Corbett (1999), các tàu thương mại quốc tế đóng góp 30% lượng NO_x toàn cầu và 9% SO_x [3]. Thông qua việc phân tích dữ liệu từ Hệ thống nhận dạng tự động của tàu (AIS), Deniz (2008) xác định rằng 17% lượng khí thải này là ở các eo biển của Thổ Nhĩ Kỳ, 30% là từ các tàu quá cảnh qua Biển Marmara, 48% là từ các tàu đậu tại các cảng ở Biển Marmara, và 5% là từ các tàu quá cảnh Biển Marmara [4].

Ở nước ta, đã có một số báo cáo trong năm 2019 của TS Hồ Quốc Bằng và cs. [5, 6], Vũ Hoàng Ngọc Khuê và cs. [7] nhằm xác định phát thải chất ô nhiễm do hoạt động vận tải đường thủy và hoạt động cảng biển thuộc Tp. HCM được tiến hành trong khuôn khổ Dự án "Phát triển bền vững cảng biển tại khu vực ASEAN" do Tổ chức Hợp tác Kỹ thuật Đức (viết tắt là GIZ) tài trợ. Các nghiên cứu này đã sử dụng mô hình tính toán từ Cơ quan Bảo vệ Môi trường Mỹ (US EPA - 2009) phân tích dữ liệu điều tra thực tế để ước tính phát thải tại một số cảng tiêu biểu ở Tp. HCM sau đó dựa trên quy mô vận hành của các cảng còn lại để suy ra tổng lượng phát thải của các chất gây ô nhiễm của hệ thống cảng tại Tp. HCM trong năm 2019 tương ứng lần lượt là 4121, 750, 2005 tấn NO_x, CO và SO₂. Nghiên cứu này được tiến hành cùng thời điểm với các báo cáo trên nhưng dựa trên một hướng tiếp cận khác đó là thông qua dữ liệu nhận dạng tự động tàu (AIS) thiết lập một cơ sở dữ liệu phát thải của toàn bộ hoạt động vận tải đường thủy ra vào khu vực Tp. HCM trong 6 tháng cuối năm 2019.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Cách tiếp cận

Việc thống kê phát thải của hoạt động vận tải đường thủy cho đến nay được tiếp cận theo 2 phương pháp Top-down hoặc Bottom-up [8]. Để tính toán lượng khí thải của tàu, cách tiếp cận Top-down chủ yếu tập trung thống kê, phân tích số liệu sử dụng nhiên liệu hàng hải quốc tế do Cơ quan Thông tin Năng lượng (EIA) cung cấp. Cách tiếp cận Bottom-up, được đề xuất bởi Jalkanen (2009) ước tính lượng khí phát

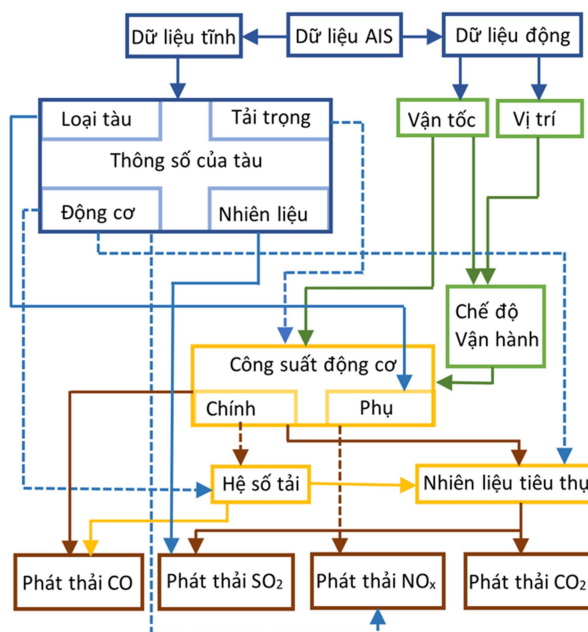
thải từ hoạt động của tàu dựa trên các thông tin được cung cấp bởi dữ liệu AIS [9]. Phương pháp này cho phép định danh, định vị tàu một cách chính xác, từ đó tính toán lượng phát thải NO_x , SO_x , CO_2 , CO cho mỗi đối tượng tàu ở biển Baltic. Đây là công trình đầu tiên sử dụng AIS để thiết lập một mô hình ước tính phát thải tàu, sau này được phát triển với tên gọi là Mô hình đánh giá phát thải giao thông tàu thủy (STEAM). Theo Miola và Ciuffo (2011) kết quả được từ cách tiếp cận Bottom-up được coi là có độ tin cậy cao hơn cách tiếp cận Top-down [10]

