

TÍNH TOÁN GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ CHUYỂN ĐỔI PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG THEO HƯỚNG XANH HƠN

Nguyễn Thị Thanh Mai^{a,*}, Nguyễn Văn Nguyên^b

^a*Khoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, phường Bạch Mai, Hà Nội, Việt Nam*

^b*Công ty cổ phần Công nghệ và Xây dựng Đoàn Phát, số 29 LK9, Khu đô thị Đại Thanh,
xã Đại Thanh, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 26/02/2025, Sửa xong 18/4/2025, Chấp nhận đăng 17/6/2025

Tóm tắt

Nghị quyết 48/NQ-CP ngày 05/4/2022 của Chính phủ về tăng cường bảo đảm trật tự, an toàn giao thông và chống ùn tắc giao thông giai đoạn 2022 – 2025 đã đặt mục tiêu cắt giảm phương tiện cơ giới cá nhân gây ô nhiễm, nâng cao năng lực vận tải hành khách công cộng và thay thế bằng năng lượng sạch LPG, CNG hay sử dụng điện, đảm bảo cam kết cắt giảm phát thải khí nhà kính ở Việt Nam trong những năm tới. Hiện nay các phương pháp kiểm kê khí nhà kính từ hoạt động giao thông, làm cơ sở đề xuất chuyển đổi phương tiện xanh chưa phổ biến ở Việt Nam. Trong giới hạn bài báo, tác giả đưa ra một cách tiếp cận tính toán giảm phát thải dựa theo cam kết đóng góp do quốc gia tự quyết định của Việt Nam đến năm 2030 (NDC-2022), từ đó lựa chọn phương án chuyển đổi mô hình phương tiện giao thông ít gây ô nhiễm môi trường. Số liệu phục vụ tính toán thử nghiệm dựa trên kết quả khảo sát các phương tiện đang sử dụng tại trường Đại học Xây dựng Hà Nội. Việc mở rộng phương pháp áp dụng cho quy mô lớn hơn như khu dân cư, một thành phố sẽ được nhóm tiếp tục nghiên cứu để đảm bảo tính toàn diện, tính khả thi và tin cậy.

Từ khóa: phương pháp kiểm kê khí nhà kính; giảm phát thải; phương tiện giao thông; đại học xanh; phát triển đô thị bền vững.

GREENHOUSE GAS EMISSION REDUCTION CALCULATION BY GREENER VEHICLE TRANSITION

Abstract

Resolution 48/NQ-CP, issued by the Government on April 5, 2022, on strengthening traffic order, safety, and congestion control for the 2022–2025 period, sets the goal of reducing pollution-causing private motor vehicles, enhancing public passenger transport capacity, and replacing them with clean energy alternatives such as CNG or electric vehicles. This aligns with Vietnam’s commitment to reducing greenhouse gas emissions. Currently, methods for inventorying greenhouse gas from transportation, which serve as a basis for proposing greener vehicle transitions, are not widely applied in Vietnam. Within the scope of this paper, the author presents an approach to calculating emission reductions based on Vietnam’s Nationally Determined Contribution (NDC-2022) commitment for 2030. This approach helps identify suitable models for transitioning to less polluting vehicles. The data used for experimental calculations is derived from a survey of vehicles in use at Hanoi University of Civil Engineering. The assessment of the feasibility of greenhouse gas reduction solutions and vehicle transitions closely aligns with the general urban context of Vietnamese cities.

Keywords: greenhouse gas inventory methods; emission reduction; transportation; green universities; sustainable urban development.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce2025-19\(3V\)-05](https://doi.org/10.31814/stce.huce2025-19(3V)-05) © 2025 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Tổng quan

Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) cập nhật năm 2022 (NDC 2022) của Việt Nam đặt mục tiêu giảm phát thải trong các lĩnh vực năng lượng, nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất, chất

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: maintt@nuce.edu.vn (Mai, N. T. T.)

thải và các quá trình công nghiệp đến năm 2030 so với kịch bản phát triển thông thường (BAU). Cụ thể, đóng góp không điều kiện là 15,8% và đóng góp có điều kiện là 43,5%. Ngành Giao thông vận tải sẽ chịu trách nhiệm giảm phát thải khí nhà kính vô điều kiện theo tỷ trọng tương ứng trong cam kết cắt giảm là 15,8% vào năm 2030 so với kịch bản thông thường [1]. Việt Nam là quốc gia có sự gia tăng nhanh chóng của phương tiện cơ giới cá nhân, xe máy và ô tô con. Theo ước tính, ngành giao thông vận tải chiếm khoảng 25% tổng lượng phát thải CO₂ [2], trong đó xe máy và ô tô là nguồn phát thải CO₂ chính, lần lượt là 60% và 35% [3]. Bên cạnh đó, các phương tiện cơ giới cá nhân đang sử dụng, đặc biệt ô tô con không thực hiện nghiêm túc chế độ bảo hành, bảo dưỡng định kỳ, là nguyên nhân làm tăng lượng phát thải khí độc hại ra môi trường đô thị. Trước bối cảnh đó, việc nghiên cứu chuyển đổi phương tiện theo hướng giảm phát thải khí nhà kính theo cam kết quốc tế là cần thiết.

Chuyển đổi phương tiện xanh nói tới việc thay đổi phương thức đi lại bằng sử dụng xe đạp, đi bộ, phương tiện công cộng thay cho ô tô con. Hiện nay các phương pháp, công cụ hỗ trợ kiểm kê khí nhà kính từ sử dụng phương tiện giao thông, và lựa chọn chuyển đổi mô hình phương tiện đi lại chưa phổ biến ở Việt Nam. Trên thế giới, một số phương pháp tính toán giảm phát thải khí CO₂ từ giao thông dựa trên cách tiếp cận hệ thống, kết hợp các phương pháp và số liệu đã được áp dụng. Phương pháp tính toán phát thải cơ sở (Baseline Emissions Calculation) nhằm xác định mức độ phát thải CO₂ hiện tại và lấy làm điểm tham chiếu [4]. Phương pháp tính toán dựa trên quãng đường đi lại, lượng tiêu thụ năng lượng của phương tiện và hệ số phát thải khi đốt cháy nhiên liệu. Bên cạnh đó, phương pháp ước tính giảm phát thải từ các biện pháp cụ thể (Estimating Emission Reduction from Specific Measures) nhằm định lượng tác động của các biện pháp cụ thể như chuyển đổi phương thức vận chuyển, cải thiện hiệu quả sử dụng nhiên liệu và áp dụng xe điện (EV).

