

Khảo sát và đánh giá sơ bộ phát thải của một số máy móc thi công trong các dự án xây dựng dân dụng

Survey and preliminary assessment of emissions for some construction machinery in civil construction projects

> ĐINH THỊ PHƯƠNG LAN^{1*}, NGUYỄN THÀNH TRUNG¹, LÊ THỊ HUYỀN¹, NGUYỄN KHẢ QUANG¹, NGUYỄN PHAN MỸ ANH²

¹ Khoa Kỹ thuật môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; * Email: landtp@huce.edu.vn

² Công ty TNHH Tư vấn Đại học xây dựng

TÓM TẮT

Sự phát triển nở rộ các dự án xây dựng và công trình cao tầng ở Việt Nam gây ảnh hưởng không nhỏ đến môi trường, nhất là môi trường không khí. Trong đó máy móc thi công xây dựng cũng là nguồn phát thải lớn khí nhà kính (CO₂, CH₄, H₂O,...), và các chất ô nhiễm không khí khác (NO_x, CO, Dust (PM), PAHs...)... tuy nhiên lại chưa được quan tâm nhiều. Nghiên cứu này tìm hiểu hiện trạng việc sử dụng máy móc xây dựng và tính toán sơ bộ phát thải các chất ô nhiễm từ máy móc thi công ở một số dự án xây dựng thông qua việc thực hiện khảo sát tại chính dự án ở ba thành phố (Hà Nội, Hưng Yên, Quảng Ninh). Kết quả cho thấy một số loại máy thi công xây dựng hiện nay đã cũ, lạc hậu, không được bảo trì, bảo dưỡng thường xuyên và có nồng độ phát thải các chất ô nhiễm CO, NO_x, HC khá lớn.

Từ khóa: Nhà cao tầng; máy xây dựng; phát thải ô nhiễm; ô nhiễm môi trường không khí.

ABSTRACT

The flourishing development of construction projects and high-rise buildings in Vietnam has caused a significant impact on the environment, especially the air environment. Construction machineries release a great amount of greenhouse gas emissions (CO₂, CH₄, H₂O,...), and others air pollutants (NO_x, CO, Dust (PM), PAHs...); however, there are the lack of deep works to study about those machines. So, this study investigates the current status of the use of construction machinery and the preliminary emission of pollutants from construction machinery at nine projects in three provinces (Hanoi, Hung Yen, and Quang Ninh). The results show that some construction machines have a large concentration of CO and NO_x, HC pollutants in the environment because they are too old, outdated, and regularly unmaintained.

Keywords: High-rise buildings; construction machinery; pollution emissions; air pollution.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa ngày nay, ô nhiễm không khí là bài toán mang tính thời sự, gây ra những ảnh hưởng lớn đến sức khỏe con người. Theo thống kê của tổ chức Y tế thế giới (WHO), ô nhiễm không khí là nguyên nhân gây ra gần 7 triệu ca tử vong trên toàn cầu mỗi năm. Theo báo cáo viện Health Effects Institute 2018, hơn 95% dân số thế giới đang phải hít thở bầu không khí ô nhiễm, trên 60% phải sống ở những khu vực không đáp ứng được chỉ tiêu cơ bản nhất của WHO.

Việt Nam được đánh giá là nước đứng trong nhóm 10 nước ô nhiễm không khí hàng đầu châu Á theo báo cáo thường niên về chỉ số hiệu quả môi trường do tổ chức môi trường Mỹ thực hiện (The Environmental Performance Index-EPI). Theo báo cáo của Tổng cục Môi trường trong những năm gần đây, tại Hà Nội phần lớn nồng độ trung bình năm của các chất ô nhiễm dạng bụi

(PM_{2.5}, PM₁₀) đều cao hơn QCVN 05. Các khí SO₂ và CO nhìn chung ở ngưỡng an toàn. Khí NO₂ ở khu vực nội thành thường tiệm cận hoặc vượt ngưỡng trung bình năm. Theo báo cáo, có những khoảng thời gian nồng độ trung bình 24 giờ của PM_{2.5} cao vượt QCVN lên tới hơn 2 lần. Tại thời điểm đó giá trị AQI tại một số trạm ở mức xấu, rất xấu, có lúc nằm ở mức nguy hại.