Trong nghiên cứu này, lượng phát thải của hoạt động tàu tại khu vực Tp. HCM tính toán theo cách tiếp cận Bottom-up dựa trên mô hình STEAM kết hợp với dữ liệu AIS cung cấp bởi công ty theo dõi và kiểm soát hàng hải Marinetraffic. Do thuận tiện cho quá trình phân phối hàng hoá các cảng ở khu vực Tp. HCM đều nằm bên trong nội địa, mô hình STEAM trong nghiên cứu này được sửa đổi và đơn giản hóa bằng cách bỏ qua các tác động của sóng biển đến quá trình di chuyển của tàu. Dựa trên ước tính phát thải của từng loại tàu và so sánh với các nguồn khí thải từ cảng khác, các biện pháp giảm phát thải trong hoạt động vận tải đường thủy đã được đề xuất. Các phương pháp và kết luận của nghiên cứu cung cấp một cơ sở phù hợp cho việc kiểm kê và kiểm soát khí thải tàu tại các cảng nội địa.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Ước tính phát thải dựa trên STEAM-AIS

Quy trình xử lý dữ liệu AIS dựa trên mô hình STEAM phát triển bởi Jalkanen và cs. [9] được mô tả ở hình 1 chỉ ra các giai đoạn của quá trình phân tích. Sơ đồ nghiên cứu bắt đầu bằng việc phân tách dữ liệu thô AIS thành dữ liệu “tĩnh” và “động”. Dữ liệu “tĩnh” gồm các thông tin kỹ thuật liên quan đến các đối tượng tàu cụ thể từ đó ước tính công suất phát thải P_m của động cơ chính và P_a của động cơ phụ ứng với từng đối tượng tàu thuyền. Dữ liệu “động” gồm các thông tin liên quan đến tốc độ, toạ độ tàu thuyền (kinh và vĩ độ) được sử dụng để xác định chế độ vận hành của tàu. Từ 2 nguồn dữ liệu tĩnh và động kể trên xác định Hệ số tải thực tế (LF) của tàu trong quá trình hoạt động tại khu vực nghiên cứu. Từ đó lượng phát thải CO, CO_2 , NO_x , SO_x được ước tính cho mỗi hành trình của mỗi đối tượng tàu.



Hình 1. Một sơ đồ nguyên lý của các thành phần chính của mô hình STEAM và các mối quan hệ tương tác của chúng

2.2.2. Ước tính công suất động cơ của tàu thuyền

Theo mô hình STEAM, công suất vận hành của động cơ là dữ liệu quan trọng để tính toán lượng phát thải tàu thuyền. Tuy nhiên dữ liệu cụ thể về P_m và P_a cho từng đối tượng tàu riêng lẻ rất khó để tiếp cận và thu thập do các hạn chế về quản lý thông tin tàu thuyền. Do đó công suất vận hành của tàu được ước tính bằng hàm thực nghiệm trước khi tính lượng phát thải. Trong nghiên cứu này, P_m được tính toán theo phương pháp của Kristensen [11]. Chiều dài của đăng ký L_{wl} tính theo mét của tàu được thu thập thông qua phân tích dữ liệu AIS, chiều dài chuyên chở hay còn gọi chiều dài thủy trực L_{pp} (Length between perpendiculars) được tính như sau:

$$L_{pp} = L_{wl} / 1,01 \quad (1)$$

Trọng tải (DW) tính theo tấn của tàu được ước tính thông qua phương trình (2)-(3), và phương trình (4)-(5) được sử dụng để tính công suất đẩy của động cơ chính.

$$DW_{(L_{pp} \leq 286,93 \text{ m})} = -0,00591 L_{pp}^3 + 3,44776 L_{pp}^2 - 341,6925 L_{pp} + 10265 \quad (2)$$

$$DW_{(L_{pp} \geq 286,93 \text{ m})} = 3,66734 L_{pp}^2 - 1383,89 L_{pp} + 175999 \quad (3)$$

$$P_m (DW \leq 64000t) = -8,446 \times 10^{(-15)} DW^4 + 1,0035 \times 10^{(-9)} DW^3 - 3,745 \times 10^{(-5)} DW^2 + 1,24 DW - 2503 \quad (4)$$

$$P_m (DW \geq 64000t) = -3,092 \times 10^{(-6)} DW^2 + 1,11 DW - 14816 \quad (5)$$

Công suất của động cơ phụ P_a được tính bằng cách sử dụng tỷ lệ trung bình của động cơ chính và động cơ phụ (P_a / P_m) dựa trên nghiên cứu của Trozzi [12] như trong bảng 1. Việc xác định loại tàu và nhóm tàu dựa vào dữ liệu AIS.