Tại Việt Nam, thông tư 17/2022/TT-BTNMT được ban hành bởi Bộ Tài nguyên và Môi trường ngày 15/11/2022 [5], quy định kỹ thuật đo đạc, báo cáo, thẩm định giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và kiểm kê khí nhà kính trong lĩnh vực quản lý chất thải. Theo thông tư, các loại khí thải được liệt kê và áp dụng các công thức tính toán như phát thải từ sử dụng nhiên liệu, phát thải từ phương tiện và mức tiêu thụ trung bình (vận tải đường bộ), phát thải tổng thể CO₂ (cân bằng tổng). Về cơ bản, công thức tính toán cũng dựa trên phương pháp tính toán phát thải cơ sở. Viện khoa học ứng dụng Quốc gia Lyon (INSA Lyon, Pháp) là cơ sở tiên phong trong nghiên cứu tính toán phát thải khí nhà kính cho trường đại học. Năm 2016, một nghiên cứu được thực hiện bởi các sinh viên quốc tế về mô hình giao thông trong khuôn viên trường, xác định các đòn bẩy cũng như rào cản tới triển khai chính sách về giao thông sinh thái. Các phương pháp điều tra, khảo sát và thu thập số liệu đã được tiến hành. Từ đó, áp dụng các công cụ để tính toán lượng phát thải tổng thể từ các hoạt động vận tải trong khuôn viên INSA Lyon, dự thảo kịch bản giảm thiểu phát thải khí nhà kính từ hoạt động giao thông đến năm 2020. Các giải pháp, kế hoạch, chiến lược nhằm đạt được mục tiêu đề ra, hướng đến một ngôi trường đại học xanh, bền vững cũng đã được đề xuất [6].

Mô hình đại học xanh đã được đề xuất từ những năm 1990 thông qua bản tuyên bố Talloires ký kết bởi 22 trường đại học hàng đầu thế giới tại Pháp [7, 8]. Ở Việt Nam một số trường đại học hàng đầu rất quan tâm, phát triển mô hình đại học xanh như Đại học Tôn Đức Thắng [9], Đại học Trà Vinh [10]. Một trong những tiêu chí quan trọng xây dựng môi trường đại học xanh thân thiện là yếu tố hạ tầng, cơ sở vật chất xanh. Phương tiện giao thông không phát thải như đi bộ, xe đạp, phương tiện công cộng được khuyến khích sử dụng. Nghiên cứu chuyển đổi mô hình giao thông xanh cho các trường đại học là việc làm cấp thiết, không chỉ đem lại môi trường học tập tốt, thân thiện hơn, mà còn đóng góp vào hành động chung của quốc gia về thực hiện giảm phát thải trong tương lai.

Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (cơ sở 1) nằm tại trung tâm thành phố, phía đông trục đường Giải Phóng, gần đường vành đai 1 về phía nam, với diện tích gần 3,9 ha. Tính đến tháng 3/2023,

trường có khoảng 948 thầy cô giảng viên, cán bộ, nhân viên, và hơn 22.000 sinh viên, học viên trong trường. Trong đó, phương tiện giao thông hai bánh chiếm phần lớn như xe máy, xe đạp, xe máy điện, xe đạp điện, song song với số lượng ô tô con tăng trưởng nhanh [11]. Điều này phần nào cho thấy bối cảnh sử dụng phương tiện cơ giới cá nhân ở các đô thị nói chung ở Việt Nam.

Trong giới hạn nghiên cứu của bài báo, cách tiếp cận kiểm kê phát thải từ phương tiện giao thông được thực hiện thông qua khảo sát, kiểm đếm phương tiện, tính toán, từ đó đề xuất phương án chuyển đổi phương tiện xanh hơn, phù hợp với yêu cầu cắt giảm phát thải khí nhà kính của Việt Nam đến năm 2030. Nhằm làm rõ phương pháp, nhóm tác giả đã sử dụng số liệu khảo sát tại trường Đại học Xây dựng Hà Nội để tính toán thử nghiệm. Kết quả giúp đưa ra những nhận xét về lựa chọn mô hình chuyển đổi phương tiện phù hợp với yêu cầu cắt giảm lượng phát thải tính toán, cũng như tính khả thi của các phương án trong bối cảnh chung đô thị.

2. Phương pháp và công cụ

2.1. Phương pháp tiếp cận nghiên cứu

Nghiên cứu dựa trên cách tiếp cận “dự báo ngược” (backcasting) [12–15] để tính toán và đề xuất phương án chuyển đổi phương tiện, nhằm đạt đến lượng cắt giảm phát thải theo cam kết của Việt Nam trong Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC-2022) đến năm 2030, với tỷ lệ cắt giảm là 15,8% so với kịch bản phát thải thông thường (BAU) [1]. Lượng phát thải từ hoạt động giao thông theo kịch bản thông thường (BAU) ở năm 2030 được tính toán dựa trên số lượng các loại phương tiện dự báo đến năm 2030, loại nhiên liệu tiêu thụ và quãng đường đi lại. Các đề xuất điều chỉnh số lượng xe ô tô, xe máy, sử dụng phương tiện công cộng (buýt) sẽ quy đổi dựa trên lượng phát thải tính toán cần cắt giảm, gồm CO₂ và bụi mịn. Xe đạp, xe đạp điện được xem có lượng phát thải không đáng kể.

2.2. Phương pháp tính toán phát thải

a. Lượng phát thải CO₂ từ phương tiện giao thông trong một ngày tính cho các loại xe và theo công thức:

$$CO_2 = L \cdot M \cdot H_{CO_2} \quad (\text{tấn/ngày}) \quad (1)$$

trong đó L là lượng tiêu thụ nhiên liệu trung bình của một phương tiện theo quãng đường đi lại trong một ngày (lít/ngày); M là tổng số phương tiện theo từng loại (chiếc); H_{CO_2} là hệ số phát thải CO₂ của loại nhiên liệu tiêu thụ (kg/lít).

Hệ số phát thải CO₂: Mỗi nhiên liệu khi đốt cháy sẽ sản sinh ra lượng CO₂ khác nhau tùy theo công thức hóa học của nhiên liệu đó. Dựa trên công thức tính toán ở Bảng 1, hệ số phát thải H_{CO_2} lần lượt của xăng, dầu Diesel, CNG là 2,28; 2,65 và 2,17 kg CO₂/lít.

Bảng 1. Hệ số phát thải CO₂ của từng loại nhiên liệu

Tên nhiên liệu	Công thức hóa học của nhiên liệu	Tỷ số về mức tiêu thụ nhiên liệu và phát thải (gram)	Khối lượng riêng của nhiên liệu (kg/lít)	Hệ số phát thải CO ₂ (kg/lít)
Tổng quát	C_nH_{2n+2}	$T = \frac{44n}{14n+2}$	D	$H = T \cdot D$
Xăng ($n = 8$)	C_8H_{18}	3,09	0,74	2,28
Diesel ($n = 16$)	$C_{16}H_{34}$	3,12	0,85	2,65
CNG ($n = 1$)	CH_4	2,75	0,79	2,17

b. Lượng phát thải bụi mịn từ phương tiện giao thông trong một ngày tính theo công thức:

$$PM = S \cdot M \cdot H_{\text{bụi mịn}} \quad (\text{mg/ngày}) \quad (2)$$

trong đó S là quãng đường đi lại trung bình của một phương tiện trong ngày (km/ngày); M là số lượng phương tiện giao thông (chiếc); $H_{\text{bụi mịn}}$ là hệ số phát thải bụi mịn (mg/km).

