

Kiểm kê và xây dựng bản đồ phát thải khí thải từ hoạt động giao thông cho TP.HCM

Vũ Hoàng Ngọc Khuê*, Hồ Minh Dũng, Nguyễn Thoại Tâm, Nguyễn Thị Thúy Hằng, Hồ Quốc Bằng

TÓM TẮT

Thành phố Hồ Chí Minh là một trung tâm kinh tế - xã hội phát triển hàng đầu phía Nam, cùng với sự phát triển đô thị hóa, hệ thống giao thông vận tải tại thành phố đang ngày càng phát triển, kéo theo đó là lượng phát thải từ hoạt động này cũng ngày càng gia tăng, ảnh hưởng đến chất lượng không khí của thành phố. Vì vậy trong nghiên cứu này đã thực hiện kiểm kê phát thải hoạt động giao thông vận tải của thành phố Hồ Chí Minh bằng cách ứng dụng mô hình EMISENS và ứng dụng công nghệ GIS xây dựng bản đồ phát thải khí thải theo không gian để có bức tranh tổng thể về hiện trạng phát thải của thành phố. Kết quả chỉ ra rằng giao thông đường bộ và cụ thể là hoạt động xe gắn máy là nguồn thải chính của thành phố. Phát thải từ hoạt động giao thông đường bộ chiếm 88% NO_x, 99% CO, 79% SO₂, 99% NMVOC, 88% bụi so với tổng phát thải giao thông của thành phố. Một phát hiện mới của nghiên cứu này là phát thải từ hoạt động của hệ thống cảng chiếm đến 20% SO₂ và 10% bụi so với tổng phát thải từ hoạt động giao thông thành phố. Các nguồn giao thông khác như cảng hàng không, bến xe và tàu hỏa có phát thải nhưng nhìn chung không đáng kể. Bản đồ phát thải khí thải từ hoạt động giao thông cho thấy khu vực trung tâm như các quận 1, quận 10, quận 3, quận 5 thường có phát thải cao hơn các khu vực khác. Bên cạnh đó, các khu vực ở quận 4, quận 7 và quận 2 nơi có khu vực cảng Sài Gòn và cảng Cát Lái thường có phát thải cao các hợp chất SO₂, NO_x và bụi.

Từ khóa: thành phố Hồ Chí Minh, kiểm kê phát thải, giao thông vận tải, bản đồ phát thải

GIỚI THIỆU

Hiện nay ô nhiễm không khí đang là một vấn đề đáng lo ngại vì có ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe của con người. Các thành phố lớn trên thế giới cũng phải đối mặt với tình trạng ô nhiễm không khí, và một trong những nguồn phát sinh chủ yếu đó là từ hoạt động giao thông vận tải. Phát thải của nguồn này với thành phố London của Anh chiếm 50% (cho NO_x và PM)¹, thành phố Bangkok của Thái Lan chiếm hơn 60% (cho các chất ngoại trừ SO₂)², thành phố Madrid của Tây Ban Nha là 39% (PM_{2,5}), thành phố Paris của Pháp là 29% (PM_{2,5})³. Và TP.HCM cũng không ngoại lệ, thành phố có số lượng phương tiện giao thông cao nhất cả nước với tổng cộng tính đến tháng 4 năm 2017, thành phố có 8 triệu phương tiện đang hoạt động trong đó số ô tô là 637.323 chiếc, xe máy là 7.339.522 chiếc (chưa tính đến các xe từ các địa bàn khác nhập cư), tăng 5,4% so với năm 2016⁴. Với số lượng phương tiện giao thông ngày càng gia tăng như vậy, trong những năm gần đây thành phố đang phải đối mặt với nồng độ ô nhiễm không khí tăng cao với số liệu AQI nhiều ngày trong năm đạt giá trị cao, nồng độ PM_{2,5} trung bình năm của TP.HCM theo thống kê của tổ chức GreenID là 29,6 µg/m³ năm

2017⁵ cao hơn so với tiêu chuẩn Việt Nam QCVN 05:2013/BTNMT (25 µg/m³) và cao hơn nhiều lần so với tiêu chuẩn của WHO (10 µg/m³). Cũng trong năm 2017 vừa qua, số ngày thành phố có nồng độ PM_{2,5} vượt tiêu chuẩn trung bình 24 giờ của WHO (25 µg/m³) là 222 ngày và vượt tiêu chuẩn trung bình 24 giờ QCVN là 14 ngày (50 µg/m³)⁵ gây ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe người dân.

Kiểm kê khí thải là một bước không thể thiếu trong nhiệm vụ quản lý chất lượng không khí, các quốc gia phát triển trên thế giới đã thực hiện kiểm kê khí thải cho các thành phố của họ và khu vực Châu Âu hiện đang thực hiện bản đồ kiểm kê PM_{2,5} chung cho cả khu vực. Ở Việt Nam hiện nay kiểm kê khí thải đã được thực hiện cho các thành phố Bắc Ninh, Cần Thơ với sự hỗ trợ của tổ chức Hợp tác phát triển Đức (GIZ) và tổ chức Không khí sạch (Clean Air Asia). Các nghiên cứu này đã thực hiện kiểm kê khí thải toàn diện cho cả thành phố bao gồm các hoạt động giao thông, công nghiệp và sinh hoạt hộ gia đình... Trong nghiên cứu này, kiểm kê khí thải và phân bố phát thải trong không gian cho hoạt động giao thông của TP.HCM được thực hiện để thấy được bức tranh phát thải khí thải tổng thể từ hoạt động giao thông cho thành phố, làm nền tảng cho công tác kiểm soát chất

Viện Môi Trường và Tài Nguyên,
ĐHQG-HCM

Liên hệ

Vũ Hoàng Ngọc Khuê, Viện Môi Trường và
Tài Nguyên, ĐHQG-HCM

Email: vhnk1304@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 17-01-2019
- Ngày chấp nhận: 25-3-2019
- Ngày đăng: 27-6-2019

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjns.v3i2.687>



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Khuê V H N, Dũng H M, Tâm N T, Hằng N T T, Bằng H Q. **Tính toán và xây dựng bản đồ phát thải khí thải từ hoạt động giao thông cho TP.HCM.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 3(2):100-114.

lượng không khí.

PHƯƠNG PHÁP

Hoạt động giao thông vận tải trong nghiên cứu này bao gồm các loại hình sau: giao thông đường bộ (từ hoạt động của các phương tiện xe cơ giới chạy trên đường như xe máy và xe ô tô), hoạt động cảng sông/biển (từ tàu thuyền và các thiết bị bốc dỡ hàng hóa trong cảng), cảng hàng không (từ hoạt động của các loại máy bay) và tàu hỏa (từ hoạt động của xe lửa), bên cạnh đó phát thải từ các bến xe (chủ yếu từ xe buýt và xe khách). Đây là các nguồn thải đặc trưng của thành phố.