Bảng 1. Tỷ lệ trung bình của Động cơ phụ / Động cơ chính theo loại tàu

Loại tàu	Tàu hàng khô	Tàu dầu	Tàu Container	Tàu chở khách	Tàu lai đất	Tàu cá	Tàu khác
Hạng đội thế giới 1997	0,3	0,3	0,25	0,16	0,1	0,39	0,35
Hạng đội địa trung hải 2006	0,39	0,35	0,27	0,27	-	0,47	0,18

2.2.3. Ước tính phát thải tàu trong các điều kiện tải khác nhau

Mô hình STEAM cũng cho thấy sự liên quan mật thiết giữa phát thải và trạng thái vận hành của tàu thuyền. Theo nghiên cứu của Trozzi [12], Hệ số tải của động cơ $LF(\%)$ thay đổi theo ba trạng thái tàu, thuyền: tại cảng/neo đậu, chuyển bến và chế độ hành trình. Trạng thái hoạt động của tàu dựa trên tỷ lệ giữa vận tốc thực và vận tốc thiết kế cực đại, thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Hệ số tải của động cơ chính/phụ theo các trạng thái hoạt động của tàu

Pha vận hành ($V_{\text{mean}}/V_{\text{max}}$)	% tải động cơ chính	% thời gian tất cả máy chính hoạt động	% tải động cơ phụ
Hành trình (0,8-1,0]	80	100	30
Chuyển bến (0,2-0,8]	20	100	50
Neo đậu (trừ tàu dầu) (0-0,2]	0	5	40
Neo đậu tàu dầu	20	100	60

Khi tàu được xác định đang đậu ở cảng, động cơ phụ được coi là động cơ làm việc duy nhất [13]. Công suất động cơ phụ của tàu được sử dụng để tính toán lượng phát thải với hệ số tải và hệ số phát thải theo phương trình (6):

$$E_{ij} = P_{a,i} \times T \times LF_j \times EF_{ij} \quad (6)$$

Trong đó E là lượng phát thải tính bằng gram, P_{ai} công suất động cơ phụ ứng với loại tàu i , tính bằng kilowatt, T là thời gian làm việc của động cơ phụ (thời gian neo đậu tại cảng) tính theo giờ, LF là hệ số tải của động cơ phụ, EF là hệ số phát thải, i là loại tàu, j là loại chất gây ô nhiễm (NO_x , SO_x , CO_2 ...)

Ở chế độ chuyển bến hoặc hành trình, động cơ chính và phụ của tàu đều hoạt động, theo các hệ số tải khác nhau (bảng 2), phát thải của tàu trong 2 chế độ hoạt động này được tính toán theo phương trình (7):

$$E_{ij} = P_{m,i} \times T_m \times LF_{m,j} \times EF_{m,ij} + P_{a,i} \times T_a \times LF_{a,j} \times EF_{a,ij} \quad (7)$$

2.2.4. Hệ số phát thải

Trong nghiên cứu này, các Hệ số phát thải được sử dụng theo nghiên cứu của Fan và cs. 2016 [14]. Các Hệ số phát thải cho mỗi loại chất gây ô nhiễm tương ứng với loại máy, loại động cơ và loại nhiên liệu được thể hiện trong bảng 3. Các hệ số phát thải của SO_2 phụ thuộc vào loại nhiên liệu mà tàu sử dụng. Trong nghiên cứu này, hàm lượng lưu huỳnh của RO (Dầu nhiên liệu nặng) là 2,7% và MD (Dầu nhiên liệu chưng cất) là 0,5% dựa trên mức trung bình trên toàn thế giới năm 2007 từ nghiên cứu của IMO và báo cáo của Tập đoàn tư vấn Starcrest [15, 16].

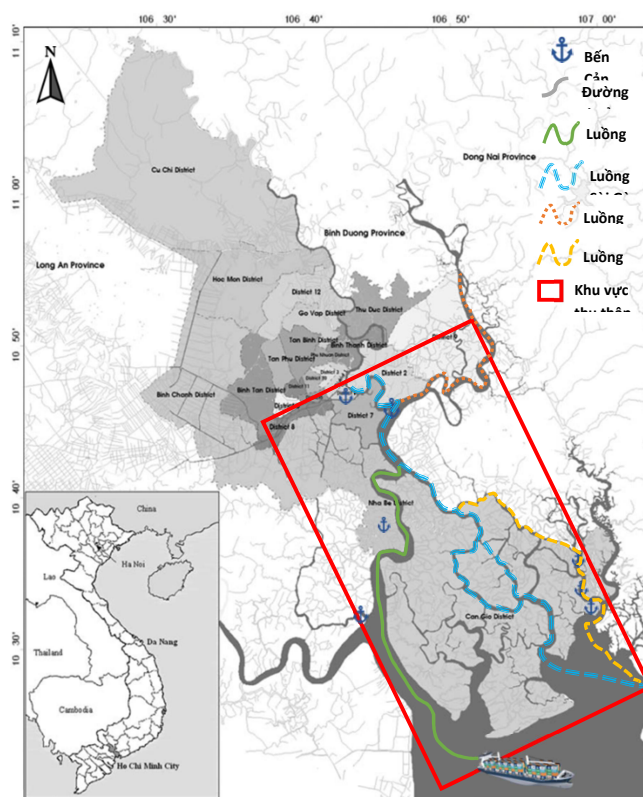
Bảng 3. Các Hệ số phát thải và loại nhiên liệu cho động cơ (g/kWh)

Loại máy	Loại động cơ	Loại nhiên liệu	SO_2	NO_x	CO	CO_2
Động cơ chính	SSD	RO	10,30	18,10	0,5	622
Động cơ chính	MSD	RO	11,31	14,00	1,1	686
Động cơ chính	HSD	RO	11,31	12,70	1,1	686
Động cơ phụ	MSD	MD	2,12	13,90	1,1	692

Ghi chú: SSD: Động cơ diesel tốc độ chậm; MSD: Động cơ diesel tốc độ trung bình; HSD: Động cơ diesel tốc độ cao.