Hệ số phát thải bụi mịn $H_{\text{bụi mịn}}$ tham khảo theo quyết định số 49/2011/QĐ-TTg [16]. Trong đó, tiêu chuẩn khí thải Euro 4 và 5 được áp dụng cho ô tô lần lượt từ ngày 01/01/2017, và 01/01/2022. Tiêu chuẩn Euro 3 và 4, không tồn tại số liệu về bụi mịn đối với xe xăng. Nếu sử dụng số liệu của Euro 5, các loại phương tiện giao thông chạy xăng mới nhất được trang bị hệ thống phun xăng trực tiếp sẽ thải ra nhiều phân tử hạt hơn các xe xăng cũ truyền thống. Trong nghiên cứu, giả thiết các ô tô cơ bản đáp ứng được tiêu chuẩn Euro 4, xe gắn máy đáp ứng tiêu chuẩn Euro 3 từ ngày 01/01/2017.

c. Tính toán lượng tiêu thụ nhiên liệu trung bình của phương tiện

Lượng tiêu thụ nhiên liệu trung bình theo quãng đường đi lại trong một ngày của phương tiện, L , được tính toán theo công thức:

$$L = L_{TB} \cdot S \quad (3)$$

trong đó, L_{TB} là lượng tiêu thụ nhiên liệu trung bình của phương tiện tính trên 100 km (lít/100 km); S là quãng đường di chuyển trung bình của một phương tiện trong ngày (km/ngày).

Đối với ô tô, L_{TB} tính theo trung bình cộng mức tiêu thụ nhiên liệu của mỗi xe ô tô được công bố của nhà sản xuất L_{NSX} trên 100 km (lít/100 km) tùy theo dòng xe và thương hiệu, được thể hiện ở tem dán trên mỗi ô tô con. Đối với xe gắn máy, lượng tiêu thụ nhiên liệu được tính dựa trên các mẫu xe được sử dụng phổ biến hiện nay theo công bố của Cục Đăng kiểm Việt Nam. Lượng tiêu thụ nhiên liệu trung bình của một xe máy sẽ bằng trung bình cộng của 38 mẫu xe thuộc 3 hãng xe phổ biến nhất tại Việt Nam hiện nay là Honda, Yamaha, và Piaggio và lấy bằng 2,15 lít/100 km. Đối với ô tô buýt, tính đến năm 2023, các phương tiện xe buýt nhìn chung đã được thay thế đồng bộ bằng các xe đạt tiêu chuẩn khí thải Euro 4, nhiên liệu tiêu thụ trung bình là 30 lít Diesel/100 km (theo như quy định tại thông tư 65/2014/TT-BGTVT của bộ Giao thông Vận tải) [17].

d. Quãng đường đi lại của phương tiện

Đối với ô tô và xe máy cá nhân, khí thải của phương tiện được tính trên toàn bộ chiều dài quãng đường từ điểm đi tới điểm đến. Theo Tạp chí Khí tượng Thủy văn, năm 2020, quãng đường di chuyển trung bình cho một xe máy tại Hà Nội là 6,5 km/chuyến, và ô tô là 14,7 km/chuyến. Nếu tính cả chiều đi và về, quãng đường đi lại trung bình của một xe máy là 13 km và của ô tô là 29,4 km.

Đối với phương tiện công cộng là xe buýt, lượng khí thải tính toán dựa trên quãng đường đi lại trung bình bằng xe buýt của những người sử dụng phương tiện này tại một cơ sở làm việc ($S_{\text{buýt}}$).

$$S_{\text{buýt}} = \frac{n \cdot x}{a} \cdot k \quad (4)$$

trong đó n là quãng đường di chuyển trung bình của mỗi chuyến xe buýt tại Hà Nội (km), lấy bằng 19,7 km/chuyến [18]; x là số lượng chuyến buýt đi qua cơ sở làm việc trong một ngày; a là số người chuyên trở trung bình trên mỗi chuyến xe buýt (trung bình 40 người) [18]; k là số người sử dụng xe buýt tại một cơ sở làm việc quy đổi trên mỗi chuyến buýt và tính theo công thức:

$$k = \frac{a \cdot b}{c} \quad (5)$$

trong đó b là tổng số người sử dụng xe buýt tại cơ sở làm việc; c là số lượng người sử dụng xe buýt tại Hà Nội. Năm 2022, với dân số của Hà Nội đạt khoảng 8,435 triệu người, số người sử dụng phương

tiện xe buýt chiếm 18%, tương đương 1.518.300 người (hệ số c) [19]. Theo kết quả khảo sát, trường Đại học Xây dựng Hà Nội có 8% số người sử dụng xe buýt (hệ số b) tương đương khoảng 1.760 người gồm sinh viên, giảng viên và nhân viên (xem mục 3.1). Theo công thức (5), $k = 0,046$.

Hiện có 9 tuyến xe buýt chạy qua trường, gồm tuyến số 03, 03B, 21A, 21B, 25, 26, 28, 32, 41. Lịch trình hoạt động của xe buýt tại Hà Nội từ 5h đến 21h, trung bình 15 phút/chuyến [20]. Do đó tổng số chuyến xe buýt đi qua cổng trường (x) trong một ngày là 128. Theo công thức (4), quãng đường đi lại trung bình bằng xe buýt theo số người sử dụng xe buýt tại Đại học Xây dựng Hà Nội ($S_{\text{buýt}}$) là 2,92 km.