Trong các nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường không khí đến từ yếu tố con người thì giao thông và xây dựng là hai lĩnh vực quan trọng, ảnh hưởng lớn đến chất lượng không khí ở các đô thị. Thực tế những năm gần đây việc xây dựng, triển khai các dự án tại các đô thị ở Việt Nam phát triển tốt cả về quy hoạch hạ tầng và kiến trúc đô thị. Dù ảnh hưởng bởi dịch Covid-19, nhưng theo khảo sát của Tập đoàn cung cấp dịch vụ bất động sản Savills cho thấy thị trường bất động sản ở Việt Nam vẫn có bước phát triển tốt trong những năm qua. Tại các thành phố lớn như Hà Nội, TP.HCM,

Đà Nẵng, Hải Phòng, Quảng Ninh,...liên tục triển khai các chương trình phát triển đô thị, với thiết kế hiện đại, đầy đủ tiện ích tạo nơi ở chất lượng cao cho cộng đồng dân cư.

Quyết định 1878/QĐ-TTg phê duyệt quy hoạch xây dựng thủ đô Hà Nội đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050 đã đưa ra mục tiêu của nhiệm vụ quy hoạch chung là xây dựng Thủ đô Hà Nội trở thành một đô thị hoạt động có hiệu quả, bền vững, có tính cạnh tranh cao và là thủ đô có lịch sử, văn hóa truyền thống, cảnh quan, kiến trúc đặc trưng phát triển và bảo tồn được riêng biệt [1]. Trong giai đoạn 2015 - 2020, thành phố tiếp tục quan tâm phát triển đồng bộ, hiện đại hóa hệ thống kết cấu hạ tầng đô thị, nhất là hệ thống đường vành đai, trục hướng tâm, cầu đường bộ, hoàn thành một số công trình giao thông trọng điểm, cấp bách. Cùng với đó, tốc độ phát triển nhà ở, các chung cư cao tầng ở Hà Nội cũng ngày càng tăng. Theo Quyết định số 5019/QĐ-UBND phê duyệt Kế hoạch phát triển nhà ở thành phố Hà Nội giai đoạn 2021 - 2025, TP Hà Nội đặt ra chỉ tiêu cụ thể phát triển nhà ở hằng năm, cụ thể: năm 2021, phát triển 5.267.000m²; năm 2022 là 8.419.000m²; năm 2023 là 9.514.000m²; năm 2024 là 9.696.000m² và năm 2025 là 11.104.000m² sàn nhà ở [2]. Một số dự án nổi trội trở thành điểm nóng về phát triển cao ốc có thể kể đến như: dọc trục đường Nguyễn Tuân (Quận Thanh Xuân) dài 720m nhưng có tới khoảng 6.000 căn hộ chung cư đã và đang mở bán. Trục đường Lê Văn Lương chỉ dài 2km nhưng có tới 40 công trình cao tầng.

Với sự phát triển đô thị, gia tăng liên tục các dự án, công trình xây dựng tại các thành phố lớn, sự phát tán ô nhiễm ra môi trường không khí đến từ máy móc thi công xây dựng là không thể tránh khỏi. Điều này tác động lớn đến cuộc sống cũng như sức khỏe của cư dân xung quanh. Theo báo cáo của Cơ quan bảo vệ Môi trường Mỹ EPA tổng lượng phát thải KNK chủ yếu đến từ các phương tiện giao thông trên đường (92,5%) và phần còn lại (7,5%) đến từ các thiết bị phi đường bộ bao gồm thiết bị xây dựng. Trong đó thiết bị xây dựng thải ra 40% lượng phát thải khí nhà kính của nhóm thiết bị phi đường bộ [3].

Trong nỗ lực kiểm soát khí thải từ động cơ, Việt Nam cũng đã ban hành nhiều tiêu chuẩn liên quan như TCVN 5418:1991 quy định về độ khói trong khí thải động cơ diesel. Tiêu chuẩn này được áp dụng cho tất cả các loại ô tô sử dụng động cơ diesel. TCVN 6438:1998 quy định lại cụ thể hơn giới hạn cho phép của các chất ô nhiễm trong khí thải của phương tiện vận tải. TCVN 6438:2001 về phương tiện giao thông đường bộ - Giới hạn cho phép lớn nhất của khí thải ra đời thay thế tiêu chuẩn TCVN 6348:1998 và TCVN 5947:1996. TCVN 7357:2010 về "Phương tiện giao thông đường bộ - khí thải gây ô nhiễm phát ra từ mô tô - yêu cầu và phương pháp thử trong phê duyệt kiểu". Một số nghiên cứu về hệ số phát thải động cơ như Hoàng Dương Tùng và cộng sự (2011). Development of emission factors and emission inventories for motorcycles and light duty vehicles in the urban region in Vietnam. Science of The Total Environment, 409 (14)[4]; Nghiêm Trung Dũng và cộng sự (2019). Development of the specific emission factors for buses in Hanoi, Vietnam. Environmental Science and Pollution Research 26 [5] ...Tuy nhiên chưa có Quy chuẩn hay Tiêu chuẩn nào quy định về phát thải trong máy móc, thiết bị xây dựng. Hiện cũng chưa có nghiên cứu nào ở Việt Nam về vấn đề phát thải trong máy móc và thiết bị thi công xây dựng.