2.3. Địa điểm nghiên cứu

Dữ liệu hoạt động của tàu thuyền AIS được giới hạn từ khu vực trung tâm đến hết phía rìa Nam của Tp. HCM, chiếm khoảng $\frac{1}{2}$ diện tích Tp. HCM (2061 km²), từ 10°40'46"N -106°35'22"E đến 10°26'29"N -107°03'38"E (hình 2). Đây là khu vực có các tuyến luồng hàng hải ra vào các cảng tại Tp. HCM gồm luồng Soài Rạp - Hiệp Phước, luồng Sài Gòn - Vũng Tàu, luồng Đồng Nai và luồng Thị Vải (Bà Rịa - Vũng Tàu). Một bộ dữ liệu AIS gồm 987072 bản ghi (record) liên tục trong thời gian từ tháng 6 đến tháng 11 năm 2019 mua từ công ty Marinetrans đã được xử lý cho kết quả phát thải của 4948 tàu khách, 13808 tàu chở hàng khô, 58104 tàu container, 16686 tàu chở dầu, 5753 tàu cá, 8354 tàu lai dắt và 12990 tàu khác (tàu Ro-Ro, tàu kỹ thuật và thuyền buồm không thuộc sáu loại kể trên).



Hình 2. Khu vực thu thập dữ liệu AIS

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tổng lượng phát thải

Tổng lượng phát thải ước tính theo các phương trình (1)-(7), từ tháng 6 đến tháng 11/2019 cho các tàu thuyền hoạt động trong khu vực nghiên cứu được thể hiện trong bảng 4. Tổng lượng phát thải của các chất gây ô nhiễm tương ứng lần lượt là 2,69; 0,82; 1,134 x10³ tấn NO_x, CO và SO₂. Kết quả còn cho thấy tổng lượng khí thải CO₂ chiếm khối lượng lớn nhất trong tổng lượng phát thải, được ước tính là khoảng 489,737 x10³ tấn.

Trong nghiên cứu này, tàu được chia thành 07 loại: Tàu container, Tàu chở hàng khô, tàu chở dầu, tàu chở khách, tàu cá, tàu đẩy/tàu kéo, và các loại tàu khác. Theo đó tỷ lệ của tổng lượng khí thải của tàu chở khách 6,2%, tàu chở hàng khô 16,62%, tàu container 41,89%, tàu chở dầu 14,89%, tàu lai dắt 5,67% tàu cá 7,93% và tàu khác 6,8%. Phù hợp với tỷ trọng ngành cảng biển ở nước ta, tàu container tại khu vực Cảng TP. HCM chiếm tỷ lệ phát thải lớn nhất vì lượng hàng hoá lớn được vận chuyển liên tục bởi loại tàu này tại khu vực.

Bảng 4. Tổng phát thải tàu tại khu vực quan sát từ tháng 6/2019 đến tháng 11/2019
(đơn vị: tấn)

Loại tàu	NO _x	CO ₂	CO	SO ₂	% phát thải
Tàu hàng khô	469,58	82698,45	227,46	240,72	16,62
Tàu dầu	355,54	74364,25	22,32	194,72	14,89
Tàu container	822,3	209326,36	239,12	439,34	41,89
Tàu khách	271,19	30836,5	31,89	68,7	6,2
Tàu lai dắt	265,81	28148,95	39,33	79,24	5,67
Tàu cá	220,59	39460,4	177,82	40,93	7,93
Tàu khác	284,87	33793,44	84,46	70,84	6,8
Tổng	2689,88	498628,35	822,4	1134,49	100

Lượng phát thải của 3 loại khí thải NO_x, SO₂, CO tính theo tấn trong nghiên cứu này đều cao hơn so với các báo cáo của Vũ Hoàng Ngọc Khuê và cs. 2019 [6, 7]. Hình 3 cho thấy kết quả so sánh tổng phát thải bình quân theo năm giữa 2 nghiên cứu.

Trong các báo cáo của Vũ Hoàng Ngọc Khuê và cs. 2019, ước tính phát thải tại các cảng được thực hiện bằng cách khảo sát thông tin neo đậu của 4 nhóm tàu thuyền phát thải chủ yếu bao gồm tàu container, tàu chở hàng khô, tàu chở hàng đóng kiện, tàu khách và các thiết bị bốc dỡ hàng hóa tại hệ thống cảng Sài Gòn, sau đó tính toán phát thải sử dụng công thức theo hướng dẫn của US EPA theo phương trình (8)

$$E = N \times P \times LF \times A \times EF \quad (8)$$

Trong đó:

E: Tải lượng phát thải (g);