Giao thông đường bộ

Đối với giao thông đường bộ, trước đây nhóm nghiên cứu đã có thực hiện kiểm kê khí thải giao thông cho TP.HCM từ những năm 2010, và tính đến nay số liệu này đã không còn phù hợp nữa với hiện trạng giao thông của thành phố. Vì vậy cần tiến hành cập nhật lại hiện trạng phát thải mới. Trong nghiên cứu này, những số liệu sơ cấp được kế thừa và tiến hành cập nhật lại. Tiến hành đếm xe tại 92 tuyến đường trên địa bàn thành phố, cho 5 loại đường chính là đường nội thị chính (đường nối các quận), đường nội thị phụ (nối liền các phường và đường trong khu dân cư), đường tỉnh lộ (nối liền các tỉnh) và đường quốc lộ (gồm đường cao tốc và các đường Quốc lộ hiện hữu). Khảo sát mới và khảo sát lại những tuyến đường đã có để cập nhật lại và bổ sung thêm số liệu. Song song, tiến hành khảo sát ngẫu nhiên hành vi sử dụng phương tiện của người tham gia giao thông (cho 5 loại xe là xe máy, xe ô tô từ nhỏ hơn 25 chỗ xe tải nhẹ dưới 3,5 tấn xe tải nặng trên 3,5 tấn và xe buýt/khách từ 25 chỗ trở lên) để biết được các thông tin về đời xe, tần suất sử dụng xe trong ngày và chiều dài quãng đường trung bình mà xe chạy. Từ số liệu thu thập được, tiến hành phân tích lưu lượng từng loại xe cho 5 loại đường cũng như thành phần công nghệ xe đang được sử dụng tại TP.HCM theo tiêu chuẩn Euro về khí thải động cơ. Từ đó có cơ sở thiết lập bộ hệ số phát thải cho thành phần xe sát với hiện trạng hệ thống phương tiện hiện đang lưu thông trên đường của thành phố.

EMISENS là mô hình sử dụng để tính toán tải lượng phát thải khí thải do hoạt động giao thông, được phát triển năm 2006 - 2010 bởi nhóm tác giả GS.TS.Clappier và PGS.TS. Hồ Quốc Bằng tại Phòng thí nghiệm ô nhiễm không khí và đất (LPAS), Trường Đại học Bách khoa Liên Bang Lausanne (EPFL), Thụy Sĩ. EMISENS sử dụng lý thuyết tính toán phát thải từ CORINAIR của Cơ quan Môi Trường Châu Âu (EEA), cho phép rút ngắn thời gian tính toán và sai số được tính toán bằng kỹ thuật mô phỏng Monte Carlo.

Mô hình EMISENS được lựa chọn sử dụng do mô hình này được phát triển với mục đích tính toán phát thải từ hoạt động giao thông áp dụng cho những nước đang phát triển, nơi có điều kiện dữ liệu không đầy đủ bằng cách kết hợp giữa phương pháp bottom-up và phương pháp top-down, nói cách khác là phát triển để áp dụng cho những quốc gia có điều kiện như Việt Nam⁶. Dữ liệu đầu vào của mô hình EMISENS yêu cầu: số lượng từng loại xe, chiều dài từng loại đường, lưu lượng từng loại xe tương ứng với từng loại đường, hệ số phát thải được tính toán theo hệ thống xe đang lưu thông,... Tính toán phát thải cho hoạt động theo mô hình EMISENS giao thông được phân thành 3 loại phát thải: phát thải nóng (hot emissions, E_{hot}), phát thải lạnh (cold emissions, E_{cold}) và phát thải do bay hơi (evaporation emissions, E_{evap}) theo công thức:

$$E_{Total} = E_{Cold} + E_{Hot} + E_{Evap} \quad (1)$$

Trong đó: E_{hot} : thải nóng (hot emissions), E_{cold} : phát thải lạnh (cold emissions) E_{evap} : phát thải bay hơi (evaporation emissions)

Mỗi loại phát thải đều tuân theo một công thức tính tổng quát trong EMISENS đó là:

$$E_{ip,ie} = e_{ip,ie} \times A_{ie} \quad (2)$$

Trong đó:

E: tổng phát thải; ip: loại chất ô nhiễm; ie: loại xe; e: hệ số phát thải; A: các hoạt động của giao thông

Hệ số phát thải cho hệ thống xe cho hoạt động giao thông đường bộ được thể hiện trong **Bảng 1** cho các chất để tính toán cho phát thải nóng, **Bảng 2** là hệ số phát thải để tính toán cho phát thải lạnh và **Bảng 3** để tính toán cho phát thải bay hơi. Ngoài ra, lượng bụi phát sinh từ việc ma sát với mặt đường và thắng xe cũng được tính toán sử dụng hệ số trong **Bảng 4**. Các bộ hệ số này được ưu tiên tham khảo từ các nghiên cứu trong nước, sau đó là đến nghiên cứu tại Trung Quốc và kế đến là sử dụng hệ số từ Sổ tay Hướng dẫn kiểm kê khí thải từ Cơ quan môi trường Châu Âu dựa vào kết quả phỏng vấn khảo sát xe. Đây là dữ liệu đầu vào quan trọng cho mô hình EMISENS.

Bảng 1: Hệ số phát thải cho hoạt động giao thông đường bộ - phát thải nóng (g/km.xe)

	Nội thị chính	Nội thị phụ	Đường KCN	Tỉnh lộ	Quốc lộ
NO _x ^a (g/km.xe)					
Xe tải nặng	19,7	19,7	19,7	6,77	5,31
Xe tải nhẹ	1,90	1,90	1,90	1,90	2,35
Xe buýt/khách	19,7	19,7	19,7	6,77	5,31
Xe ô tô	1,90	1,90	1,90	1,90	2,35
Xe máy	0,05	0,05	0,05	0,05	0,09
CO ^a (g/km.xe)					
Xe tải nặng	11,10	11,10	11,10	4,010	3,180
Xe tải nhẹ	34,80	34,80	34,80	34,80	27,84
Xe buýt/khách	11,10	11,10	11,10	4,010	3,180
Xe ô tô	34,80	34,80	34,80	34,80	27,84
Xe máy	21,85	21,85	21,85	21,85	17,84
SO ₂ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	1,86	1,86	1,86	1,86	1,40
Xe tải nhẹ	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15
Xe buýt/khách	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15
Xe ô tô	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15
Xe máy	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
CH ₄ ^c (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,17	0,17	0,17	0,17	0,07
Xe tải nhẹ	0,40	0,40	0,40	0,30	0,20
Xe buýt/khách	0,12	0,12	0,12	0,05	0,05
Xe ô tô	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20
Xe máy	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
PM ₁₀ ^c (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Xe tải nhẹ	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
Xe buýt/khách	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178
Xe ô tô	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Xe máy	0,0088	0,0088	0,0088	0,0088	0,0088

(Nguồn: ^aHồ Minh Dũng và cộng sự, 2010⁷; ^bTrung Quốc⁸; ^ctính toán từ CORINAIR 1999)

Bảng 2: Hệ số phát thải cho hoạt động giao thông đường bộ - phát thải lạnh (g/km.xe)