Trong các dự án xây dựng, việc sử dụng các loại máy móc thi công rất đa dạng về chủng loại đối với từng giai đoạn của dự án. Có thể phân loại máy thi công xây dựng thành 4 nhóm máy khác nhau. Nhóm máy vận chuyển bao gồm: máy kéo; xe tải tự đổ (xe ben)... Nhóm máy thi công đất bao gồm: máy san đất bánh lốp, máy ủi bánh xích, máy xúc lật bánh lốp, máy đầm, máy lu bánh lốp, máy cọc khoan nhồi... Nhóm máy nâng bao gồm cần trục bánh

xích và cần trục bánh lốp. Nhóm máy phục vụ công tác trộn bê tông như máy đầm bê tông, máy trộn bê tông, xe vận chuyển bê tông và trạm trộn bê tông. Đa số các thiết bị máy móc thi công hạng nặng kể trên đều dùng nhiên liệu Diesel. Việc sử dụng lượng lớn máy móc thi công trong các công trình xây dựng, các dự án xây dựng khu đô thị mà không được kiểm soát nguồn khí thải động cơ sẽ là nguồn gây ô nhiễm không nhỏ đến môi trường. Vì thế nghiên cứu này là cần thiết, bước đầu đo đạc phát thải từ một số máy móc thi công xây dựng, làm cơ sở cho những nghiên cứu tiếp theo nhằm đưa ra hệ số phát thải cho máy móc thi công xây dựng, phục vụ việc đánh giá tác động môi trường hay kiểm toán môi trường không khí mà hiện nay các báo cáo vẫn dùng hệ số của Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (US EPA) hay Hội đồng liên minh châu Âu - EU-2016 [6].

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Nghiên cứu dựa trên việc thu thập, tổng hợp tài liệu liên quan đến các công trình xây dựng dân dụng, tổng hợp số liệu máy móc thi công ở một số dự án khảo sát.

- Việc khảo sát được thực hiện tại các địa điểm: Hà Nội; Hưng Yên, Quảng Ninh. Mỗi địa điểm thực hiện khảo sát tại 3 công trình khác nhau.

- Đề tài lựa chọn tính toán phát thải của CO, NO_x, HC là các chất có nồng độ phát thải lớn từ nguồn thải của động cơ, dựa trên hệ số phát thải quy định trong EU 2016 và công suất động cơ.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Hiện trạng máy xây dựng ở các công trình xây dựng hiện nay

Ở Việt Nam hiện tại các doanh nghiệp nội địa chưa thể sản xuất và cung ứng phần lớn máy và thiết bị phục vụ thi công. Bên cạnh một số máy và thiết bị đơn giản (dàn giáo, cốp pha, sàn treo, máy uốn cắt sắt, ...) gần như toàn bộ máy và thiết bị ngành xây dựng đều được nhập khẩu. Lượng máy nhập khẩu chủ yếu đến từ Nhật Bản, Trung Quốc và Hàn Quốc. Trong những năm gần đây tỷ lệ máy xây dựng nhập khẩu từ Trung Quốc tăng dần, tính đến năm 2019, tỷ lệ này chiếm 42% tổng giá trị nhập khẩu máy xây dựng của Việt Nam.