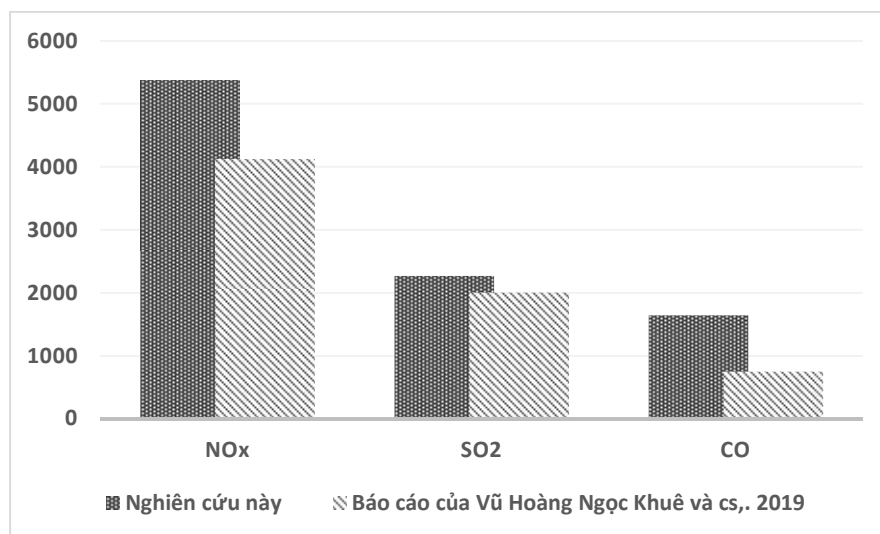
P: Công suất máy chính (kW);

LF: Hệ số tải của động cơ chính (%);

N: Số thiết bị;

EF: Hệ số phát thải (g/kWh);

A: Thời gian hoạt động (giờ).



Hình 3. So sánh phát thải bình quân theo năm của 3 loại khí thải NO_x, SO₂, CO

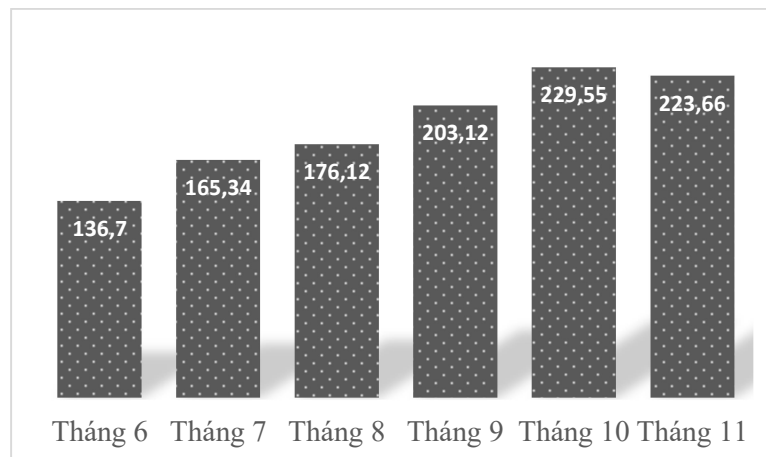
Từ phát thải của các cảng đại diện, Khuê và cs. tính phát thải cho các cảng còn lại dựa vào công suất bốc dỡ hàng hóa hàng năm cho hệ thống cảng của thành phố. Lượng phát thải của nghiên cứu này cao hơn so với báo cáo của Khuê và cs. 2019 có thể lý giải do nghiên cứu này sử dụng dữ liệu AIS, nên toàn bộ các tàu có trọng tải trên 300 tấn (quy định của công ước luật biển yêu cầu tất cả các phương tiện đường thủy trên 300 tấn đều phải lắp đặt thiết bị này nhằm đảm bảo an toàn) đều được thống kê phát thải. Bên cạnh đó công thức theo hướng dẫn của US EPA chưa tính toán đến phát thải của động cơ máy phụ trên tàu và việc sử dụng công suất bốc dỡ của các cảng để nội suy phát thải cho một số cảng có thể tồn tại sai số.

Bỏ qua sự khác biệt kết quả do cách tiếp cận khác nhau, phương pháp Khuê và cs. chỉ phân tích các hoạt động tại cảng và ước lượng phát thải tổng số cho các yếu tố ô nhiễm mà không thu thập dữ liệu về hoạt động thực tế của tàu thuyền trên các tuyến luồng ra vào thành phố, cũng như không phân tích tỷ lệ phát thải từ các nhóm tàu khác nhau để đề xuất các giải pháp quản lý nhằm giải quyết các vấn đề ô nhiễm liên quan. Tuy nhiên qua nghiên cứu Vũ Hoàng Ngọc Khuê và cs. 2019 cũng cho thấy mặt hạn chế của đề tài này là chưa ước tính phát thải của các thiết bị bốc dỡ hàng hoá tại các cảng.