	Nội thị chính beA NO _x (g/km.xe)	Nội thị phụ	Đường KCN	Tỉnh lộ	Quốc lộ	Đường đất
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	0,0128	0,0128	0,0128	0,0128	0,0158	0,0128
Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	0,02294	0,02294	0,02294	0,02294	0,0346	0,0346
Xe máy	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0036	0,0023
	beB NO _x (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,00693	0,0058
Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	0,01386	0,01386	0,01386	0,01386	0,01468	0,01386
Xe máy	0,00231	0,00231	0,00231	0,00231	0,00277	0,00231
	beC1 NO _x (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	-0,093	-0,093	-0,093	-0,093	-0,1095	-0,093
Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	-0,1915	-0,1915	-0,1915	-0,1915	-0,2028	-0,1915
Xe máy	-0,01225	-0,01225	-0,01225	-0,01225	-0,0147	-0,01225
	beA CO (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe máy	1,7086	1,7086	1,7086	1,7086	1,4523	1,7086
	beB CO (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	-0,1879	-0,1879	-0,1879	-0,1879	-0,1579	-0,1879
Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	-3,1320	-3,1320	-3,1320	-3,1320	-2,9754	-3,1320
Xe máy	-2,29425	-2,29425	-2,29425	-2,29425	-2,1795	-2,29425
	beC1 CO (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	5,6376	5,6376	5,6376	5,6376	4,7919	5,6376
Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	93,960	93,960	93,960	93,960	89,262	93,960
Xe máy	46,234	46,234	46,234	46,234	43,9228	46,234
	beA SO ₂ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0154	0,0154	0,0154	0,0154	0,01162	0,0154
Xe tải nhẹ	0,00057	0,00057	0,00057	0,00057	0,00047	0,00057

Continued on next page

Table 2 continued

Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	0,00871	0,00871	0,00871	0,00871	0,00726	0,00871
Xe máy	0,00138	0,00138	0,00138	0,00138	0,00092	0,00138
	beB SO ₂ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,00247	0,00247	0,00247	0,00247	0,00201	0,00247
Xe tải nhẹ	-0,0112	-0,0112	-0,0112	-0,0112	-0,0098	-0,0112
Xe buýt/khách	0,00096	0,00096	0,00096	0,00096	0,00084	0,00096
Xe ô tô	0,00410	0,00410	0,00410	0,00410	0,00359	0,00410
Xe máy	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00017	0,00022
	beC1 SO ₂ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	0,3065	0,3065	0,3065	0,3065	0,2682	0,3065
Xe buýt/khách	-0,0317	-0,0317	-0,0317	-0,0317	-0,02778	-0,0317
Xe ô tô	-0,0567	-0,0567	-0,0567	-0,0567	-0,0496	-0,0567
Xe máy	-0,0073	-0,0073	-0,0073	-0,0073	-0,00551	-0,0073
	beA NMVOC (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,50270	0,50270	0,50270	0,50270	0,41897	0,50270
Xe tải nhẹ	0,04883	0,04883	0,04883	0,03961	0,01657	0,04883
Xe buýt/khách	0,50013	0,50013	0,50013	0,41758	0,27414	0,50013
Xe ô tô	0,25014	0,25014	0,25014	0,25014	0,11361	0,25014
Xe máy	-0,0092	-0,0092	-0,0092	-0,0092	-0,0092	-0,0092
	beB NMVOC (g/km.xe)					
Xe tải nặng	-9,96724	-9,96724	-9,96724	-8,30054	-6,980099	-9,96724
Xe tải nhẹ	-0,96534	-0,96534	-0,96534	-0,78317	-0,42631	-0,96534
Xe buýt/khách	-9,96765	-9,96765	-9,96765	-8,30076	-6,98116	-9,96765
Xe ô tô	-5,33752	-5,33752	-5,33752	-4,39990	-3,53895	-5,33752
Xe máy	-0,15388	-0,15388	-0,15388	-0,15388	-0,13288	-0,15388
	beC1 NMVOC (g/km.xe)					
Xe tải nặng	272,573	272,573	272,573	226,994	190,908	272,573
Xe tải nhẹ	26,3989	26,3989	26,3989	21,4172	11,6581	26,3989
Xe buýt/khách	272,587	272,587	272,587	227,001	190,914	272,587
Xe ô tô	145,840	145,840	145,840	120,246	96,7173	145,840
Xe máy	4,621	4,621	4,621	4,621	3,991	4,621
	beA CH ₄ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,00141	0,00141	0,00141	0,00085	0,00058	0,00141
Xe tải nhẹ	0,00126	0,00126	0,00126	0,00102	0,0063	0,00126
Xe buýt/khách	0,00398	0,00398	0,00398	0,00224	0,00166	0,00398
Xe ô tô	0,01936	0,01936	0,01936	0,01210	0,00968	0,00922
Xe máy	0,00922	0,00922	0,00922	0,00922	0,00922	0,00922
	beB CH ₄ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,00023	0,00023	0,00023	0,00014	0,00010	0,00023
Xe tải nhẹ	-0,0249	-0,0249	-0,0249	-0,0202	-0,0140	-0,0249

Continued on next page

Table 2 continued

Xe buýt/khách	0,00064	0,00064	0,00064	0,00036	0,00027	0,00064
Xe ô tô	0,00912	0,00912	0,00912	0,00570	0,00456	0,00912
Xe máy	0,00148	0,00148	0,00148	0,00148	0,00148	0,00148
	beC1 CH ₄ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	-0,0075	-0,0075	-0,0075	-0,0045	-0,0032	-0,0075
Xe tải nhẹ	0,68126	0,68126	0,68126	0,55353	0,38321	0,68126
Xe buýt/khách	-0,0211	-0,0211	-0,0211	-0,0119	-0,0088	-0,0211
Xe ô tô	-0,1260	-0,1260	-0,1260	-0,0787	-0,6300	-0,1260
Xe máy	-0,0490	-0,0490	-0,0490	-0,0490	-0,0490	-0,0490
	beA PM ₁₀ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	0,0128	0,0128	0,0128	0,0128	0,0158	0,0128
Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	0,0294	0,0294	0,0294	0,0294	0,0346	0,0294
Xe máy	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0036	0,0023
	beb PM ₁₀ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	0,00588	0,00588	0,00588	0,00588	0,00693	0,00588
Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	0,01386	0,01386	0,01386	0,01386	0,01468	0,01386
Xe máy	0,00231	0,00231	0,00231	0,00231	0,00277	0,00231
	BeC1 PM ₁₀ (g/km.xe)					
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	-0,093	-0,093	-0,093	-0,093	-0,1096	-0,093
Xe buýt/khách	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xe ô tô	-0,1915	-0,1915	-0,1915	-0,1915	-0,2028	-0,1915
Xe máy	-0,01225	-0,01225	-0,01225	-0,01225	-0,0147	-0,01225

(Nguồn: Tính từ CORINAIR 1999)

Cảng biển

Đối với giao thông cảng của thành phố, thực hiện khảo sát thông tin neo đậu của các tàu thuyền và các thiết bị bốc dỡ hàng hóa tại hệ thống cảng Sài Gòn, và tính toán phát thải sử dụng công thức theo hướng dẫn của US EPA về tính toán phát thải cho hoạt động cảng. Từ phát thải của các cảng đại diện, 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.