2.3. Khảo sát phương tiện đi lại tại trường Đại học Xây dựng Hà Nội

Nhóm đã thực hiện ba cuộc khảo sát bao gồm (1) Đánh giá hiện trạng giao thông, thói quen đi lại, sử dụng phương tiện; (2) Thống kê số lượng phương tiện tại các thời điểm khác nhau trong ngày và trong tuần; (3) Kiểm đếm, phân loại xe, dòng xe và lượng tiêu thụ nhiên liệu trung bình của xe ô tô con trong trường [21]. Ở cuộc khảo sát thứ nhất, các cuộc phỏng vấn ngẫu nhiên được thực hiện đối với sinh viên, giảng viên, nhân viên hành chính. Tổng số phiếu phát ra là 200, tỷ lệ thu về đạt 100%. Kết quả khảo sát được tổng hợp và thống kê bằng phần mềm Excel. Trong cuộc khảo sát thứ hai, nhóm tiến hành quan sát và ghi chép các hoạt động đi lại của tất cả ô tô, xe máy trong khuôn viên trường, chiều đi chuyển, các điểm xung đột được đánh dấu trên bản đồ. Các ngày khảo sát tập trung từ 26/12 đến ngày 05/01, vào các thời điểm 7h, 9h, 11h30, 12h, 12h30, 15h, 17h, và 17h30. Cuộc khảo sát thứ ba kiểm đếm phương tiện ở tất cả các bãi đỗ xe ô tô trong khuôn viên trường, ghi chép, phân loại ô tô theo thương hiệu, loại động cơ (xăng, diesel, điện), mức tiêu thụ nhiên liệu trung bình của mỗi xe ô tô theo công bố của nhà sản xuất. Từ các cuộc khảo sát diễn ra trong vài tuần trước đó, nhóm nghiên cứu nhận thấy số lượng xe ô tô vào ra trường biến động theo các ngày trong tuần. Một quy luật tương đối đó là số lượng phương tiện tập trung nhiều hơn vào thứ hai, ít nhất vào thứ bảy, và nhìn chung mật độ đi lại khá đồng đều trong các ngày còn lại thứ ba, thứ tư, thứ năm (trừ chủ nhật). Do việc kiểm đếm gặp một số khó khăn như cần có sự chấp thuận, và giám sát của nhân viên bảo vệ trong quá trình tiếp cận các phương tiện trong trường; bên cạnh việc nhận diện mỗi xe ô tô con cần kỹ lưỡng về thương hiệu, loại động cơ, tiêu thụ nhiên liệu cần, bởi vậy nhóm thống nhất sẽ tập trung vào một ngày trong tuần có lượng xe đi lại trung bình là thứ tư để làm cơ sở tính toán.

3. Thử nghiệm tính toán và đề xuất chuyển đổi phương tiện theo hướng giảm phát thải tại trường Đại học Xây dựng Hà Nội

3.1. Kết quả khảo sát, kiểm đếm phương tiện

Về sử dụng phương tiện, số người sử dụng phương tiện công cộng (xe buýt) khá thấp chiếm 8% (khoảng 1.760 người). Xe gắn máy vẫn là phương tiện chủ đạo, chiếm 53%, và ô tô cá nhân là 12%. Một tỷ lệ không nhỏ, khoảng 18% những người lựa chọn đi bộ và 9% sử dụng xe đạp, xe đạp điện đến trường. Ngoài ra, cuộc khảo sát trong 6 ngày tại các điểm căng thẳng về giao thông trong giờ cao điểm cho thấy trung bình có khoảng 906 lượt ô tô và khoảng 17.306 lượt xe máy cá nhân đi lại trong khuôn viên trường mỗi ngày [21]. Ô tô con sử dụng trong trường khá đa dạng về thương hiệu và dòng xe, với 139 xe ô tô sử dụng xăng, 16 xe sử dụng diesel và 1 xe chạy điện. Lượng tiêu thụ nhiên liệu trung bình cho một ô tô tính toán theo công thức (3) là 7,38 lít/100 km đối với xe xăng, và 7,03 lít/100 km đối với xe diesel (Bảng 3). Xe điện coi như không phát thải trong quá trình sử dụng. Ngoài ra, mỗi một loại động cơ sẽ có mức tiêu thụ nhiên liệu khác nhau. Về loại động cơ, đại đa số ô tô đều sử dụng động cơ đốt trong chiếm 99%, trong đó 89% xe chạy xăng và 10% diesel [21].

3.2. Lượng phát thải từ phương tiện giao thông tại năm khảo sát (2023)

Dựa vào công thức (1) và (2) lượng phát thải từ phương tiện giao thông năm 2023 là 5.673,39 tấn CO₂ và 478,42 kg bụi mịn (Bảng 2).

Bảng 2. Phát thải của giao thông trong trường ĐHXDHN năm 2023

Loại phương tiện	Loại động cơ	Số lượng (chiếc) M	Tiêu thụ nhiên liệu trung bình (lít/100 km) L_{TB}	Quãng đường di chuyển/ngày (km) S	Hệ số phát thải CO_2 (kg/lít) H_{CO_2}	Hệ số phát thải bụi mịn (mg/km) $H_{bụi\ mịn}$	Tổng phát thải CO_2 (tấn/năm)	Tổng phát thải bụi mịn (kg/năm)
Xe máy	Xăng 100%	17.300	2,15	13,00	2,28	5,00	4.023,98	410,44
Ô tô (906 xe/ngày)	Xăng (89%)	806	7,39	29,40	2,28	5,00	1.457,32	43,25
	Diesel (10%)	91	7,03	29,40	2,65	25,00	181,92	24,41
	Điện (1%)	9	0,00	29,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Xe buýt	Đường Giải Phóng (Diesel)	9	30,00	2,92	2,65	25,00	7,63	0,24
	Đường Trần Đại Nghĩa (Diesel)	3	30,00	2,92	2,65	25,00	2,54	0,08
Tổng số							5.673,39	478,42

3.3. Lượng phát thải từ các phương tiện trong khuôn viên trường theo kịch bản thông thường (BAU) đến năm 2030

Dự báo tăng trưởng phương tiện đến năm 2030 theo kịch bản thông thường (BAU): Theo Báo cáo của Ngân hàng Thế giới (World Bank) năm 2019 và kịch bản phát thải thông thường (BAU), tổng số phương tiện giao thông đường bộ được dự báo tăng trung bình hàng năm là 6,5%. Cụ thể đối với xe máy (chạy bằng xăng) tăng trung bình là 3%, xe thương mại hạng nặng là 6,5% và ô tô con là 13,3% mỗi năm [22]. Trong khuôn viên trường, xe thương mại hạng nặng không có. Theo mức tăng trưởng này, số lượng xe máy và ô tô con trong khuôn viên trường sẽ đạt 21.284 lượt xe máy/ngày và 2.172 lượt ô tô/ngày vào năm 2030 (Bảng 3). Đối với xe buýt, giả thiết các tuyến xe buýt tiếp cận với cổng trường không đổi về số lượng và nhiên liệu sử dụng theo các năm cho tới 2030 [17].

Bảng 3. Số lượng phương tiện giao thông cá nhân trong khuôn viên trường ĐHXDHN theo kịch bản phát triển thông thường (BAU) đến năm 2030

Phương tiện	Loại động cơ	Số lượng 2023	Số lượng 2024	Số lượng 2025	Số lượng 2030	Mức tăng (%/năm)
Xe máy	Xăng (100%)	17.306	17.825	18.360	21.284	3
Ô tô (xe/ngày)	Tổng số ô tô	906	1.026	1.163	2.172	13,3
	Xăng (89%)	806	914	1.035	1.933	
	Diesel (10%)	91	103	116	217	
	Điện (1%)	9	10	12	22	

Lượng phát thải từ phương tiện ô tô trong khuôn viên trường vào năm 2030 theo kịch bản thông thường (BAU) tính theo công thức (1) và (2) là 8.889,67 tấn CO_2 và 667,21 kg bụi mịn (Bảng 4).

3.4. Lượng phát thải cắt giảm so với kịch bản thông thường (BAU) ở năm 2030

Bảng 5 cho thấy lượng phát thải khí nhà kính từ phương tiện giao thông ở năm 2030 theo cam kết Đóng góp quốc gia tự quyết định tại trường ĐHXDHN là 7.485,10 tấn. Lượng CO_2 cắt giảm 15,8% tương đương 1.404,57 tấn so với kịch bản BAU.

Bảng 4. Phát thải của giao thông trong khuôn viên trường ĐHXDHN năm 2030 theo kịch bản phát triển thông thường (BAU)

Loại phương tiện	Loại động cơ	Số lượng	Tiêu thụ nhiên liệu trung bình (lít/100 km) L_{TB}	Quãng đường di chuyển/ngày (km) S	Phát thải CO ₂ (kg/lít) H_{CO_2}	Phát thải bụi mịn (mg/km) $H_{bụi\ mịn}$	Tổng phát thải CO ₂ (tấn/năm)	Phát thải bụi mịn (kg/năm)
Xe máy	Xăng	21.284	2,15	13,00	2,28	5,00	4.950,66	504,96
Ô tô (2172 xe/ngày)	Xăng (89%)	1.933	7,39	29,40	2,28	5,00	3.495,03	103,72
	Diesel (10%)	217	7,03	29,40	2,65	25,00	433,81	58,22
	Điện (1%)	22	0,00	29,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Xe buýt (Diesel)	Đường Giải Phóng	9	30,00	2,92	2,65	25,00	7,63	0,24
	Đường Trần Đại Nghĩa	3	30,00	2,92	2,65	25,00	2,54	0,08
Tổng số							8.889,67	667,21

Bảng 5. Lượng phát thải CO₂ từ phương tiện giao thông tại trường Đại học Xây dựng Hà Nội theo Đóng góp do quốc gia tự quyết định NDC-2022

Hạng mục	Năm 2030
Tổng lượng phát thải CO ₂ từ phương tiện giao thông theo kịch bản phát triển thông thường BAU (tấn CO ₂)	8.889,67
Tổng lượng phát thải CO ₂ từ phương tiện giao thông theo cam kết Đóng góp do các quốc gia tự quyết định NDC 2022 (tấn CO ₂)	7.485,10
Lượng phát thải cắt giảm từ phương tiện giao thông (tấn CO ₂)	1.404,57
Tỷ lệ cắt giảm (%)	15,8%

3.5. Đề xuất phương án chuyển đổi phương tiện theo kịch bản cắt giảm phát thải theo NDC-2022 vào năm 2030

Phương án 1: Giảm số lượng xe máy cá nhân, trong khi giả thiết số lượng ô tô vẫn tăng đều theo BAU. Để cắt giảm 15,8% phát thải CO₂ theo NDC 2022, số lượng xe máy cần cắt giảm là 6.034 xe máy/ngày, tương đương 28,3% so với tổng số xe máy dự báo là 21.284 xe/ngày. Lượng bụi mịn giảm khoảng 21,5% tương đương với khoảng 143,16 kg/năm (Bảng 6).

Bảng 6. Phương án 1 dựa theo kịch bản cắt giảm phát thải NDC 2022 cho năm 2030

Thông tin	Số lượng xe máy (xe/ngày)	Khí thải CO ₂ (tấn/năm)	Bụi mịn (kg/năm)
Số liệu theo kịch bản BAU	21.284	8.889,67	667,21
Số liệu theo kịch bản NDC-2022	15.250	7.486,16	524,06
Lượng cắt giảm	6.034	1.403,51	143,16
Tỷ lệ cắt giảm (%)	28,3%	15,8%	21,5%

Phương án 2: Giảm số lượng ô tô cá nhân, trong khi giả thiết số lượng xe máy vẫn tăng đều theo BAU. Số lượng xe ô tô giả thiết giảm cùng một lượng tương đương đối với tất cả các loại xe chạy xăng, diesel và chạy điện, trong khi thị phần các loại xe vẫn giữ tỷ lệ % như hiện tại. Bảng 7 cho thấy tổng số xe ô tô cắt giảm là 35,8%, tương đương lượng phát thải cắt giảm CO₂ là 1.404,22 tấn và bụi mịn là 57,85 kg vào năm 2030. Như vậy, lượng bụi mịn giảm đi không đáng kể chỉ khoảng 8,67%.

Bảng 7. Phương án 2 dựa theo kịch bản NDC – 2022 tính cho năm 2030

Hạng mục	Số lượng xe ô tô (xe/ngày)			Khí thải CO ₂ (tấn/năm)	Bụi mịn (kg/năm)
Số liệu theo kịch bản BAU	Tổng	Tỷ lệ	2.172	8.889,67	667,21
	Xăng	89%	1.933		
	Diesel	10%	217		
	Điện	1%	22		
Số liệu theo kịch bản NDC - 2022	Tổng	Tỷ lệ	1.396	7.485,45	609,36
	Xăng	89%	1.242		
	Diesel	10%	140		
	Điện	1%	14		
Lượng cắt giảm	Tổng		776	1.404,22	57,85
	Xăng		691		
	Diesel		77		
	Điện		8		
Tỷ lệ cắt giảm (%)	Tổng		35,8%	15,8%	8,9%
	Xăng				
	Diesel				
	Điện				

Phương án 3: Cắt giảm tổng thể các phương tiện cơ giới cá nhân và sử dụng nguyên liệu sạch cho xe buýt. Hiện tại nguyên liệu được sử dụng phổ biến có thể thay thế Diesel là Khí thiên nhiên nén (CNG). Loại nhiên liệu này có hệ số phát thải CO₂ là 2,17 kg/lít, chỉ bằng 81,9% so với nhiên liệu Diesel (2,65 kg/lít). Như vậy, nếu sử dụng CNG cho xe buýt, lượng phát thải CO₂ có thể giảm 19,1%, đặc biệt là không phát thải bụi mịn. Bảng 8 cho thấy, theo giải pháp tổng thể, đến năm 2030, để cắt giảm 15,8% lượng CO₂, số lượng phương tiện cá nhân trong trường cần cắt giảm là 3.363 xe máy và 342 xe ô tô mỗi ngày.