Cũng theo báo cáo của Vũ Hoàng Ngọc Khuê và cs. 2019, tổng lượng phát thải hàng năm của hoạt động giao thông tại Tp. HCM lần lượt cho 3 loại khí thải NO_x, CO, SO₂ là 47048; 3499354; và 10114 tấn. Khi đối chiếu với kết quả tính toán của đề tài cho thấy hoạt động vận tải đường thủy đã chiếm 11,23%; 0,045% và 22,44% tổng lượng phát thải của hoạt động giao thông lần lượt cho 3 loại khí thải NO_x, CO, SO₂. Tỷ lệ này chỉ ra rằng hoạt động tàu thuyền tại khu vực đóng góp một lượng lớn NO_x và SO₂ cho phát thải của toàn thành phố.

3.2. Lượng phát thải SO₂ từ tháng 6 đến tháng 11/2019

Hình 4 trình bày tổng lượng phát thải SO₂ từ tàu hàng tháng ở khu vực nghiên cứu.

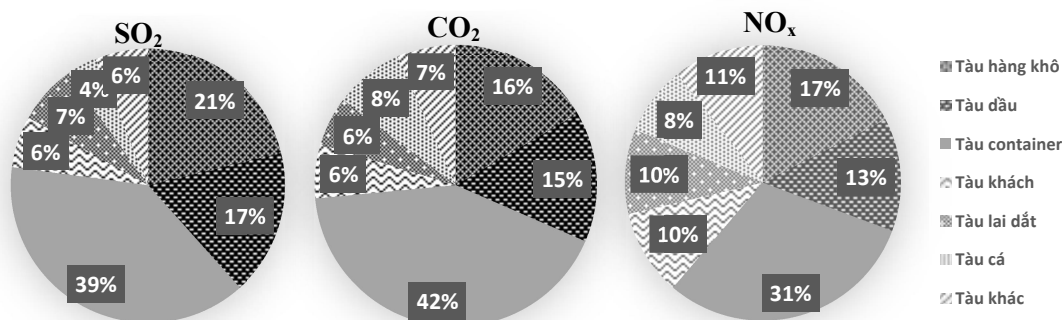


Hình 4. Biến đổi phát thải SO₂ theo tháng (tấn)

Qua biểu đồ ta thấy, tháng 6 có lượng phát thải thấp nhất với tổng lượng phát thải là 136,7 tấn, sau đó lượng phát thải tăng đều qua các tháng và đạt giá trị cao nhất vào tháng 10 với tổng lượng phát thải SO₂ trong tháng là 229,55 tấn. Tháng 11 lượng phát thải giảm nhẹ (223,66 tấn), tuy nhiên sự thay đổi là không đáng kể và vẫn trong xu thế tăng dần về cuối năm. Có thể lý giải phát thải tăng dần đều về các tháng cuối năm do hoạt động của tàu container tại khu vực nghiên cứu chiếm tỷ lệ phát thải lớn nhất theo kết quả tỷ lệ phần trăm phát thải của nhóm tàu này (thể hiện tại bảng 4) và càng về cuối năm, nhu cầu vận tải hàng hoá bằng phương tiện này tăng dần nhằm đáp ứng nhu cầu xuất-nhập khẩu hàng hoá phục vụ cho các đợt mua sắm mạnh. Sự biến động này khác hẳn với các nghiên cứu biến động theo mùa ở châu Âu được Jalkanen và cs. tiến hành năm 2009, trong đó hoạt động vận tải giảm dần về cuối năm do vào mùa đông các tuyến đường vận chuyển bị đóng băng [9].

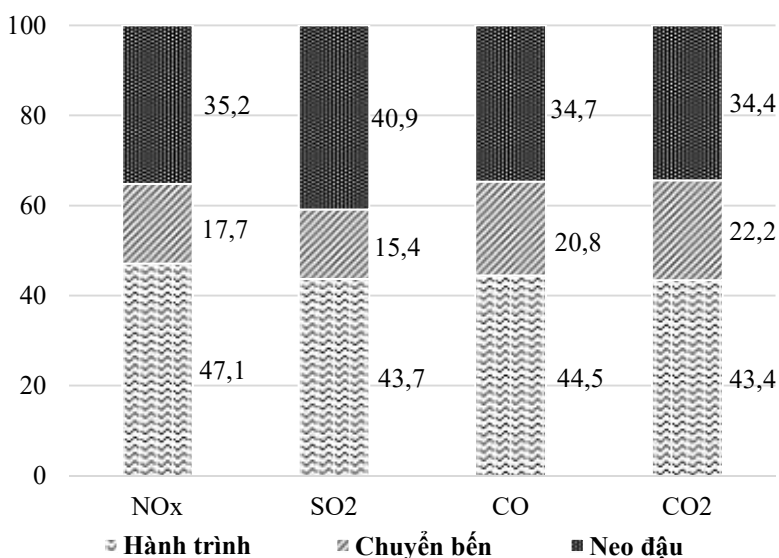
3.4. Phát thải theo loại tàu và điều kiện vận hành