Đối với tàu biển:

$$E = P \times LF \times A \times EF \quad (3)$$

Đối với thiết bị bốc dỡ hàng hóa:

$$E = N \times P \times LF \times A \times EF \quad (4)$$

$$LF = (AS/MS)^3 \quad (5)$$

Trong đó: LF: Hệ số tải trọng động cơ (%); AS: Tốc độ thực tế (hải lý); MS: Tốc độ cực đại (hải lý); E: Tải lượng khí thải (g); N: số thiết bị; P: Công suất lớn nhất (kW); A: Thời gian hoạt động (giờ); EF: Hệ số phát thải (g/Wh);

Tàu hỏa

Đối với hoạt động giao thông đường sắt, TP.HCM có ga Hòa Hưng là ga cuối cùng của tuyến đường sắt Bắc – Nam, tiến hành thu thập, khảo sát số lượng chuyến tàu hàng năm và phỏng vấn người lái tàu về lượng nhiên liệu tiêu hao cho hoạt động tại ga tàu, cũng như chiều dài đoạn đường sắt mà tàu đi trong địa phận của thành phố. Phát thải từ hoạt động đường sắt được tính toán theo công thức sau:

$$E = (A \times EF)/10^3 \quad (6)$$

Trong đó: E: tải lượng phát thải (tấn/năm) A: lượng nhiên liệu sử dụng (tấn/năm); EF: hệ số phát thải cho từng chất đối với loại nhiên liệu tương ứng (kg/tấn nhiên liệu).

Bến xe

Đối với hoạt động tại các bến xe, hiện tại TP.HCM có 8 bến xe lớn đó là: Bến xe Miền Đông, bến xe Miền Tây, bến xe Củ Chi, bến xe Bến Thành, bến xe Quận 8, bến xe Chợ Lớn, bến xe Ngã Tư Ga, bến xe An Sương. Phát thải tại do hoạt động này thường được bỏ qua trong tính toán phát thải, tuy nhiên đây cũng là nguồn phát thải đáng quan tâm, nhất là đối với phát thải cục bộ. Tại các bến xe, tiến hành thu thập thông tin số chuyến xe trong một năm cho từng bến xe, và đồng thời khảo sát hành vi sử dụng xe của các tài xế để biết được lượng nhiên liệu tiêu hao trong hoạt động chờ đón khách và chạy không tải trong bến (không tính

đến phát thải do xe di chuyển trên đường vì đã tính trong phần giao thông đường bộ). Công thức tính toán phát thải cho hoạt động bến xe như sau:

$$E = (A \times EF)/10^6 \quad (7)$$

Trong đó: E: tải lượng phát thải (tấn/năm), A: lượng nhiên liệu sử dụng (kg/năm) được tính toán dựa trên số lượng chuyến/năm và lượng nhiên liệu tiêu hao/chuyến, EF: hệ số phát thải cho từng chất đối với loại nhiên liệu tương ứng (g/kg nhiên liệu) được thể hiện trong **Bảng 5**.

Hàng không

Đối với hoạt động của đường hàng không, thông tin về số chuyến bay theo từng loại máy bay được thu thập cho cả năm 2017 đối với tất cả các hãng bay trong nước và quốc tế, thu thập hệ số phát thải tương ứng với từng loại máy bay thông qua hướng dẫn kiểm kê hoạt động bay của tổ chức ICAO (International Civil Aviation Organization) trong **Bảng 6**. Công thức tính cho hoạt động này như sau:

$$E = (LTO \times EF)/1000 \quad (8)$$

Trong đó: E: tải lượng phát thải (tấn/năm), LTO: số chuyến bay của từng loại máy bay trong một năm (chuyến/năm) và EF: hệ số phát thải cho từng hoạt động cất/hạ cánh cho một chuyến bay tương ứng (kg/chuyến).

KẾT QUẢ

Điều tra và khảo sát

Trong nghiên cứu này, nhóm đã tiến hành khảo sát thêm 1.099 phiếu phỏng vấn hiện trạng sử dụng xe, đồng thời tính toán dựa trên số liệu đã có cho 2.924 phiếu đã khảo sát từ 2010 đến nay, theo thống kê cho thấy hiện nay xe máy lưu thông trên đường có động cơ đáp ứng tiêu chuẩn khí thải Euro 3 là 24% và tiêu chuẩn Euro 2 là 63%, còn lại là các xe có tiêu chuẩn Euro 1 là 10% và trước đó. Đối với xe ô tô, phần lớn đều đạt tiêu chuẩn khí thải Euro 4 với 75%, kể đến là Euro 3 và Euro 5 với mỗi loại chiếm khoảng 10% nữa. Phần đông các xe tải và buýt (xe dùng dầu diesel) hiện đang lưu hành với tiêu chuẩn khí thải đạt Euro 2 với hơn 50%, còn lại là Euro 3 và Euro 1.

Thêm vào đó, nghiên cứu cũng đã tiến hành đếm xe cho 92 tuyến đường trên thành phố cho các loại đường đại diện, đếm xe thủ công từ 6 giờ đến 19 giờ, kết hợp với quay camera 24 giờ để thiết lập đường cong tải lượng xe cho từng loại đường. Theo kết quả khảo sát (**Hình 1**) cho thấy xe máy có số lượng nhiều nhất trên các loại đường với tải lượng trung bình vào giờ cao nhất lên đến 14.000 chiếc chiếm 80% phương tiện

Bảng 3: Hệ số phát thải bay hơi đối với từng loại xe

	Diurnal (g/h)	Hot soak (g/proc)	Running (g/trip)
Xe tải nặng	0,0	0,0	0,0
Xe tải nhẹ	1,419	3,414	1,743
Xe buýt/khách	1,570	4,261	0,130
Xe ô tô	0,247	0,327	0,155
Xe máy	0,943	1,274	0,345

(Nguồn: Tính từ CORINAIR 1999)

Bảng 4: Hệ số phát thải từ mặt đường khi xe chạy qua

Loại phương tiện	Hệ số phát thải (g/km.xe)	
Xe gắn máy	TSP	0,006
	PM10	0,003
	PM2,5	0,0016
Xe buýt, xe hơi	TSP	0,015
	PM10	0,0075
	PM2,5	0,0041
Xe tải nhẹ	TSP	0,015
	PM10	0,0075
	PM2,5	0,0041
Xe tải nặng	TSP	0,076
	PM10	0,38
	PM2,5	0,0205

(Nguồn: EMEP – EEA Emissions inventory guide book, 2013⁹)

Bảng 5: Hệ số phát thải cho xe tải trong bến xe và cho tàu hỏa

Chất ô nhiễm	NO _x	CO	NM VOC	PM	SO ₂
Bến xe* (g/kg)	33,37	7,58	1,92	0,94	0,5
Tàu hỏa ** (kg/tấn)	63	18	4,8	1,8	0,01

*Hướng dẫn kiểm kê khí thải của EMEP/EEA năm 2013⁹ Mục 1.A.3.b, Bảng 3-5 và Bảng 3-6.