Theo số liệu ước tính của Hiệp hội Doanh nghiệp Cơ khí Việt Nam (VAMI), hiện Việt Nam có khoảng 150.000 nhà thầu xây dựng, trong đó có khoảng 2.000 nhà thầu cỡ lớn và vừa, nên nhu cầu sử dụng về máy móc xây dựng là rất lớn. Tuy nhiên các thiết bị thi công xây dựng hiện nay rất đa dạng, nhiều chủng loại và kích cỡ, công suất khác nhau, có thời gian sử dụng chênh lệch nhau lớn. Cụ thể tại 9 dự án ở 3 tỉnh khác nhau, nhóm nghiên cứu đã khảo sát lấy số liệu về công suất thiết bị, thời gian sử dụng và điều kiện bảo trì, bảo dưỡng của 6 loại máy móc khác nhau thường dùng trong xây dựng là máy đào bánh xích, cần trục bánh xích, máy đầm tĩnh, ô tô chở bê tông và xe ô tô ben. Kết quả về thời gian sử dụng của các loại máy móc này được thể hiện ở hình 1 dưới đây:

Trong một số loại máy móc xây dựng đã khảo sát thì máy đào, cần trục và máy đầm tĩnh là loại máy có thời gian sử dụng lâu nhất, hầu hết đều là máy sử dụng trên 10 năm. Máy đầm tĩnh thường sử dụng loại bánh thép với thời gian sử dụng có loại đến hơn 30 năm. Đồng máy đào bánh xích, 100% máy được khảo sát đều có thời gian sử dụng trên 10 năm, trong đó những loại máy có thời gian sử dụng trên 20 năm chiếm đến 80% khá cũ và lạc hậu. Đây là những thiết bị chuyên dụng, đặc chủng công suất lớn nên việc kiểm soát, bảo hành bảo trì là rất khó khăn và phức tạp. Ô tô ben là loại máy duy nhất có thời gian sử dụng ngắn, hầu hết các dự án được trang bị xe Ben có năm sản xuất trong vòng 10 năm trở lại đây.

Bảng 1: Quy định hệ số phát thải động cơ máy xây dựng theo EU-2016

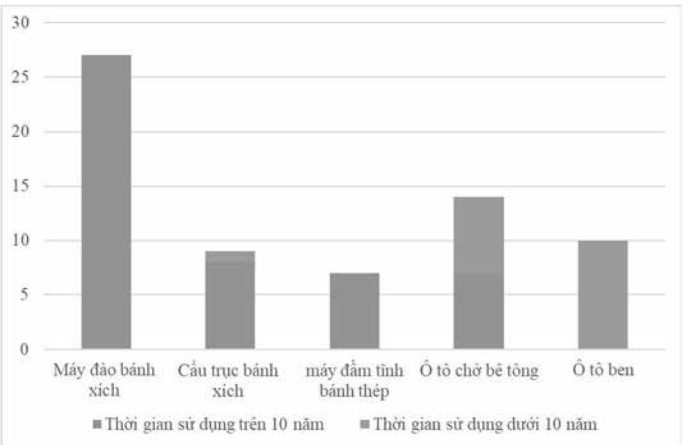
Công suất động cơ	CO	HC	Nox
kW	g/kWh	g/kWh	g/kWh
0<P<8	8,0	HC+Nox ≤ 7,5	
8<P<19	6,6	HC+Nox ≤ 7,5	
19<P<37	5,0	HC+Nox ≤ 4,7	
37<P<56	5,0	HC+Nox ≤ 4,7	
56<P<130	5,0	0,19	0,4
130<P<560	3,5	0,19	0,4
P>560	3,5	0,19	3,5

Bảng 2: Thông số máy tại dự án điển hình

Tên máy	Mã hiệu	Năm SX	Loại động cơ	Công suất động cơ kW	Thông số khác
Máy đào bánh xích					
	KOBELCO SK 250LC	2001	Diesel	125	Dung tích gầu 0,57÷1,7 m ³
	KOMATSU PC200	2000	Diesel	110	Dung tích gầu 0,57÷1,7 m ³
Máy đầm tĩnh bánh thép					
	SAKAI KD10	1989	Diesel	64	Khối lượng 12500 kg
	SAKAI KD-120	1983	Diesel	70	Khối lượng 12000 kg
Cần trục bánh xích					
	HITACHI KH125-2	1984	Diesel	110	Tải trọng nâng 35 tấn

Bảng 3: Lượng phát thải các chất ô nhiễm của máy xây dựng tại dự án điển hình

Tên máy	Mã hiệu	Công suất động cơ kW	Lượng phát thải chất ô nhiễm		
			CO	HC	NO _x
			g	g	g
Máy đào bánh xích					
	KOBELCO SK 250LC	125	5000	190	400
	KOMATSU PC200	110	4400	167,2	352
Máy đầm tĩnh bánh thép					
	SAKAI KD10	64	2560	97,28	204,8
	SAKAI KD-120	70	2800	106,4	224
Cần trục bánh xích					
	HITACHI KH125-2	110	4400	167,2	352
	Tổng		19160	728,08	1532,8