Bảng 8. Phương án 3 dựa theo kịch bản cắt giảm phát thải NDC 2022 cho năm 2030

Thông tin	Loại xe	Loại động cơ	Số lượng (chiếc)	Tổng phát thải CO ₂ (tấn/năm)	Phát thải bụi mịn (kg/năm)
Số liệu theo kịch bản BAU	Xe máy	Xăng 100%	21.284	8.889,67	667,21
	Ô tô	Xăng (89%)	1.933		
		Diesel (10%)	217		
		Điện (1%)	22		
Số liệu theo kịch bản NDC - 2022	Xe máy	Đường Giải Phóng (Diesel)	9	7.486,16	561,62
		Đường Trần Đại Nghĩa (Diesel)	3		
	Ô tô	Xăng 100%	17.921		
		Xăng (89%)	1.628		
		Diesel (10%)	183		
		Điện (1%)	19		

Thông tin	Loại xe	Loại động cơ	Số lượng (chiếc)	Tổng phát thải CO ₂ (tấn/năm)	Phát thải bụi mịn (kg/năm)
Lượng cắt giảm	Xe buýt	Đường Giải Phóng (CNG)	9	1.403,51	105,59
		Đường Trần Đại Nghĩa (CNG)	3		
	Xe máy	Xăng 100%	3.363		
		Ô tô	305		
		Diesel (10%)	34		
		Điện (1%)	3		
Tỷ lệ cắt giảm (%)	Xe buýt	Đường Giải Phóng	0	15,8%	15,83%
		Đường Trần Đại Nghĩa	0		
	Xe máy	Xăng 100%	15,8%		
		Ô tô	305		
		Diesel (10%)	34		
		Điện (1%)	3		
	Xe buýt	Đường Giải Phóng	0,0%		
		Đường Trần Đại Nghĩa	0,0%		
	Xe máy	Xăng 100%	15,8%		
		Ô tô	305		
		Diesel (10%)	34		
		Điện (1%)	3		

4. Nhận xét kết quả nghiên cứu

Cũng giống như bối cảnh các thành phố ở Việt Nam, trường Đại học Xây dựng Hà Nội có tỷ lệ người sử dụng phương tiện cơ giới cá nhân như xe máy cao, chỉ số ô tô hóa tăng nhanh. Điều này cho thấy sự phụ thuộc ngày càng lớn vào phương tiện cá nhân trong hoạt động đi lại ở các thành phố Việt Nam [19]. Trong một ngày khảo sát trên khuôn viên rộng 3,9 ha của trường, tổng cộng 906 lượt ô tô cá nhân và 17.306 lượt xe máy đã được kiểm đếm. Đây là con số đáng kể, phản ánh sự phát triển mạnh mẽ của phương tiện cơ giới cá nhân, đồng thời đặt ra những thách thức lớn về giao thông, môi trường và quy hoạch đô thị. Trong số các phương tiện được ghi nhận, các thương hiệu ô tô phổ biến nhất gồm Toyota (25%), Honda (10%), KIA (10%) và Mazda (11%). Đây đều là những thương hiệu nổi tiếng đến từ Nhật Bản và Hàn Quốc, với mức giá phù hợp với thu nhập trung bình của người dân Việt Nam, đồng thời có hệ thống bảo dưỡng và phụ tùng thuận tiện. Tuy nhiên, điều đáng lưu ý là 99% số ô tô được khảo sát sử dụng động cơ đốt trong (xăng và diesel), gây ra lượng phát thải lớn do quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch. Ngược lại, ô tô điện vẫn chưa phổ biến, chỉ chiếm 1% trong tổng số xe được ghi nhận, cho thấy xu hướng chuyển đổi sang phương tiện sạch chưa thực sự diễn ra mạnh mẽ trong giai đoạn này. Lượng phát thải khí nhà kính từ phương tiện giao thông trong khuôn viên trường năm 2023 được ước tính ở mức cao, với 5.673,39 tấn CO₂ và 478,42 kg bụi mịn. Đây là con số đáng báo động, không chỉ ảnh hưởng đến chất lượng không khí trong khu vực mà còn góp phần vào tình trạng ô nhiễm chung của thành phố. Thực trạng này khá phổ biến tại các đô thị lớn ở Việt Nam, nơi phương tiện cá nhân vẫn là lựa chọn ưu tiên, trong khi tại nhiều quốc gia phát triển, các loại phương tiện xanh như ô tô điện, xe đạp điện và xe chạy bằng năng lượng tái tạo đã có bước phát triển vượt bậc.

Việc sử dụng phương tiện công cộng cho các hoạt động đi lại hàng ngày vẫn còn hạn chế. Theo khảo sát, chỉ khoảng 8% cán bộ, sinh viên sử dụng xe buýt đến trường, thấp hơn nhiều so với tỷ lệ trung bình 18% người dân thành phố sử dụng phương tiện công cộng trong năm 2022 [19]. Đáng chú ý, con số này còn cách xa mục tiêu 45-50% tỷ lệ vận tải hành khách công cộng của Thành phố Hà

Nội vào năm 2025 theo Quyết định số 876/QĐ-TTg năm 2022 của Thủ tướng Chính phủ. Một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tỷ lệ sử dụng phương tiện công cộng thấp là chất lượng dịch vụ và cơ sở hạ tầng giao thông chưa đáp ứng nhu cầu. Xe buýt hiện vẫn là phương tiện công cộng chủ yếu, song khả năng phục vụ còn nhiều hạn chế. Tình trạng tắc nghẽn giao thông, thời gian di chuyển kéo dài và sự chậm trễ tại các bến, điểm đỗ là những yếu tố gây tâm lý e ngại cho người sử dụng. Nhằm cải thiện tình trạng này, Hà Nội và các thành phố lớn khác đang thúc đẩy phát triển hệ thống giao thông công cộng có sức chở lớn và vận tốc cao như đường sắt đô thị, tàu điện ngầm. Khi các hệ thống này đi vào hoạt động, kết hợp với việc tổ chức tốt các phương tiện trung chuyển như xe buýt kết nối, xe đạp và đi bộ, tỷ lệ sử dụng phương tiện công cộng có thể sẽ tăng đáng kể. Các giải pháp đồng bộ trong quy hoạch giao thông, cải thiện chất lượng dịch vụ và tối ưu hóa kết nối giữa các loại hình phương tiện sẽ là yếu tố quyết định cho sự thành công của quá trình chuyển đổi này.

Bên cạnh đó, việc sử dụng xe đạp và đi bộ đang có tín hiệu gia tăng, dù tỷ lệ vẫn còn thấp. Theo khảo sát tại trường Đại học Xây dựng Hà Nội, tỷ lệ người sử dụng xe đạp đạt 9%, trong khi đi bộ chiếm 18%. Những người lựa chọn hai hình thức này chủ yếu là cán bộ, sinh viên sống gần trường trong phạm vi 2 km. Một số giảng viên lựa chọn đi bộ hoặc sử dụng xe đạp nhằm tăng cường sức khỏe và bảo vệ môi trường. Trong tương lai, sự kết hợp giữa phát triển phương tiện công cộng và khuyến khích sử dụng phương tiện xanh như xe đạp, đi bộ sẽ góp phần giảm dần tỷ lệ sử dụng xe máy và ô tô cá nhân, góp phần xây dựng đô thị bền vững.

Kết quả khảo sát cũng cho thấy ý thức của cộng đồng về bảo vệ môi trường và mong muốn thay đổi thói quen sử dụng phương tiện đang ngày càng gia tăng. 100% ý kiến được khảo sát ủng hộ việc dần loại bỏ phương tiện cơ giới cá nhân gây ô nhiễm. Trong đó, 48% lựa chọn xe đạp, 28% chọn đi bộ, và 24% ủng hộ sử dụng xe buýt. Điều này cho thấy rằng các chính sách cắt giảm phát thải khí nhà kính thông qua việc chuyển đổi sang phương tiện giao thông xanh hoàn toàn có thể thực hiện được, với sự đồng thuận và ủng hộ từ người dân. Nếu có sự đầu tư hợp lý vào hạ tầng giao thông, cải thiện chất lượng phương tiện công cộng và xây dựng các chính sách khuyến khích sử dụng phương tiện sạch, thì tương lai của giao thông đô thị bền vững tại Việt Nam là hoàn toàn khả thi.

Lựa chọn mô hình chuyển đổi phương tiện đảm bảo cắt giảm một lượng phát thải đáng kể đã được thử nghiệm tại Trường Đại học Xây dựng Hà Nội. Kết quả cho thấy, đến năm 2030, khoảng 1.404 tấn CO₂ phát thải từ phương tiện giao thông cần phải được cắt giảm so với kịch bản thông thường. Ba phương án chuyển đổi phương tiện đã được đề xuất nhằm đạt mục tiêu này. Phương án 1 tập trung vào việc cắt giảm 28,3% xe máy và ô tô con với giả thiết tốc độ tăng trưởng phương tiện vẫn duy trì như hiện nay. Phương án này giúp giảm lượng bụi mịn nhiều nhất, khoảng 21,5% so với kịch bản thông thường. Tuy nhiên, để đạt hiệu quả cao hơn, cần có các chính sách khuyến khích cải thiện cơ sở hạ tầng đường bộ, thúc đẩy việc chuyển đổi xe ô tô chạy xăng và diesel sang xe điện. Đây là phương án được đánh giá phù hợp với Nghị quyết 48/NQ-CP ngày 05/04/2022 của Chính phủ về tăng cường bảo đảm trật tự, an toàn giao thông và chống ùn tắc giao thông giai đoạn 2022 - 2025. Phương án 2 giả định rằng xe máy vẫn tăng trưởng như hiện nay, trong khi thành phố áp dụng các biện pháp kiểm soát mạnh mẽ chỉ số cơ giới hóa, giảm số lượng ô tô cá nhân khoảng 35,8%. Tuy nhiên, lượng bụi mịn giảm không đáng kể, khoảng 8,67%, do xe máy – nguồn phát thải bụi mịn chính – vẫn tiếp tục tăng trưởng mạnh, đạt 21.284 chiếc vào năm 2030 theo kịch bản tăng trưởng thông thường. Do đó, phương án này khó khả thi vì không đáp ứng mục tiêu giảm thiểu xe gắn máy tại các đô thị lớn theo Nghị quyết 48/2022/NQ-CP. Phương án 3 giả định rằng thành phố thực hiện nhiều chính sách kiểm soát phương tiện hiệu quả, đồng thời giảm cả xe máy lẫn ô tô cá nhân, kết hợp với việc chuyển đổi xe buýt từ nhiên liệu hóa thạch (diesel) sang sử dụng khí thiên nhiên nén (CNG). Đây là giải pháp hài hòa và có tính khả thi cao nhất, giúp giảm lượng bụi mịn đáng kể (15,83%), đồng thời phù hợp với

điều kiện thu nhập và mức đầu tư hạ tầng của thành phố. Phương án này cũng hoàn toàn tương thích với mục tiêu của Nghị quyết 48/2022/NQ-CP, đặc biệt trong việc hạn chế phương tiện cá nhân, nâng cao năng lực vận tải của hệ thống giao thông công cộng và thay thế 100% xe buýt đô thị bằng xe buýt sử dụng điện và năng lượng xanh như CNG.

Các phương án được nhóm nghiên cứu bàn thảo trên cơ sở các cuộc khảo sát, lấy ý kiến của các cán bộ, sinh viên về việc sẵn sàng chuyển đổi phương tiện, xu hướng (bối cảnh) sử dụng phương tiện ô tô, xe máy, buýt tại thời điểm hiện tại của thành phố Hà Nội, với giả thuyết chưa có những đột biến lớn về chính sách tác động từ nhà nước trong giai đoạn ngắn hạn 5-7 năm (đến 2030) như phát triển giao thông đô thị xanh, giảm phát thải. Để áp dụng trong thực tiễn, các kịch bản chuyển đổi phương tiện cần phải được xây dựng, thông qua những cuộc khảo sát trên diện rộng, cũng như đánh giá sâu về chính sách quản lý phát triển giao thông và xây dựng cơ sở hạ tầng của trung ương, và các địa phương.

Việc thử nghiệm tính toán tại Trường Đại học Xây dựng Hà Nội mang lại những gợi ý quan trọng về các phương án chuyển đổi phương tiện phù hợp với mục tiêu cắt giảm phát thải của thành phố Hà Nội. Với phạm vi nghiên cứu sâu hơn và quy mô hơn, những tác động của chính sách phát triển giao thông của thành phố, định hướng quy mô đào tạo, chuyển đổi ý thức người sử dụng phương tiện, chất lượng cơ sở hạ tầng... cần được nghiên cứu đánh giá theo mức độ quan trọng của các tác động (AHP), từ đó có được số liệu chuẩn xác về số lượng và thị phần các loại phương tiện trong tương lai.

5. Kết luận

Chuyển đổi phương tiện giao thông sang phi cơ giới và sử dụng nhiên liệu sạch (động cơ điện, động cơ Hybrid hay các động cơ sử dụng nhiên liệu xanh CNG, LPG...) đóng góp đáng kể vào cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính tại các thành phố. Các đề xuất chuyển đổi phương tiện cần phải dựa trên một cách tiếp cận khoa học, sử dụng các phương pháp và công cụ tính toán để tiếp cận, phù hợp. Mặc dù các phương pháp kiểm kê phát thải khí nhà kính đã được công bố rộng rãi từ nhiều tổ chức quốc tế và ở Việt Nam, nhưng việc áp dụng để tính toán phát thải, làm cơ sở điều chỉnh cắt giảm số lượng phương tiện cơ giới cá nhân vẫn chưa phổ biến ở Việt Nam. Nguyên do từ những khó khăn về số liệu, công cụ phần mềm tính toán và nguồn nhân lực có chuyên môn.