** Hướng dẫn kiểm kê khí thải của EMEP/EEA năm 2013⁹ Mục 1.A.3.c, Bảng 3-2.

tham gia giao thông (và cao gấp 10 lần số lượng xe ô tô), chỉ có 10% là ô tô và 10% cho các xe còn lại, thời điểm có lưu lượng xe cao là từ 6 giờ đến 18 giờ, riêng xe tải nặng hoạt động trong khu dân cư có cao điểm vào ban đêm.

Tính toán phát thải

Tính toán phát thải cho hoạt động giao thông đường bộ sử dụng mô hình EMISENS cho kết quả phát thải như **Hình 2**. Kết quả chỉ ra rằng xe máy là nguồn phát thải lớn nhất với hơn 90% phát thải CO từ hoạt động

giao thông đường bộ và 80% phát thải NMVOC, các chất còn lại chiếm khoảng 60% phát thải, riêng NO_x phát thải từ xe máy chỉ chiếm 40%. Ô tô có lượng phát thải đáng kể trong tổng phát thải giao thông, chiếm hơn 20% tổng phát thải NO_x, 20% tổng phát thải SO₂ và 10% tổng phát thải bụi và CO, NMVOC. Xe sử dụng diesel như xe tải và xe buýt có phát thải NO_x và SO₂ cao với tỉ lệ phát thải là 40% và 20% tương ứng. Các nguồn phát thải khác như hoạt động cảng sông/biển, cảng hàng không, bến xe và tàu hỏa được tính toán dựa vào lượng nhiên liệu tiêu thụ và hệ số

Bảng 6: Hệ số phát thải cho các loại máy bay (đơn vị kg/chuyến)

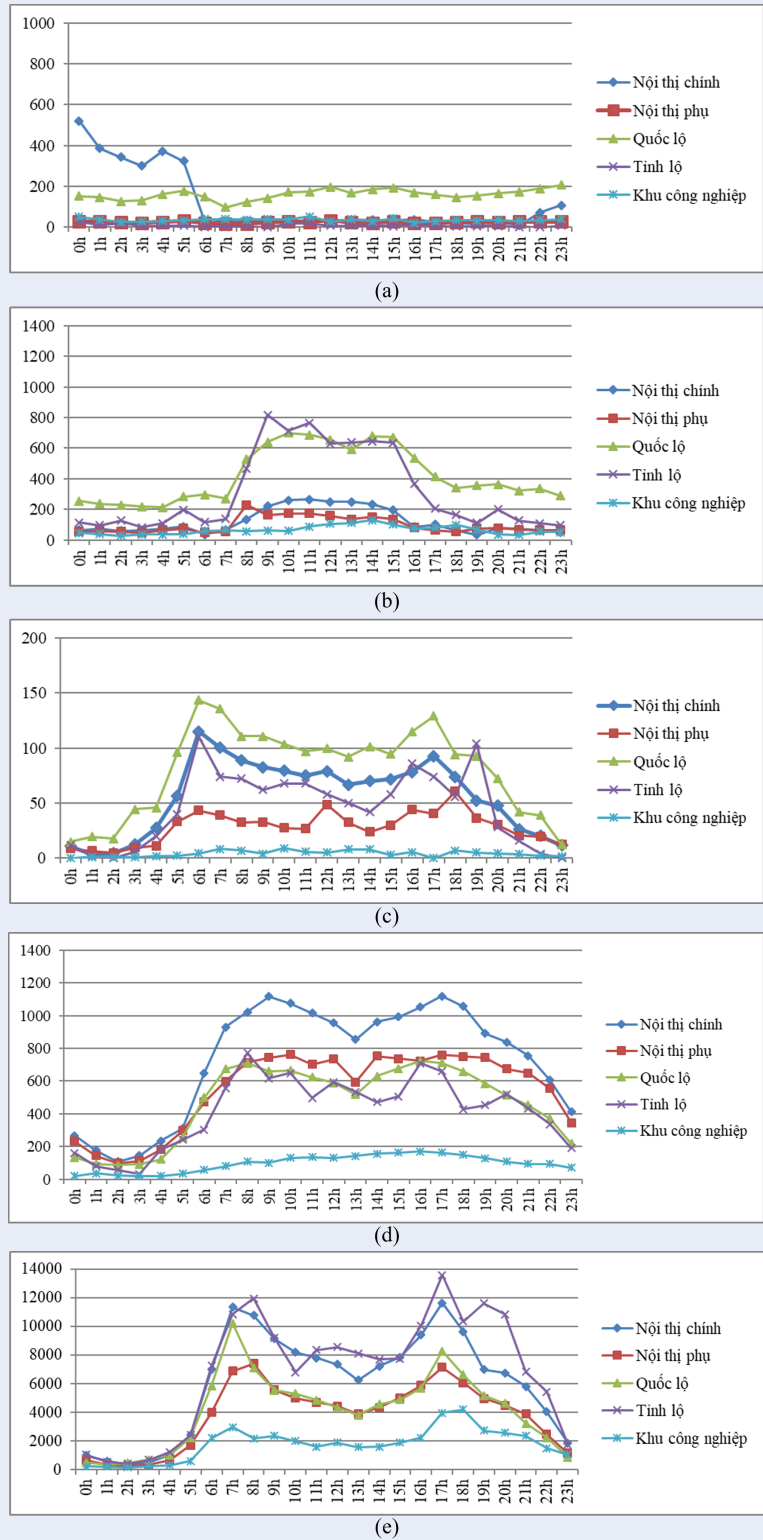
Loại máy bay	NO _x	SO ₂	CO	NM VOC	BỤI
Airbus A318	6,71	0,6	10	2,0	0,06
Airbus A320	11,28	0,7	8	1,6	0,07
Airbus A321	17,29	0,9	4	0,1	0,18
Airbus A330	35,57	2,2	16	1,3	0,16
Airbus A350	40,49	1,8	20	0,9	0,16
ATR7	2,34	0,2	2	0,0	0,00
ATR72	2,34	0,2	2	0,0	0,00
Boeing B787	17,15	1,3	15	0,5	0,09
Boeing B737	10,30	0,7	8	0,9	0,07
Boeing B738	12,30	0,7	7	0,7	0,07
Boeing B737-400	10,30	0,7	8	0,9	0,07
Airbus A340	10,96	1,9	26	4,2	0,16
Boeing B737	6,74	0,9	16	4,5	0,07
Airbus A300-600	35,57	2,2	16	1,3	0,16
Boeing B747	49,17	3,2	115	48,4	0,00
Boeing B767	23,76	1,5	15	3,3	0,00
Boeing B757	23,43	1,4	8	0,2	0,00
Airbus A319	7,46	0,6	9	2,0	0,06
MD-11	38,17	2,2	18	1,4	0,17
Boeing B777	69,79	2,6	48	5,1	0,21
B763	26,67	1,5	30	7,6	0,16
DH8	2,33	0,2	2	0,0	0,00
B772	61,24	2,0	12	0,4	0,16
B735	7,19	0,7	13	0,8	0,06
A359	79,99	3,1	8	0,3	0,44
B77W	69,79	2,6	48	5,1	0,21
B788	17,15	1,3	15	0,5	0,09
E90	0,41	0,1	1	0,1	0,00

Nguồn: mục 1.A.3.a CORINAIR cho hàng không và ICAO, 2011: Airport Air Quality Manual, Bảng B-1¹⁰

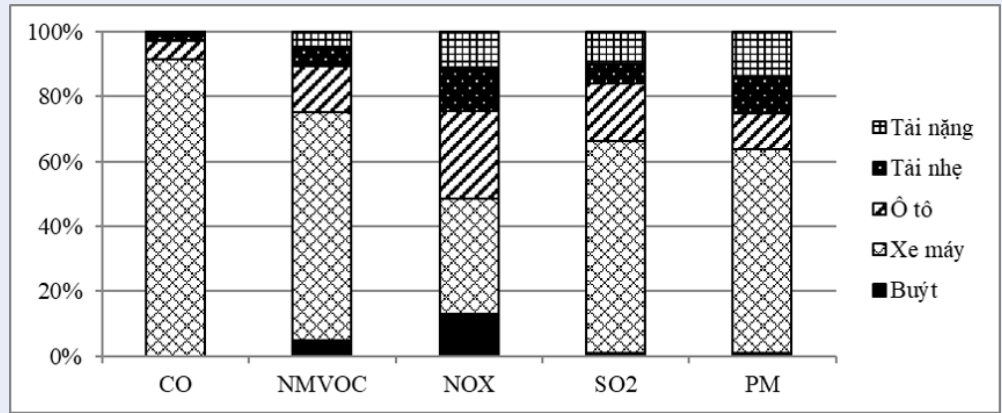
Bảng 7: Số lượng phiếu khảo sát cho từng loại xe

Nguồn	Xe máy	Ô tô	Tài nhẹ	Buýt	Tài nặng	Tổng
Kế thừa*	718	610	523	576	497	2.924
NC này	461	338	81	80	139	1.099
Tổng	1179	948	604	656	618	4023

*Hồ Quốc Bằng và cộng sự, 2011⁶



Hình 1: Đường cong lưu lượng: xe tải nặng (a), xe tải nhẹ (b), xe buýt (c), xe ô tô (d) và xe máy (e).



Hình 2: Thành phần tỉ lệ phát thải theo loại xe.

Bảng 8: Tổng lượng phát thải từ hoạt động giao thông (tấn/năm)

Nguồn	NO _x	CO	SO ₂	NMVOC	Bụi
GT đường bộ	41.607	3.497.211	8.014	585.075	2.551
Bến xe	56	17	1	4	3
Hàng không	1.254	1.374	76	166	12
Cảng	4.121	750	2.005	260	316
Tàu hỏa	10	3	18	0,74	0,63
Tổng cộng	47.048	3.499.354	10.114	585.506	2.883

phát thải tương ứng cho từng nguồn. Phát thải tổng hợp được thể hiện trong **Bảng 8**.

Phân bố phát thải trong không gian

Để xây dựng bản đồ phát thải cho hoạt động giao thông, bản đồ hệ thống giao thông được thu thập trong đó có chứa các thông tin cơ bản của từng tuyến đường như chiều dài, tọa độ, tên đường... và bản đồ hành chính của thành phố. Bên cạnh đó, thiết lập bản đồ ô lưới với độ phân giải 500 m x 500 m bao trùm cả khu vực thành phố, dùng để cắt bản đồ hệ thống đường thành những đoạn nhỏ nằm trong ô lưới. Phát thải từ hoạt động giao thông được phân bố cho từng ô lưới nếu trong ô đó có chứa đường và các nguồn giao thông khác (như sân bay, cảng, bến xe v.v...).

Kết quả bản đồ phân bố phát thải cho hoạt động giao thông của thành phố được thể hiện trong **Hình 3**. Trong đó NO_x có phát thải cao tập trung tại khu vực nội thành TP. HCM và khu vực sông Sài Gòn chỗ các bến cảng tập trung với giá trị phát thải cao nhất đạt 2.476 tấn/năm/ô lưới. Một số khu vực có phát thải NO_x cao cần quan tâm đó là quận 5, quận 8 và quận 3 và quận 1 với lượng phát thải NO_x trung bình dao động từ 148 – 301 tấn/năm/ô lưới là nơi có hệ thống

giao thông dày đặc, các khu vực phía ngoài trung tâm thì phát thải nhìn chung ít hơn chỉ dao động từ 35 – 72 tấn/năm/ô lưới. Quận 4 cùng một số khu vực quận 7 và Nhà Bè là nơi có khá nhiều bến cảng dọc theo sông Sài Gòn nên có lượng phát thải cao.

SO₂ có tải lượng phát thải cao nhất đạt 1.854 tấn/năm/ô lưới tại khu vực cảng tập trung, cao nhất tại quận 4, quận 7 và quận 2. Khu vực trung tâm thành phố có tải lượng SO₂ trung bình từ 11 – 64 tấn/năm/ô lưới, các quận ngoại thành có tải lượng thấp hơn.

Bụi cao nhất đạt 234 tấn/năm/ô lưới tại vị trí cảng quận 4 và quận 2. Ngoài ra vì bụi chủ yếu là từ khí thải xe gắn máy, xe ô tô và bụi sinh ra trên mặt đường khi xe chạy trên đường, nên các quận trung tâm có lưu lượng xe cao nên phát thải bụi do giao thông cao tại trung tâm thành phố với tải lượng trung bình từ 21 – 47 tấn/năm/ô lưới.

Bản đồ phát thải CO nhìn chung có giá trị khá cao phân bố đều cho các quận huyện, tuy nhiên khu vực trung tâm thành phố vẫn có lượng phát thải cao hơn và tập trung hơn, với giá trị cao nhất đạt 25.282 tấn/năm/ô lưới. Vì CO chủ yếu là do xe gắn máy, chiếm 90% tổng phát thải CO tại TP.HCM.

NM VOC cao nhất ở khu vực nội thành TP.HCM với mức độ tập trung phát thải tương tự CO, giá trị cao nhất đạt 4.230 tấn/năm/ô lười.

THẢO LUẬN

Với kết quả tính toán phát thải từ các nguồn như bến xe và tàu hỏa là không đáng kể so với tổng lượng phát thải sinh ra từ hoạt động giao thông của thành phố, ngược lại, phát thải từ hoạt động giao thông đường bộ là nguồn thải chính với tỷ lệ phát thải trên 90% đối với NO_x, CO, NM VOC và bụi. Riêng đối với nguồn giao thông đường bộ, phát thải của xe máy chiếm phần lớn như trong Hình 2, do số lượng xe máy lưu thông trên đường nhiều gấp 10 lần số lượng các xe khác. Một phát hiện mới của nghiên cứu này là phát thải từ hoạt động của hệ thống cảng chiếm đến 20% SO₂ và 10% bụi so với tổng phát thải từ hoạt động giao thông.