Hình 1: Kết quả khảo sát thời gian sử dụng của các loại máy

Ngoài đặc điểm về thiết bị, công suất động cơ thì thời gian sử dụng máy cũng ảnh hưởng khá lớn đến nồng độ phát thải các chất ô nhiễm của máy xây dựng. Những máy móc có thời gian sử dụng lớn, nhiều máy cũ nát, được sửa chữa, chấp vá và được quay vòng sử dụng liên tục sẽ phát thải lượng lớn chất ô nhiễm ra môi trường không khí. Ngoài ra những thiết bị này được sử dụng ngoài công trường nên dễ bị ăn mòn vật lý, ảnh hưởng đến lượng tiêu thụ nhiên liệu hơn mức hoạt động bình thường, chi phí gia tăng và đặc biệt là phát thải các chất gây ô nhiễm ra môi trường không khí không thể kiểm soát được. Đây là nguồn gây ô nhiễm rất phổ biến trong các công trình xây dựng nhưng chưa được quan tâm.

Mặt khác kết quả khảo sát được cho thấy hầu hết các máy móc thi công xây dựng ở công trình đều không có thiết bị xử lý khí thải trước khi thải ra môi trường. Chỉ có xe ben là có đi kèm bộ xử lý khí thải sơ bộ, điều này có thể liên quan đến việc các

tiêu chuẩn khí thải hiện nay mới chỉ áp dụng đối với các phương tiện tham gia giao thông trên đường. Có thể thấy một lượng lớn khí thải từ máy thi công xây dựng đã bị bỏ qua, không qua kiểm soát, kiểm định.

Một trong những nguyên nhân quan trọng ảnh hưởng đến phát thải từ máy xây dựng là việc vận hành và bảo trì thiết bị xây dựng. Đây là yếu tố quan trọng để đạt được mức tiết kiệm nhiên liệu và giảm lượng khí thải bên cạnh việc khó có thể thay thế các máy xây dựng cũ bằng máy xây dựng mới.

Theo khảo sát, hầu hết các dự án đều kiểm tra sự ra, vào của máy xây dựng bằng tem kiểm định. Các thiết bị trong thời gian kiểm định mới được phép ra vào công trình. Tuy nhiên chỉ kiểm định về mức độ an toàn, khả năng làm việc của máy mà không có phần kiểm định về nồng độ phát thải các chất ô nhiễm đối với các loại máy móc không di chuyển trên đường. Ngoài ra việc các nhà sản xuất đều đưa ra hướng dẫn về việc bảo dưỡng thiết bị, có thể bảo dưỡng hàng ngày hoặc theo số giờ làm việc mà chia làm các cấp bảo dưỡng 1,2,3. Tuy nhiên việc bảo dưỡng, sửa chữa thiết bị định kỳ chưa được đảm bảo theo đúng quy định của nhà sản xuất. Hầu hết các dự án chỉ bảo trì thiết bị khi xảy ra hỏng hóc. Điều này có thể dẫn đến chi phí sửa chữa thiết bị cao hơn, tỷ lệ tiêu thụ nhiên liệu cao hơn cũng như lượng khí thải cao do luồng không khí bị tắc và động cơ đốt cháy nhiên liệu không hoàn toàn. Bất kỳ sự cố nào trong động cơ, nếu không được chẩn đoán và sửa chữa ngay lập tức, có thể gây ra tình trạng hoạt động kém hiệu quả của thiết bị và làm tăng lượng khí thải độc hại.

3.2. Đánh giá sơ bộ phát thải đến môi trường không khí

Hiện nay Việt Nam chưa có tiêu chuẩn, quy chuẩn quy định hệ số phát thải của các loại máy móc thi công xây dựng. Hầu hết trong kiểm kê khí thải chúng ta vẫn sử dụng hệ số của Hội đồng liên minh châu Âu - EU-2016 hoặc Cơ quan bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ - US EPA.

Trong báo cáo này chúng tôi thực hiện tính toán phát thải với hệ số phát thải quy định trong chỉ thị của EU-2016 để tính toán phát thải cho dự án điển hình. Hệ số phát thải quy định được cho trong bảng 1.

Tính toán điển hình tại 1 dự án ở Quảng Ninh, tại thời điểm khảo sát công trình đang vận hành 2 máy đào bánh xích, 1 cầu trục bánh xích, 2 máy đầm tĩnh với thông số máy như trong bảng 2.