Bài báo đã cung cấp một phương pháp tiếp cận đơn giản, từ khảo sát, kiểm đếm phương tiện, tính toán phát thải và cách thức lựa chọn mô hình cắt giảm, thay thế phương tiện phù hợp với dự báo cắt giảm phát thải mong muốn của quốc gia đến năm 2030. Trong giới hạn bài báo, trường Đại học Xây dựng Hà Nội được lựa chọn làm mẫu tính toán thử nghiệm. Một số trở ngại trong quá trình thực hiện như tìm kiếm số liệu về quãng đường đi lại trung bình của mỗi cán bộ, sinh viên hay việc xác định lượng tiêu thụ nhiên liệu cho xe máy và ô tô, cũng như cách thức dự báo tăng trưởng phương tiện có thể chấp nhận được để hỗ trợ tính toán. Kết quả nghiên cứu cho thấy để chuyển đổi phương tiện theo hướng sạch hơn, việc thay đổi thói quen đi lại, sử dụng phương tiện lại đóng vai trò quyết định. Ngoài ra, chính quyền đô thị cần cải thiện chất lượng dịch vụ của loại hình phương tiện công cộng, từng bước thay thế xe buýt chạy bằng nhiên liệu xanh như CNG, LPG. Chính phủ cũng cần hoàn thiện hành lang pháp lý, các chính sách hỗ trợ khuyến khích người dân sử dụng các phương tiện dùng động cơ điện (ví dụ như giảm thuế trước bạ, thuế tiêu thụ đặc biệt...), ưu tiên các hoạt động sản xuất, lắp ráp, buôn bán và sử dụng xe điện, xây dựng trạm sạc. Các giải pháp tổng hợp sẽ đem lại hiệu quả cao trong việc cụ thể hoá chiến lược quốc gia về giảm phát thải khí nhà kính sau năm 2030, đặc biệt trong lĩnh vực giao thông vận tải.

Tuy nhiên, để đảm bảo quá trình chuyển đổi diễn ra hiệu quả và bền vững, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa chính quyền, doanh nghiệp và cộng đồng. Các chính sách cần được xây dựng dựa trên cơ sở khoa học, đi kèm với những biện pháp thực tiễn nhằm hỗ trợ người dân tiếp cận với các phương tiện giao thông thân thiện với môi trường. Trong tương lai, các nghiên cứu mở rộng có thể giúp đánh giá

tác động của từng mô hình chuyển đổi phương tiện ở quy mô lớn hơn, tạo cơ sở cho các giải pháp tối ưu và phù hợp với điều kiện phát triển của từng đô thị.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nghị định số 06/2022/NĐ-CP (2022). *Quy định giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và bảo vệ tầng ô-dôn*. Văn phòng Chính Phủ.
- [2] Cục Đăng Kiểm Việt Nam (2024). *Lộ trình chuyển đổi năng lượng xanh lĩnh vực giao thông*. Truy cập ngày 03/08/2024.
- [3] World Bank (2018). *Vietnam – VN-Hanoi Urban Transport*. Accessed 05/11/2024.
- [4] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Accessed 03/08/2024.
- [5] Thông tư số 17/2022/TT-BTNMT (2022). *Quy định kỹ thuật đo đạc, báo cáo, thẩm định giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và kiểm kê khí nhà kính lĩnh vực quản lý chất thải*. Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- [6] Ludovic, Esteban, Nguyen, V. N. (2016). *Projet de Fin d'Étude: "Mobilité Campus"*. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- [7] The Association of University Leaders for a Sustainable Future (ULSF) (1990). *Report and Declaration of the Presidents Conference*. Accessed 03/08/2024.
- [8] Radio Taiwan International (2014). *25 universities signed The Talloires Declaration*. Accessed 07/08/2023.
- [9] Trường Đại học Tôn Đức Thắng (2024). *Đại học Xanh*. Truy cập ngày 03/08/2024.
- [10] Trường Đại học Trà Vinh (2024). *Trường đại học Trà Vinh thăng hạng về đại học xanh, phát triển bền vững*. Truy cập ngày 03/08/2024.
- [11] Nguyễn, V. N. (2023). *Mô hình giảm phát thải cho trường Đại học xanh - Nghiên cứu cho trường Đại học Xây dựng Hà Nội*. Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.
- [12] Robinson, J. B. (1990). *Futures under glass: A recipe for people who hate to predict*. *Futures*, 22(8): 820–842.
- [13] Dreborg, K. H. (1996). *Essence of backcasting*. *Futures*, 28(9):813–828.
- [14] Vergragt, P. J., Quist, J. (2011). *Backcasting for sustainability: Introduction to the special issue*. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(5):747–755.
- [15] Holmberg, J., Robert, K. H. (2000). *Backcasting — a framework for strategic planning*. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 7(4):291–308.
- [16] Quyết định số 49/2011/QĐ-TTg (2011). *Quy định lộ trình áp dụng tiêu chuẩn khí thải đối với xe ô tô, xe mô tô hai bánh sản xuất, lắp ráp và nhập khẩu mới*. Thủ tướng Chính Phủ.
- [17] Thông tư số 65/2014/TT-BGTVT (2014). *Ban hành định mức khung Kinh tế Kỹ thuật áp dụng cho Vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt*. Bộ Giao thông vận tải.
- [18] Trần, Đ. B. T., Lương, Q. H., Trần, Đ. H. M. (2020). *Thử nghiệm tính toán phát thải khí nhà kính của giao thông vận tải hành khách trên nền Quy hoạch giao thông vận tải Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*. *Tạp chí Khí tượng Thủy Văn*, 716(8):26–39.
- [19] VnEconomy (2022). *Thách thức nâng thị phần vận tải công cộng lên 35%, Hà Nội sẽ mạnh dạn mở làn riêng cho xe buýt*. Truy cập ngày 28/06/2023.
- [20] Tuyensinh247 (2018). *Các tuyến xe bus đi qua trường Đại học Xây dựng Hà Nội*. Truy cập ngày 27/06/2023.
- [21] Nguyễn, T. T. M. (2023). *Chuyển đổi mô hình đi lại hướng đến môi trường Đại học xanh tại Đại học Xây dựng Hà Nội. Kiến trúc và Quy hoạch bền vững tiếp nối giá trị truyền thống, hướng tới tương lai*, Nhà xuất bản Phụ nữ, 162–176.
- [22] Jung, E. O., Maria, C., John, A. R., Nguyen, Q. K., Daniel, B., Dang, T. L., Vu, A. T. (2019). *Giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu trong ngành Giao thông vận tải*. World Bank Group, truy cập ngày 27/06/2023.