Tuy nhiên, với kết quả từ các bản đồ phân bố phát thải cho thấy, tuy rằng hệ thống cảng chỉ đóng góp một phần so với hoạt động giao thông đường bộ, nhưng lại có ảnh hưởng quan trọng đối với khu vực lân cận, vì các cảng thường có phát thải lớn và tập trung tại một điểm vì vậy tải lượng phát thải tại các khu vực có hệ thống cảng sẽ cao hơn so với các khu vực khác, như trong Hình 3 đối với các chất NO_x (Hình 3a), SO₂ (Hình 3b), bụi (Hình 3c), nồng độ các chất này tại khu vực cảng là cao hơn so với khu vực trung tâm. Nhưng đối với chất CO (Hình 3d) và NM VOC (Hình 3e) thì ngược lại, vì phát thải từ các chất này chủ yếu là do hoạt động từ xe gắn máy.

Vì vậy, qua kết quả tính toán phát thải và phân bố phát thải vào không gian cho từng chất, nghiên cứu đã phác họa bức tranh cụ thể về hiện trạng và đặc trưng của phát thải theo từng loại nguồn đối với hoạt động giao thông của thành phố Hồ Chí Minh, và từ đó cung cấp thông tin hỗ trợ các nhà quản lý trong nỗ lực kiểm soát ô nhiễm không khí.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã tiến hành kiểm kê phát thải khí thải từ hoạt động giao thông cho thành phố Hồ Chí Minh và đồng thời phân bố lượng phát thải này theo không gian.

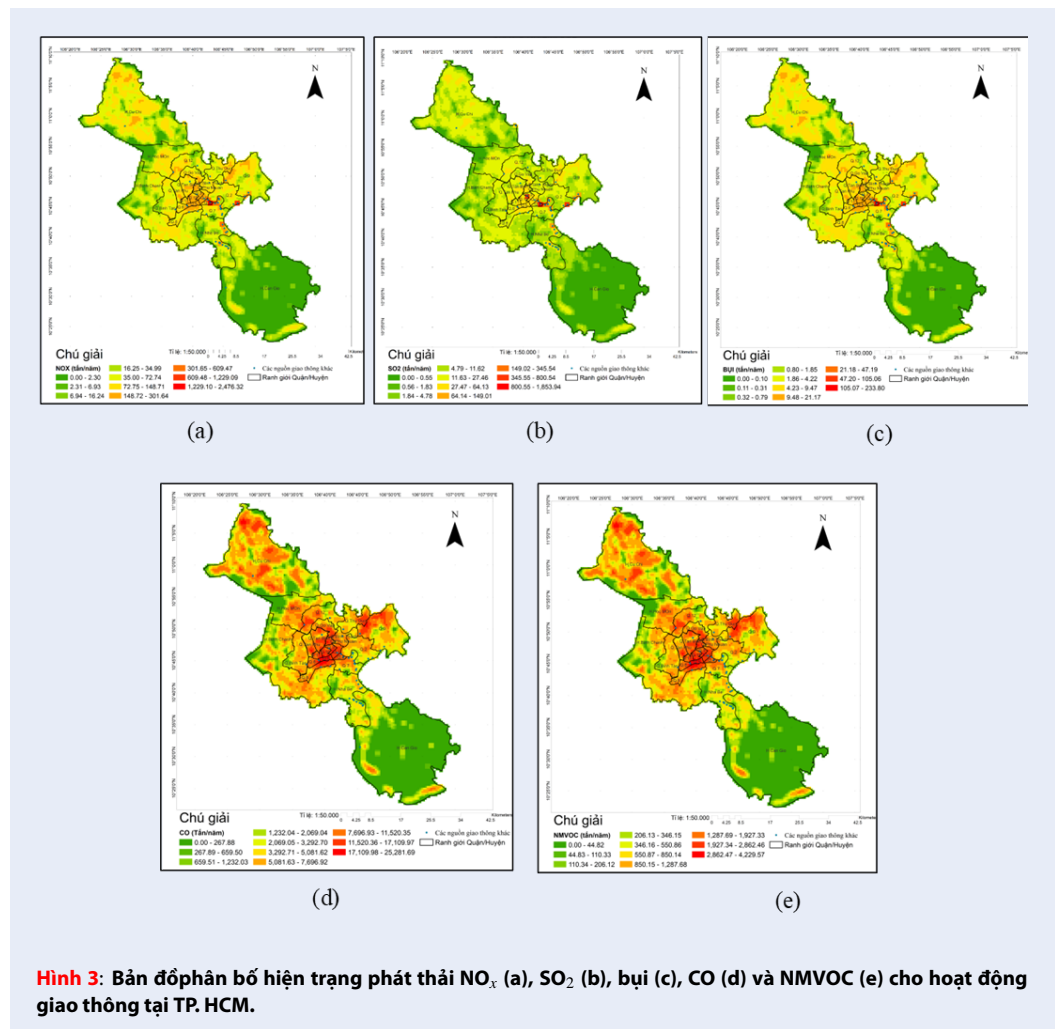
Phát thải do hoạt động giao thông tại thành phố nhìn chung đa dạng do trong thành phố có nhiều hình thức giao thông vận tải như hàng không, cảng, bến xe, tàu hỏa, giao thông đường bộ. Tuy nhiên giao thông đường bộ vẫn là nguồn chiếm tỷ trọng cao và là nguồn phát thải chính của thành phố, nhất là đối với xe gắn máy vì đây chính là phương tiện giao thông chiếm số lượng nhiều nhất và phát thải nhiều nhất trong hoạt động giao thông đường bộ. Phát thải từ hoạt động giao thông đường bộ chiếm 88% NO_x, 99% CO, 79%

SO₂, 99% NM VOC, 88% bụi so với tổng phát thải giao thông của thành phố. Một phát hiện mới của nghiên cứu này là phát thải từ hoạt động của hệ thống cảng chiếm đến 20% SO₂ và 10% bụi so với tổng phát thải từ hoạt động giao thông thành phố.

Với bản đồ phát thải khí thải từ hoạt động giao thông trong cho thành phố, cho thấy được khu vực trung tâm như các quận 1, quận 10, quận 3, quận 5 thường có phát thải cao hơn các khu vực khác. Bên cạnh đó, các khu vực ở quận 4, quận 7 và quận 2 nơi có khu vực cảng Sài Gòn và cảng Cát Lái thường có phát thải cao các chất SO₂, NO_x và bụi. Vì vậy phải kiểm tra định kỳ khí thải xe gắn máy, đánh giá tổng thể xe gắn máy quá cũ kỹ và lạc hậu tiến hành loại bỏ các xe gây ô nhiễm này, cần có chính sách phân bổ lại các khu vực tập trung dân cư và phát triển hệ thống đường cho các khu vực ngoại thành để giảm bớt áp lực giao thông cho khu vực trung tâm thành phố, cũng như nâng cấp các cảng sông phía khu vực Nhà Bè và dọc quận 7 hiện có để giảm áp lực cho các cảng Sài Gòn và Cát Lái để tránh gây phát thải cao cho khu vực cảng lớn.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

- AQI: Chỉ số chất lượng không khí (Air Quality Index)
- EAA: Cơ quan Môi trường Châu Âu (Europe Environment Agency)
- EMEP: Chương trình Giám sát và Đánh giá của Châu Âu (European Monitoring and Evaluation Programme)
- EPFL: Trường Đại học Bách khoa Liên Bang Lausanne (Swiss Federal Institute of Technology Lausanne)
- GIZ: Tổ chức Hợp tác Quốc tế Đức (German International Cooperation)
- GreenID: Trung Tâm Phát triển Sáng tạo Xanh (Green Innovation and Development Centre)
- GTVT: Giao thông vận tải
- ICAO: Tổ chức Hàng không Dân dụng Quốc tế (International Civil Aviation Organization)
- KCN: Khu công nghiệp
- LPAS: Phòng thí nghiệm ô nhiễm không khí và đất (Air and Soil Pollution Laboratory)
- LTO: Hạ cánh và cất cánh (Landing and Take-Off)
- NM VOC: Hợp chất hữu cơ bay hơi không chứa Methane (Non-Methane Volatile Organic Compound)
- PM: Hạt vật chất (Particulate Matter)
- QCVN 05:2013/BTNMT: Quy chuẩn quốc gia về Chất lượng không khí xung quanh (National Technical Regulation on Ambient Air Quality)
- TP.HCM: Thành phố Hồ Chí Minh
- TSP: Tổng các hạt lơ lửng – Bụi Tổng (Total Suspended Particulate)



Hình 3: Bản đồ phân bố hiện trạng phát thải NO_x (a), SO₂ (b), bụi (c), CO (d) và NMVOC (e) cho hoạt động giao thông tại TP. HCM.

WHO: Tổ chức Y tế Thế giới (World Health Organization)

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Vũ Hoàng Ngọc Khuê : Thực hiện khảo sát phỏng vấn, đếm xe để thu thập các dữ liệu; Thực hiện tính toán xử lý dữ liệu và chạy mô hình EMISENS; Thực hiện phân bố phát thải trong không gian

Hồ Minh Dũng : Phát triển và lựa chọn phương pháp tính toán, hệ số tính toán phát thải cho giao thông đường bộ

Nguyễn Thoại Tâm : Thực hiện khảo sát phỏng vấn, đếm xe, thu thập dữ liệu nguồn hàng không

Nguyễn Thị Thúy Hằng : Thực hiện khảo sát phỏng vấn, đếm xe, thu thập dữ liệu cho bến xe và tàu hỏa

Hồ Quốc Bằng: Phát triển phương pháp, điều phối và quản lý quá trình nghiên cứu, thiết lập mô hình EMISENS, tính toán phát thải cảng biển

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam kết không mâu thuẫn quyền lợi và nghĩa vụ các thành viên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Councils L. London Councils. Demystifying Air pollution; 2018. In: London; 2018.
2. Wangwongwatana S. Air Quality Management: Thailand's Experiences; 2013. Available from: https://www.iges.or.jp/isap/2013/PDF/L1/ISAP_L1_4_Supat.pdf.
3. Air Quality Atlas for Europe: mapping the sources of fine particulate matter. European Commission. 2017;
4. Sở Giao thông Vận tải TP HCM, 2017. Hội thảo khoa học "Kiểm soát nhu cầu sử dụng xe cá nhân trên địa bàn TPHCM – thực trạng và giải pháp" ngày 20/04/2017.
5. Thư NTA. Báo cáo chất lượng không khí năm 2017; 2018. Available from: http://www.greenidvietnam.org.vn//app/webroot/upload/admin/files/140518_AQR_VIE_FINAL_compressed.pdf.
6. Quoc HB, Clappier A. Road traffic emission inventory for air quality modelling and to evaluate the abatement strategies: A case of Ho Chi Minh City, Vietnam. Atmospheric environment. 2011;45(21):3584–3593.
7. Dũng HM, Thăng ĐX. Nghiên cứu xây dựng hệ số phát thải chất ô nhiễm từ phương tiện giao thông đường bộ phù hợp

với điều kiện của thành phố Hồ Chí Minh. In: Tạp Chí Phát Triển KH&CN. vol. 13 of M2 – 2010; 2010. p. 5–18.

8. Urban transport energy demand and emission analysis – Case study of HCM city. DOSTE (Department of Science, Technology and Environment of Ho Chi Minh City). 2001,;
9. Technical guidance to prepare national emission inventories. In: and others, editor. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013. vol. 12. EEA Technical report;. Available from: [10.2800/92722](https://doi.org/10.2800/92722).
10. International Civil Aviation Organization. Airport Air Quality Manual; 2011. Available from: https://www.icao.int/publications/Documents/9889_cons_en.pdf.

Inventory and mapping the air emissions from transportation activities in Ho Chi Minh city

Vu Hoang Ngoc Khue*, Ho Minh Dung, Nguyen Thoai Tam, Nguyen Thi Thuy Hang, Ho Quoc Bang

ABSTRACT

Ho Chi Minh City plays a role as a leading economic and social center in the South of Vietnam, together with the urbanization, transportation system is being rapidly developing, resulting in an increase in emissions from these activities, and worsen the quality of the city. Therefore in this study, emission inventory for transportation has been conducted using the EMISENS model and then using GIS software to distribute the emissions in space in order to have the overall picture of air emissions of this city. The results showed that on-road activities especially from using motorcycles are the major contributor to air emissions in the city. On-road source in general accounting for 88% of NO_x, 99% of CO, 79% of SO₂, 99% of NMVOC, 88% of PM in total emissions from transportation activities. Key finding in this study is that harbour activities contribute up to 20% of total SO_x and 10% of total PM. Other sources of transportation (airport, harbour, bus station, rail way) only accounting for negligible amount of emissions. Emission maps of transportation showed that central areas (District 1, District 10, District 3 and District 5) reached higher level of emissions than others. In addition, harbour areas as District 2, District 4 and District 7 where Saigon Port and Cat Lat Port are located in suffer the highest emissions of SO₂, NO_x and Dust.

Key words: Ho Chi Minh City, emission inventory, transportation, emissions map

Institute for Environment and Resources,
VNU-HCM

Correspondence

Vu Hoang Ngoc Khue, Institute for
Environment and Resources, VNU-HCM

Email: vhnk1304@gmail.com

History

- Received: 17-01-2019
- Accepted: 25-3-2019
- Published: 27-6-2019

DOI :

<https://doi.org/10.32508/stdjns.v3i2.687>



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



SCAN ME

Cite this article : Khue V H N, Dung H M, Tam N T, Hang N T T, Bang H Q. **Inventory and mapping the air emissions from transportation activities in Ho Chi Minh city.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 3(2):100-114.