Tính toán phát thải theo các chỉ tiêu CO, NO_x, HC cho các loại máy tại dự án khảo sát điển hình, tính cho 1 ca máy với 8 giờ làm việc.

$$\text{Lượng phát thải chất ô nhiễm: } L = EF \cdot P \cdot \tau \quad (1)$$

trong đó L là lượng phát thải chất ô nhiễm (g); EF là hệ số phát thải chất ô nhiễm (g/kWh); P là công suất động cơ (kW); τ là thời gian (giờ).

Số liệu tính toán được cho trong bảng 3 dưới đây:

Có thể thấy lượng phát thải các chất ô nhiễm CO, HC, NO_x là lớn. Điển hình như nếu so sánh lượng phát thải NO_x do máy móc ở dự án với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Kỳ Phùng cùng các cộng sự về Xây dựng bộ số liệu phát thải phục vụ mô hình dự báo chất lượng không khí ở TP.HCM [7] thì lượng phát thải NO_x tại dự án xây dựng khảo sát trong một ca làm việc 8 tiếng bằng 15% so với toàn bộ lượng phát thải NO_x của xe buýt và container của TP.HCM trong một ngày. Có thể thấy đây đều là những thiết bị hạng nặng, công suất lớn, tiêu thụ nhiều nhiên liệu nên việc kiểm soát nguồn ô nhiễm từ các thiết bị máy móc thi công là rất cần thiết. Tuy nhiên trong nghiên cứu này mới chỉ bước đầu tính toán lượng phát thải của máy

móc thi công xây dựng với hệ số phát thải lấy theo tiêu chuẩn nước ngoài. Trên thực tế khảo sát cho thấy máy móc xây dựng được sử dụng ở Việt Nam đa phần là máy móc cũ, có thời gian sử dụng lâu dài, lại không được bảo trì bảo dưỡng thường xuyên. Ngoài ra tay nghề của người vận hành cũng chưa cao. Tất cả các yếu tố này đều ảnh hưởng đến sự phát thải các chất ô nhiễm. Vì vậy cần nghiên cứu sâu hơn để có thể đưa ra được hệ số phát thải phù hợp với tình hình sử dụng máy xây dựng ở Việt Nam.

KẾT LUẬN:

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát hiện trạng sử dụng máy móc thi công xây dựng ở 9 dự án thi công xây dựng và thấy rằng: Máy móc thiết bị xây dựng hiện nay ở công trường đang sử dụng có thời gian sử dụng khá lâu, nhiều máy móc cũ với thời gian sử dụng lên đến 20, 30 năm. Ngoài ra việc bảo trì, bảo dưỡng máy móc không được thực hiện thường xuyên, liên tục theo hướng dẫn tại các đơn vị thi công xây dựng. Đây là những yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến phát thải các chất ô nhiễm từ máy xây dựng. Tuy nhiên việc kiểm định về nồng độ phát thải chất ô nhiễm lại bị bỏ qua, có thể nói đây là một lỗ hổng trong vấn đề kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí ở Việt Nam. Nghiên cứu đã bước đầu tính toán phát thải dựa trên hệ số phát thải quy định trong EU-2016. Đây cũng là tiền đề cho việc phát triển các bước nghiên cứu tiếp theo để đưa ra hệ số phát thải phù hợp hơn với điều kiện máy móc, thi công, bảo dưỡng và vận hành máy xây dựng ở Việt Nam.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Xây dựng Hà Nội trong đề tài mã số 10-2022KHXD.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. 2021, Q.đ.Q.-T., Kế hoạch quốc gia về quản lý chất lượng môi trường không khí giai đoạn 2021-2025
2. 5019/QĐ-UBND, Quyết định phê duyệt Kế hoạch phát triển nhà ở thành phố Hà Nội giai đoạn 2021-2025.
3. EPA, C.D.W.D.C.E.s.S.S.P., Low Cost Ways to Reduce Emissions from Construction Equipment. . 2007.
4. Tùng, H.D., Development of emission factors and emission inventories for motorcycles and light duty vehicles in the urban region in Vietnam. Science of The Total Environment, 2011.
5. Dũng, N.T., Development of the specific emission factors for buses in Hanoi, Vietnam. Environmental Science and Pollution Research 2019.
6. COUNCIL, R.E.O.T.E.P.A.O.T. 2016.
7. Nguyễn Kỳ Phùng, N.Q.L., Nguyễn Văn Tín Xây dựng bộ số liệu phát thải phục vụ mô hình dự báo chất lượng không khí ở TP.HCM. Tạp chí khí tượng thủy văn 2017.