Các đặc điểm của khí thải tàu theo các loại tàu được trình bày tại hình 5. Kết quả cho thấy tỷ lệ đóng góp phát thải SO₂, CO₂ và NO_x từ các loại tàu khác nhau. Trong số các loại tàu, tàu container thải ra lượng chất gây ô nhiễm cao nhất, tiếp theo là tàu chở hàng khô. Các tàu container thải ra 239,12 tấn; 209,32×10³ tấn và 822,3 tấn SO₂, CO₂ và NO_x tương ứng. Các tàu chở hàng khô thải ra 227,46 tấn; 82,7×10³ tấn và 469,58 tấn SO₂, CO₂ và NO_x tương ứng. Tàu container và tàu chở hàng rời tạo ra gần 60% lượng khí thải. Điều này phù hợp với kết quả của Fan (2016) tiến hành nghiên cứu phát thải của tàu thuyền ra vào các cảng ở Đồng bằng châu thổ sông Trường Giang, Trung Quốc do các nước đang phát triển nhu cầu vận tải hàng hoá phục vụ phát triển kinh tế và sản xuất luôn chiếm tỷ trọng cao nhất [14].



Hình 5. Tỷ lệ đóng góp phát thải SO₂, CO₂ và NO_x từ các loại tàu khác nhau

- Tỷ lệ % khí thải của tàu theo các điều kiện vận hành khác nhau được thể hiện trong hình 6. Các kết quả này cho thấy khoảng 43-47% lượng khí thải phát ra trong chế độ hành trình. Khí thải được tạo ra trong quá trình neo đậu chiếm khoảng 34-41% và chế độ điều động chiếm 15-22%. Kết quả chỉ ra một lượng khí thải đáng kể đã được tạo ra trong chế độ neo đậu, phù hợp với nghiên cứu cũng sử dụng dữ liệu AIS tại các cảng ở Hồng Kông năm 2013 [17] (diện tích Hồng Kông 1106 km²). Tuy nhiên, trong nghiên cứu của Fan và cs. 2016 [14] đã phát hiện ra rằng khoảng 70%-80% lượng khí thải đã xảy ra trong ở chế độ hành trình tại đồng bằng sông Trường Giang (dài 6385 km so với toàn bộ hệ thống đường thủy trên địa bàn Tp. HCM có tổng chiều dài 975km). Qua đó cho thấy các khu vực cảng khác nhau sẽ có tỷ lệ phát thải của các chế độ vận hành khác nhau tùy thuộc vào quy mô của khu vực cảng tiến hành nghiên cứu phát thải. Khi khu vực nghiên cứu được mở rộng, thời gian tàu ở chế độ hành trình sẽ được kéo dài, do đó làm tăng lượng khí thải ở chế độ này.



Hình 6. Phát thải của tàu theo các chế độ vận hành khác nhau

4. KẾT LUẬN

- Tổng lượng phát thải NO_x , CO và SO_2 ước tính từ các tàu thuyền trong sáu tháng khảo sát lần lượt là 2,69; 0,82; $1,13 \times 10^3$ tấn tương đương với 11,23%; 0,045% và 22,44% so với tổng số phát thải nguồn nhân tạo ở Tp. HCM trong 1 năm theo báo cáo của Vũ Hoà Ngọc Khuê và cs. 2019. Tổng lượng khí thải CO_2 do hoạt động tàu thuyền trong khu vực thải ra được ước tính là khoảng $489,74 \times 10^3$ tấn.

- Với số lượng đông và công suất động cơ lớn các tàu container và tàu chở hàng khô đóng góp gần 60% tổng lượng khí thải của NO_x , SO_2 và CO_2 . Trong thời gian từ tháng 6 đến tháng 11/2019 lượng phát thải biến động tỷ lệ thuận với quy mô nhập- xuất hàng hoá gia tăng đều đặn dần về cuối năm.

- Ở chế độ neo đậu tại cảng, tàu thuyền cũng tạo ra một nguồn phát thải đáng kể chiếm 34,41% tổng lượng phát thải các chất ô nhiễm trong thời gian từ tháng 6 đến tháng 11/2019. Do đó trong trường hợp tàu phải kẹt lại quá lâu do các yếu tố bất khả kháng cần bố trí sử dụng điện bên bờ cho các hoạt động cần nguồn điện trên tàu để hạn chế việc phát thải từ hoạt động liên tục của động cơ phụ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Merk O., *Shipping Emissions in Ports: Discussion*,. International Transport Forum, Paris, France, 2014, tr.20.
2. Bin L., Cherng-Yuan L., *Compliance with international emission regulations : Reducing the air pollution from merchant vessels*, Marine Policy, 2005, **30**:220.
3. Corbett J.J., Fischbeck P.S., Pandis S.N., *Global nitrogen and sulfur emission inventories for oceangoing ships*, Journal of Geophysical Research, 1999, **104**:3462.
4. Deniz C., Durmusoglu Y., *Estimating shipping emissions in the region of the sea of Marmara*. Sci. Total Environ, 2008, **390**:255-261.
5. Hồ Quốc Bằng, Võ Thị Thanh Hương, Suwat Chuanak, *Tính toán phát thải các chất ô nhiễm không khí và mô hình hoá chất lượng không khí cảng Sài Gòn, Việt Nam*, Science & Technology Development, 2013, **16**:12-21.
6. Vũ Hoàng Ngọc Khuê, Phạm Thị Nguyệt Thanh, Hồ Quốc Bằng, Nguyễn Thoại Tâm, Nguyễn Thị Thúy Hằng, *Tính toán phát thải khí thải và ứng dụng hệ mô hình TAPM-AERMOD mô phỏng ô nhiễm không khí từ hệ thống bến cảng tại Thành phố Hồ Chí Minh*, Tạp Chí Phát Triển Khoa Học & Công Nghệ: Chuyên San Khoa Học Trái Đất & Môi Trường, 2018, **2**(2):97-106.
7. Vũ Hoàng Ngọc Khuê*, Hồ Minh Dũng, Nguyễn Thoại Tâm, Nguyễn Thị Thúy Hằng, Hồ Quốc Bằng, *Kiểm kê và xây dựng bản đồ phát thải khí thải từ hoạt động giao thông cho Tp. HCM*, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Khoa học Tự nhiên, 2019, **3**:100-114.

8. Miola A. and Ciuffo B., *Designing a Climate Change Policy for the International Maritime Transport Sector: Market-Based Measures and Technological Options for Global and Regional Policy Actions*, Energy Policy, 2011, **9**:5490-5498.
9. Jalkanen J.P., Brink A., Kalli J. et al., *A modelling system for the exhaust emissions of marine traffic and its application in the Baltic Sea area*. Atmos Chem Phys, 2009, **9**:9209-9223.
10. Miola A. and Ciuffo B., *Estimating air emissions from ships: Meta-analysis of modelling approaches and available data sources*, Atmospheric Environment, 2011, **45**:2242-225.
11. Kristensen H.O., *Determination of Regression Formulas for Main Dimensions of Tankers and Bulk Carriers Based on IHS Fairplay Data*, Technical University of Denmark, 2012.
12. Trozzi C., *Update of Emission Estimate Methodology for Maritime Navigation*, Techne Consulting report, 2010.
13. Wen Yuan-qiao, Ren Jun-yong, Li Zhao-ran., *Research of Ship Optimal Speed with Minimum Emissions in the Process of Ships Entering and Leaving Port*, Journal of Wuhan University of Technology, 2016, **40**:2095-3844.
14. Fan Q.Z., Zhang Y., Ma W.C., Ma H.X., Feng J.L., Yu Q., Yang X., Simon K.W.Ng., Fu Q.Y., Chen L.M., *Spatial and seasonal dynamics of ship emissions over the Yangtze River Delta and East China Sea and their potential environmental influence*, Environ Sci Technol, 2016, **50**:1322-1329.
15. IMO., *Prevention of Air Pollution from Ships-sulphur Monitoring for 2007*, International Maritime Organization, 2007.
16. Starcrest Consulting Group., *Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions 2012*, Technical Report, 2013.
17. Ng S.K.W., Loh C., Lin C., Booth V., Chan J.W.M., Yip A.C.K., Li Y. and Lau A.K.H., *Policy change driven by an AIS-assisted marine emission inventory in Hong Kong and the Pearl River Delta*. Atmospheric Environment, 2013, **76**:102-112.

SUMMARY

ESTIMATION OF EXHAUST SHIP EMISSION FROM MARINE TRAFFIC IN PORTS OF HO CHI MINH CITY USING AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) DATA

The shipping industry, one of the least regulated sources of artificial emissions, has grown rapidly over the past decades. Increasing ship traffic has significantly affected the air quality in areas around seaports and navigational channels, especially in coastal areas. By processing the data set from the Automated Identification System (AIS) provided by Marinetransport, this study has built a

secondary database of high-resolution ship emissions for Ho Chi Minh City, Vietnam, which was ranked 26th in the top 50 largest container ports in the world, according to the 2018 ranking of The Journal of Commerce (JOC). The amount of CO, CO₂, NO_x, and SO₂ emissions across the region from June to November 2019 is estimated at 0.82; 489.74; 2.69; 1.13x10³ tons. Cruising mode of ships are the largest contributor in the total emissions of 43-47%, followed by the berths that also contribute a significant amount of emissions from 34-41%. By ship type, container ships are the largest group with 58104 ships and emit the most 210.87x10³ tons of emissions, followed by dry tankers and oil tankers. These three types of ships account for 73.4% of total emissions. The specific Bottom-up approach is the STEAM model that was used to calculate the emission levels of 7 different ship groups. The results of the study can be used to propose effective solutions to limit the impact of ship emissions on Ho Chi Minh City's air quality.

Keywords: Exhaust ship emissions, automatic identification system (AIS), Steam model, ports of Ho Chi Minh City.

Nhận bài ngày 20 tháng 7 năm 2020

Phản biện xong ngày 24 tháng 8 năm 2020

Hoàn thiện ngày 22 tháng 9 năm 2020

⁽¹⁾ Chi nhánh Phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga