Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, ĐHXDHN, 2026, 20 (5V): 104–114

ĐỖ XE TRÊN ĐƯỜNG THEO ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN GIAO THÔNG XANH: HIỆN TRẠNG VÀ KHẢ NĂNG TÍCH HỢP HỆ THỐNG ĐỖ XE THÔNG MINH, SẠC ĐIỆN TẠI HÀ NỘI

Lê Văn Chè[a,b], Đặng Minh Tân[a,*]

[a]*Khoa Công trình và Môi trường, Trường Đại học Giao thông vận tải, số 3 Cầu Giấy, phường Láng, Hà Nội, Việt Nam*
[b]*Khoa Hạ tầng đô thị, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội, số 129 đường Trần Phú, phường Hà Đông, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 28/7/2026, Sửa xong 12/10/2026, Chấp nhận đăng 02/11/2026

Tóm tắt

Đỗ xe trên đường là hình thức phổ biến tại Hà Nội, nhưng đang bộc lộ nhiều hạn chế về điều kiện hạ tầng, tổ chức giao thông và khả năng đáp ứng yêu cầu phát triển giao thông xanh, đô thị thông minh. Nghiên cứu này đánh giá hiện trạng và khả năng tích hợp hệ thống đỗ xe thông minh, sạc điện tại các điểm đỗ xe trên đường, trên cơ sở khảo sát 36 điểm đỗ trong khu vực Vành đai 1 Hà Nội và khảo sát nhu cầu của 386 người tham gia giao thông. Kết quả ghi nhận 49,5% người được hỏi mong muốn áp dụng công nghệ thông minh trong tổ chức đỗ xe và 65,5% cho rằng cần tích hợp sạc điện tại điểm đỗ. Tuy nhiên, hiện trạng cho thấy 26/36 điểm có hè phố rộng không quá 4,5 m; 21/36 điểm đã ứng dụng ít nhất một chức năng thông minh nhưng chủ yếu dừng ở thanh toán tự động; chưa có điểm nào có chức năng sạc điện. Nghiên cứu đề xuất bộ điều kiện cần về hạ tầng và khung định hướng phân loại giải pháp theo mức độ ưu tiên, làm căn cứ lựa chọn, thí điểm và mở rộng mô hình hệ thống đỗ xe thông minh tích hợp sạc điện tại Hà Nội.

Từ khoá: đỗ xe trên đường; hệ thống đỗ xe thông minh; giao thông xanh; trạm sạc điện; vùng phát thải thấp.

ON-STREET PARKING TOWARDS GREEN TRANSPORT DEVELOPMENT: CURRENT STATUS AND THE POTENTIAL FOR INTEGRATING SMART PARKING SYSTEMS AND ELECTRIC VEHICLE CHARGING IN HANOI

Abstract

On-street parking is a common form of parking in Hanoi, but it faces several limitations in terms of infrastructure conditions, traffic organization, and its ability to meet the requirements of green transport and smart urban development. This study evaluates the current conditions and the potential for integrating smart parking systems and electric vehicle charging at on-street parking locations, based on a survey of 36 parking sites within Hanoi's Ring Road 1 area and a demand survey of 386 road users. The results indicate that 49.5% of respondents expected the application of smart technologies in parking organization, while 65.5% considered the integration of electric vehicle charging at parking locations necessary. However, the current conditions show that 26 out of 36 sites have sidewalks no wider than 4.5 m; 21 out of 36 sites had implemented at least one smart function, but these are mainly limited to automated payment; and no surveyed site is equipped with an electric vehicle charging function. The study proposes a set of necessary infrastructure conditions and a guiding prioritized solution classification framework as a basis for selecting, piloting, and expanding the model of smart parking systems integrated with electric vehicle charging in Hanoi.

Keywords: on-street parking; smart parking systems; green transport; electric vehicle charging station; low-emission zone.

https://doi.org/10.31814/stce.huce2026-20(5V)-08 © 2026 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Mở đầu

Tại Hà Nội, nhu cầu đỗ xe lớn khiến đỗ xe trên đường trở nên phổ biến. Tuy nhiên, không gian lề đường hiện đang phải đáp ứng nhiều chức năng khác nhau, đặt ra yêu cầu về thiết kế, tổ chức và quản lý hợp lý nhằm bảo đảm hiệu quả khai thác và an toàn giao thông. Việc phân bổ không gian lề đường cần dựa trên dữ liệu, mục tiêu chính sách và đặc điểm sử dụng đất xung quanh [1]. Áp dụng giá đỗ hợp lý, kiểm soát thời gian, cung cấp thông tin chỗ trống và xử lý vi phạm có thể nâng cao hiệu

*Tác giả đại diện. *Địa chỉ e-mail:* tandang@utc.edu.vn (Tân, Đ. M.)

quả khai thác hạ tầng đỗ xe [2, 3]. Tại Việt Nam, giải pháp quản lý nhu cầu đỗ xe đã được nghiên cứu áp dụng cho khu vực trung tâm đô thị [4]. Một số nghiên cứu trong nước gần đây đã phân tích hành vi lựa chọn vị trí đỗ xe [5, 6] và tác động của hạ tầng đường phố đến hành vi đỗ xe trên đường tại Hà Nội [7]. Một số nghiên cứu khác chỉ ra rằng tổ chức lại không gian đỗ xe trên đường có thể cải thiện thời gian hành trình và giảm phát thải, trong khi hoạt động tìm kiếm chỗ đỗ làm gia tăng ùn tắc và khí thải [8, 9]. Các báo cáo quốc tế nhấn mạnh vai trò của hạ tầng sạc trong mở rộng sử dụng xe điện [10, 11]. Việc tích hợp trạm sạc tại điểm đỗ trên đường cần được thực hiện có chọn lọc, dựa trên điều kiện hạ tầng kỹ thuật, tổ chức giao thông, yêu cầu an toàn và khả năng quản lý vận hành tại từng vị trí [12]. Trong bối cảnh chuyển đổi số, hệ thống đỗ xe thông minh là hướng tiếp cận quan trọng nhằm nâng cao hiệu quả tổ chức giao thông tĩnh [13, 14], cảm biến phù hợp với những điểm đỗ phân tán, tầm nhìn hạn chế [13], trong khi camera và nhận diện biển số hiệu quả ở khu vực rộng, thông thoáng [14]. Tại Việt Nam, hệ thống quản lý bãi đỗ xe thông minh trên nền tảng điện thoại thông minh đã được nghiên cứu, thử nghiệm [15]. Ở cấp độ đô thị, các giải pháp giao thông thông minh đã được đề xuất theo mức độ ưu tiên cho từng loại đô thị [16]. Trong nghiên cứu này, hệ thống đỗ xe thông minh là hệ thống tổ chức điểm đỗ tích hợp tối thiểu các chức năng: nhận diện phương tiện; giám sát chỗ trống và cung cấp thông tin theo thời gian thực; hướng dẫn tìm chỗ, đặt chỗ; quản lý thời gian đỗ; thanh toán điện tử và kết nối dữ liệu với trung tâm điều hành. Điểm đỗ áp dụng một hoặc một vài chức năng đơn lẻ được xếp ở mức có ứng dụng chức năng thông minh, chưa được xem là hệ thống đỗ xe thông minh hoàn chỉnh.

Định hướng phát triển Hà Nội đặt ra yêu cầu tổ chức đỗ xe trên đường theo mô hình thông minh, tích hợp sạc điện. Luật Thủ đô năm 2026 tạo cơ sở pháp lý cho việc xác lập vùng phát thải thấp (Low-Emission Zone – LEZ) [17]; Chỉ thị số 20/CT-TTg ngày 12/7/2025 đặt ra lộ trình từ ngày 01/01/2028 hạn chế ô tô cá nhân trong Vành đai 1 và 2 và mở rộng tới Vành đai 3 từ năm 2030 [18]. Nghị quyết số 57/2025/NQ-HĐND ngày 26/11/2025 quy định thực hiện các biện pháp bố trí điểm dừng đỗ, điểm trung chuyển, phát triển trạm tiếp năng lượng sạch công cộng và tăng cường giám sát phương tiện bằng dữ liệu, camera, công nghệ nhận diện [19]. Quy hoạch tổng thể Thủ đô tầm nhìn 100 năm đặt mục tiêu đến năm 2035 Hà Nội trở thành đô thị xanh, thông minh, hiện đại; dành từ 3% đến 4% đất xây dựng đô thị cho bãi đỗ xe và bố trí đủ quỹ đất cho hạ tầng đỗ xe và sạc điện [20]. Về cơ sở pháp lý, Luật Trật tự, an toàn giao thông đường bộ số 36/2024/QH15 quy định về dừng, đỗ xe [21]; QCVN 32:2026/BCT quy định các yêu cầu kỹ thuật và an toàn đối với trụ sạc, trạm sạc xe điện [22]; TCVN 13592:2022 quy định các yêu cầu thiết kế làn đường và vị trí đỗ xe trên đường [23]. Tuy nhiên, các quy định này còn phân tán theo từng lĩnh vực, thiếu hướng dẫn kỹ thuật gắn điều kiện đường phố và tổ chức đỗ xe trên đường với yêu cầu tích hợp đồng thời hệ thống đỗ xe thông minh và trạm sạc điện.

Hiện nay, Hà Nội có nhiều điểm đỗ đã được cấp phép, có biển báo và đã áp dụng thu phí không dùng tiền mặt, song phần lớn vẫn còn bất cập (Hình 1). Việc bố trí sạc điện trên hè phố hoặc sát mép đường có thể thu hẹp lối đi bộ, gây vướng dây sạc và phát sinh rủi ro an toàn điện (Hình 2). Thời gian sạc dài cũng có thể làm giảm vòng quay chỗ đỗ và gây ùn tắc cục bộ.

Kinh nghiệm quốc tế chỉ ra rằng các yêu cầu này đã được chuẩn hóa: trụ sạc cần đặt sát mép bó vỉa và bảo đảm không gian tiếp cận cho người khuyết tật [24]; nên tận dụng cột đèn, cột điện sẵn có để giảm chi phí nhưng phải đánh giá lại nguồn điện và khả năng chịu tải của trạm biến áp lân cận [25]; trụ sạc trên hè phố được chuẩn hóa hai cổng gồm loại sạc thường và sạc nhanh, gắn với quản lý ưu tiên không gian hè phố [26]; và cần đi sẵn đường điện, ống luồn dây khi cải tạo để giảm chi phí lắp đặt về sau [27].

Việc tích hợp sạc điện cần phù hợp với điều kiện kỹ thuật của từng điểm đỗ, hạn chế ảnh hưởng đến dòng giao thông, bảo đảm lối đi bộ và cấp điện an toàn. Trước khoảng trống đánh giá tại Hà Nội,

nghiên cứu này tập trung: (i) xác định các điều kiện tối thiểu về mặt cắt ngang, vị trí trên bình đồ, hình thức tổ chức đỗ xe và khả năng cấp điện; (ii) đề xuất bộ tiêu chí và khung định hướng giải pháp cho hệ thống đỗ xe thông minh tích hợp sạc điện.



(a) Điểm đỗ xe có biển báo thu phí không dùng tiền mặt



(b) Nhân viên quét mã định danh VETC trên phương tiện để thu phí

Hình 1. Thu phí tại điểm đỗ xe trên đường còn phụ thuộc vào thao tác thủ công



(a) Ô tô điện đỗ trên hè phố để sạc, làm thu hẹp không gian đi bộ



(b) Điểm sạc điện bố trí trên hè phố gần nút giao, đường hẹp

Hình 2. Một số bất cập trong bố trí hạ tầng sạc điện tại điểm đỗ xe trên đường/hè phố

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu kết hợp khảo sát nhu cầu của người tham gia giao thông với khảo sát hiện trạng hạ tầng đỗ xe trên đường, qua đó đánh giá đồng thời nhu cầu cải thiện hệ thống đỗ xe và khả năng đáp ứng của hạ tầng hiện hữu. Kết quả được sử dụng để nhận diện khoảng cách giữa nhu cầu phát triển hệ thống đỗ xe thông minh, tích hợp sạc điện và điều kiện thực tế tại Hà Nội.

Nhóm dữ liệu thứ nhất được thu thập bằng bảng hỏi đối với 386 người tham gia giao thông trên địa bàn Hà Nội (Hình 3(a)), tập trung vào nhu cầu cải thiện đỗ xe trên đường và mức độ cần thiết tích hợp sạc điện. Câu hỏi về giải pháp cải thiện cho phép chọn nhiều phương án; mức độ cần thiết của sạc điện sử dụng thang Likert 5 mức. Đây là khảo sát xã hội học bằng phỏng vấn trực tiếp tại các tuyến phố có hoạt động đỗ xe ô tô trên đường. Nhóm dữ liệu thứ hai được thu thập thông qua khảo sát



(a) Phỏng vấn người tham gia giao thông bằng phiếu hỏi



(b) Khu vực khảo sát hiện trạng điểm đỗ xe trên đường trong phạm vi Vành đai 1

Hình 3. Quá trình thu thập dữ liệu và phạm vi khảo sát điểm đỗ xe ô tô trên đường

trực tiếp các điểm đỗ xe ô tô trên đường trong khu vực Vành đai 1, thực hiện từ tháng 10 đến tháng 12/2025. Khu vực này được lựa chọn do vừa thuộc phạm vi thí điểm vùng phát thải thấp theo Nghị quyết 57/2025/NQ-HĐND [19], vừa có mật độ dân cư cao và nhu cầu đỗ xe trên đường lớn. Các điểm khảo sát là các vị trí đỗ ô tô trên đường đang được khai thác, phân bố trên các tuyến phố có điều kiện mặt cắt và hình thức tổ chức đỗ xe khác nhau. Việc lựa chọn điểm khảo sát dựa trên đặc điểm khai thác đỗ xe hiện hữu, không phụ thuộc vào việc điểm đỗ đã có hay chưa có trạm sạc điện. Từ dữ liệu ghi nhận tại hiện trường, sau khi làm sạch và loại các bản ghi trùng lặp, bộ dữ liệu phân tích gồm 36 điểm đỗ hợp lệ. Mỗi điểm được khảo sát theo phiếu gồm các chỉ tiêu: đặc điểm hình học tuyến đường (bề rộng lòng đường, bề rộng hè phố) và đặc điểm điểm đỗ (hình thức thu phí, phương thức thanh toán, mức độ ứng dụng hệ thống thông minh và chức năng thông minh, hiện trạng trạm sạc). Đối tượng khảo sát là điểm đỗ xe ô tô bố trí sát mép bó vỉa, nằm trong phạm vi lòng đường; các trường hợp đỗ xe trên hè phố không thuộc phạm vi nghiên cứu. Bề rộng lòng đường được đo giữa hai mép bó vỉa, bao gồm phần xe chạy và phần đang sử dụng để đỗ xe (tương ứng phần xe chạy và lề đường theo TCVN 13592:2022); bề rộng hè phố được đo từ mép bó vỉa đến mép công trình hoặc tường rào tiếp giáp, tại mặt cắt ngang đại diện của điểm đỗ. Dữ liệu được chuẩn hóa, sau đó phân tích bằng thống kê mô tả và phân nhóm theo ngưỡng hạ tầng.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Nhu cầu của người tham gia giao thông

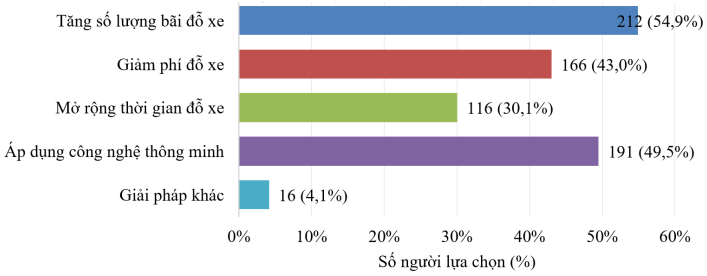
Bảng 1 trình bày đặc điểm mẫu khảo sát và tần suất đỗ xe trên đường. Kết quả cho thấy nam giới chiếm 61,7%; gần 90% đối tượng trong độ tuổi lao động, là nhóm phát sinh nhu cầu đỗ xe thường xuyên gắn với các chuyến đi làm, kinh doanh và dịch vụ. Tỷ lệ có trình độ đại học trở lên đạt 77,2%, thuận lợi cho việc đánh giá các giải pháp công nghệ. Hai nhóm nghề nghiệp chiếm tỷ trọng đáng kể là cán bộ, nhân viên văn phòng (37,8%) với thời gian lưu đỗ dài, phù hợp mô hình tích hợp trạm sạc, và lái xe dịch vụ (15,5%) với tần suất đỗ cao nhưng thời gian ngắn. Tổng cộng 37,3% đối tượng đỗ xe trên đường ở mức thường xuyên và rất thường xuyên, cho thấy một tỷ lệ đáng kể người trả lời có trải nghiệm trực tiếp với đỗ xe trên đường.

Để xác định các giải pháp cải thiện hệ thống đỗ xe trên đường, đối tượng khảo sát được hỏi lựa chọn các giải pháp phù hợp với nhu cầu thực tế của bản thân, cho phép chọn nhiều phương án (Hình 4). Kết quả ghi nhận tăng số lượng bãi đỗ xe là giải pháp được lựa chọn nhiều nhất với 54,9%, phản ánh

Bảng 1. Đặc điểm mẫu khảo sát và tần suất đỗ xe trên đường (N = 386)

Đặc điểm	Phương án trả lời chính	Tỷ lệ (%)
Giới tính	Nam/Nữ	61,7/38,3
Độ tuổi	18–24 tuổi/25–55 tuổi	33,4/56,0
Trình độ học vấn	Đại học/Sau đại học	47,7/29,5
Nghề nghiệp	Cán bộ, công chức, nhân viên văn phòng Lái xe dịch vụ	37,8 15,5
Tần suất đỗ xe trên đường	Thường xuyên/Rất thường xuyên	22,3/15,0

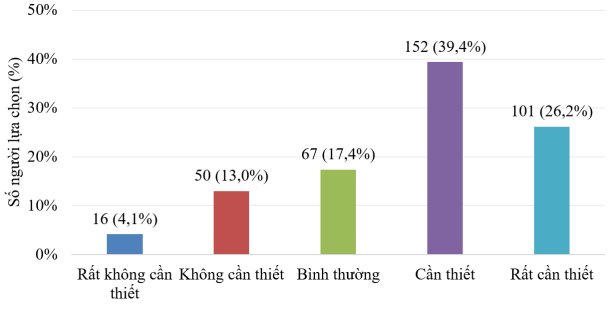
nhận định rằng thiếu chỗ đỗ là một nguyên nhân quan trọng của tình trạng đỗ xe chưa trật tự. Đứng thứ hai là áp dụng công nghệ thông minh để quản lý đỗ xe với 49,5%, tiếp đến là giảm phí đỗ xe (43,0%) và mở rộng thời gian đỗ xe (30,1%); nhóm giải pháp khác chỉ chiếm 4,1%. Đáng chú ý là tỷ lệ ủng hộ giải pháp công nghệ thông minh cao hơn giải pháp giảm phí, cho thấy người tham gia giao thông không xem chi phí là rào cản lớn nhất mà quan tâm nhiều hơn tới khả năng tìm kiếm và tiếp cận chỗ đỗ. Đây là căn cứ định hướng số hóa quản lý đỗ xe trên đường. Mỗi người trả lời lựa chọn trung bình 1,82 giải pháp. Như vậy, vấn đề đỗ xe trên đường được nhìn nhận như một bài toán tổng hợp.



Hình 4. Lựa chọn của người tham gia giao thông về các giải pháp cải thiện tình trạng đỗ xe trên đường (N = 386)

Khảo sát đánh giá mức độ cần thiết của việc tích hợp chức năng sạc điện tại các điểm đỗ xe trên đường. Kết quả trên Hình 5 cho thấy việc tích hợp chức năng sạc điện là cần thiết (39,4%) hoặc rất cần thiết (26,2%), phản ánh nhu cầu đáng kể đối với chức năng này trong bối cảnh phương tiện điện gia tăng.

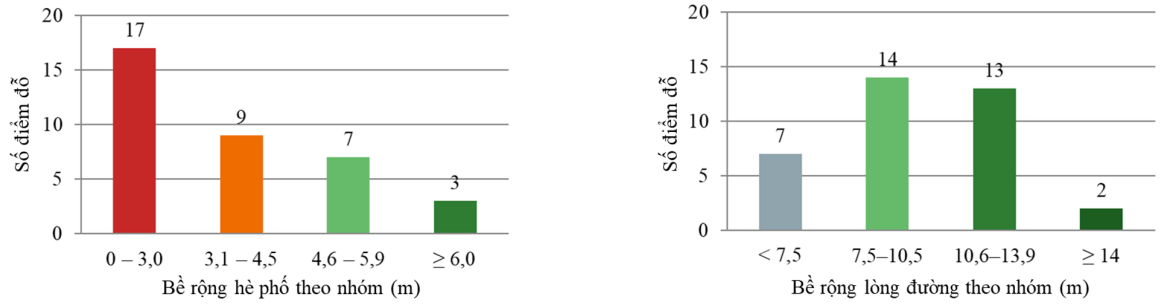
Từ kết quả khảo sát, có thể nhận định rằng nhu cầu cải thiện đỗ xe trên đường tại Hà Nội cần được tiếp cận theo hướng kết hợp giữa nâng cao hiệu quả tổ chức đỗ xe bằng công nghệ thông minh và từng bước tích hợp hạ tầng sạc điện tại các vị trí đủ điều kiện.



Hình 5. Mức độ cần thiết tích hợp chức năng sạc điện tại điểm đỗ ô tô trên đường (N = 386)

3.2. Thực trạng đỗ xe trên đường

Khảo sát hiện trạng được thực hiện tại 36 điểm đỗ xe ô tô trên đường trong khu vực Vành đai 1 Hà Nội. Về điều kiện hạ tầng và tổ chức đỗ xe, kết quả khảo sát ghi nhận bề rộng lòng đường tại các điểm đỗ dao động từ 3,55 m đến 15,0 m, với giá trị trung vị 10,0 m; bề rộng hè phố dao động từ 1,5 m đến 7,5 m, với giá trị trung vị 3,1 m. Khi phân nhóm theo bề rộng hè phố, có 17/36 điểm, tương ứng 47,2%, có hè phố không quá 3,0 m; nếu xét theo ngưỡng 4,5 m, có 26/36 điểm, tương ứng 72,2%, thuộc nhóm hè phố hẹp hoặc trung bình. Bên cạnh đó, về bề rộng lòng đường, 7/36 điểm có lòng đường rộng dưới 7,5 m. Đây là nhóm tuyến hẹp, có nguy cơ làm giảm khả năng thông hành nếu tổ chức đỗ xe kéo dài hoặc bố trí thêm hạ tầng sạc (Hình 6).

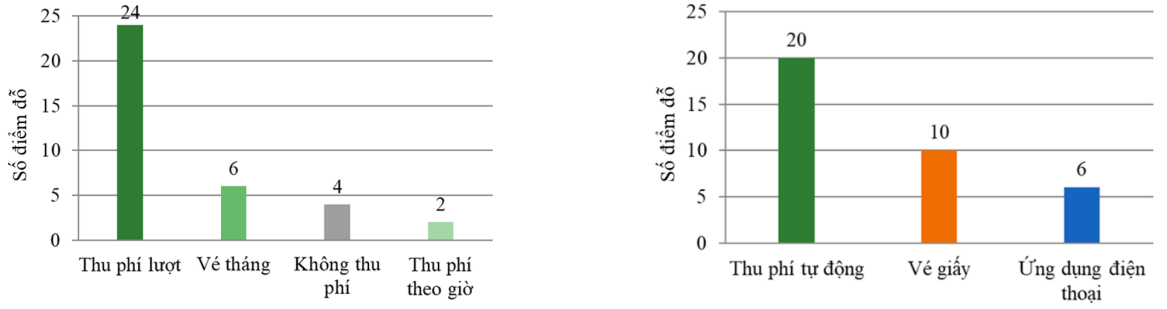


(a) Phân bố bề rộng hè phố

(b) Phân bố bề rộng lòng đường

Hình 6. Phân bố bề rộng hè phố và bề rộng lòng đường tại các điểm đỗ xe khảo sát

Hình thức thu phí và thanh toán tại các điểm đỗ thể hiện hệ thống đỗ xe đã bắt đầu được số hóa. Trong số 36 điểm khảo sát, có 32 điểm đang áp dụng thu phí, chiếm 88,9%, còn 4 điểm không thu phí. Hình thức thu phí phổ biến nhất là thu theo lượt với 24 điểm, tiếp theo là vé tháng với 6 điểm và thu theo giờ với 2 điểm. Về phương thức thanh toán, 20/36 điểm áp dụng thu phí tự động và 6/36 điểm sử dụng ứng dụng điện thoại; tổng cộng 26/36 điểm, tương ứng 72,2%, đã có yếu tố thanh toán điện tử hoặc không dùng tiền mặt. Tuy nhiên, vẫn còn 10/36 điểm sử dụng vé giấy (Hình 7).



(a) Hình thức thu phí

(b) Phương thức thanh toán

Hình 7. Hiện trạng thu phí và mức độ số hóa thanh toán tại các điểm đỗ

Tiếp nối kết quả về thu phí và thanh toán, mức độ ứng dụng công nghệ thông minh tại các điểm đỗ xe trên đường được phân tích theo từng chức năng cụ thể. Kết quả khảo sát cho thấy 21/36 điểm (58,3%) đã ứng dụng ít nhất một chức năng thông minh. Các chức năng quan trọng hơn đối với tổ chức và điều hành hệ thống đỗ xe thông minh như nhận diện biển số, cung cấp thông tin chỗ trống theo thời gian thực, đặt chỗ trước hoặc hướng dẫn phương tiện đến vị trí còn trống chưa được ghi nhận. Cụ thể, 15/36 điểm (41,7%) chưa ứng dụng chức năng thông minh nào, 21/36 điểm còn lại chỉ

có chức năng thanh toán tự động, và toàn bộ 36/36 điểm chưa có trạm sạc điện. Theo định nghĩa tại Mục 1, các điểm này mới ở mức ứng dụng chức năng đơn lẻ, chưa hình thành hệ thống đỗ xe thông minh hoàn chỉnh. Hiện trạng này chưa đáp ứng nhu cầu của người sử dụng nêu tại Mục 3.1. Như vậy, có thể thấy tồn tại khoảng cách đáng kể giữa nhu cầu sử dụng và năng lực đáp ứng của hệ thống hiện hữu.

Từ các kết quả trên, có thể nhận diện ba hạn chế chính của hạ tầng đỗ xe trên đường trong khu vực khảo sát. Thứ nhất, không gian còn hạn chế (26/36 điểm có hè phố không quá 4,5 m; 7/36 điểm có lòng đường dưới 7,5 m), khó bổ sung trụ sạc, tủ điện hoặc thiết bị giám sát mà vẫn bảo đảm an toàn cho người đi bộ và dòng xe. Thứ hai, ứng dụng công nghệ chủ yếu mới ở thanh toán tự động, chưa hỗ trợ điều hành chỗ đỗ theo thời gian thực. Thứ ba, hạ tầng sạc điện chưa được hình thành (0/36 điểm). Vì vậy, cần ưu tiên chuẩn hóa không gian đỗ và tổ chức giao thông, sau đó số hóa dữ liệu và lựa chọn các vị trí đủ điều kiện để thí điểm sạc điện.

Để có cơ sở khách quan cho việc xác lập điều kiện cần, nghiên cứu đối chiếu hiện trạng khảo sát với các ngưỡng kích thước hình học được khuyến nghị trong những tài liệu hướng dẫn thiết kế đường phố và hạ tầng sạc (Bảng 2). Hướng dẫn thiết kế đường phố đô thị của NACTO và của thành phố Minneapolis khuyến nghị làn xe đô thị khoảng 3,0 m và làn đỗ xe song song 2,1–2,7 m [28, 29]. Hướng dẫn tiếp cận cho không gian công cộng của US Access Board (PROWAG) yêu cầu lối đi bộ thông thủy tối thiểu 1,2 m, khuyến nghị 1,5 m [30], đây là phần hè bắt buộc chừa lại sau khi bố trí trụ sạc, thiết bị. Trụ sạc nên đặt sát mép bó vỉa (không quá 0,25 m), lựa chọn công suất phù hợp với thời gian đỗ và có khả năng kết nối, chia sẻ dữ liệu [24, 26].

Bảng 2. Đối chiếu ngưỡng điều kiện hạ tầng quốc tế với hiện trạng điểm đỗ khảo sát

Thông số hạ tầng	Ngưỡng khuyến nghị quốc tế	Nguồn	Đối chiếu hiện trạng (n = 36)
Bề rộng một làn xe tối thiểu	Khoảng 3,0 m	NACTO [28]	Nhiều tuyến đủ; 7/36 điểm lòng đường < 7,5 m, khó bảo đảm đồng thời làn xe và làn đỗ xe
Bề rộng làn đỗ xe song song	Tối thiểu khoảng 2,1–2,7 m	NACTO [28]; Minneapolis SDG [29]	Phù hợp: 34/36 điểm đỗ song song
Lối đi bộ tối thiểu trên hè	1,2 m tối thiểu; 1,5 m khuyến nghị	US Access Board – PROWAG [30]	26/36 điểm hè ≤ 4,5 m; 17/36 điểm hè ≤ 3,0 m. Khó bố trí thêm trụ sạc hoặc thiết bị phụ trợ
Vị trí trụ sạc so với mép bó vỉa	≤ 0,25 m, giữ không gian tiếp cận	US Access Board – EV [24]	0/36 điểm có trạm sạc
Chuẩn thiết bị và dữ liệu sạc	Có cả sạc thường và sạc nhanh; mỗi trụ phục vụ từ 2 xe trở lên; liên thông dữ liệu đa nền tảng.	DDOT [26]	Chưa triển khai

Kết hợp các ngưỡng trên với TCVN 13592:2022 (bề rộng một làn xe từ 2,75 m đến 3,75 m; lề

đường dự kiến sử dụng làm nơi dừng, đỗ xe rộng tối thiểu 2,0 m; làn đỗ xe song song rộng tối thiểu 2,5 m) và quy định không được dừng xe, đỗ xe (Luật Trật tự, an toàn giao thông đường bộ năm 2024 [21]), nghiên cứu đề xuất phần xe chạy sau khi trừ phần đỗ xe cần còn tối thiểu 5,5 m, tương ứng hai làn xe. Theo đó, bề rộng lòng đường tối thiểu là 7,5 m khi đỗ song song một bên trên lề đường ($2{,}0 + 2 \times 2{,}75$ m) và 10,5 m khi tổ chức làn đỗ xe song song hai bên ($2 \times 2{,}5 + 2 \times 2{,}75$ m); phần hè phố còn lại sau khi bố trí thiết bị phải đạt tối thiểu 1,5 m. Đây là các ngưỡng sơ bộ để xem xét khả năng tích hợp trong nghiên cứu.

4. Đề xuất giải pháp và định hướng

Trên cơ sở kết quả khảo sát nhu cầu và đánh giá hiện trạng, nghiên cứu có thể nhận định rằng tổ chức đỗ xe trên đường tại Hà Nội cần được tiếp cận theo hướng tổ chức giao thông tổng hợp. Việc mở rộng điểm đỗ không nên thực hiện đại trà trên mọi tuyến phố, mà cần được sàng lọc theo điều kiện cụ thể của từng vị trí. Các giải pháp cần ưu tiên gồm chuẩn hóa hạ tầng vật lý, số hóa công tác khai thác vận hành, kiểm soát trật tự đỗ xe, phát triển dữ liệu chỗ đỗ theo thời gian thực và tích hợp sạc điện có chọn lọc tại các điểm đủ điều kiện.

Bảng 3. Bộ tiêu chí về hạ tầng để tích hợp hệ thống đỗ xe thông minh và sạc điện

Tiêu chí	Ngưỡng đề xuất	Cơ sở kỹ thuật
Mặt cắt đường	Lòng đường ≥ 7,5 m khi đỗ một bên; ≥ 10,5 m khi đỗ hai bên. Hè phố còn lại ≥ 1,5 m sau khi bố trí thiết bị.	Bảo đảm phần xe chạy còn tối thiểu 5,5 m và duy trì lối đi bộ liên tục, an toàn [24, 30].
Vị trí trên mặt cắt ngang	Dải đỗ sát mép bó vỉa, bên phải theo chiều đi, trong phạm vi lòng đường; trụ sạc, tủ điện đặt trên hè sát bó vỉa (≤ 0,25 m), ngoài lối đi bộ.	Không chiếm dụng lối đi bộ; thuận lợi đấu nối cáp sạc; phù hợp quy tắc dừng, đỗ xe trên đường phố [24].
Vị trí trên bình đồ	Ngoài phạm vi nút giao và 5 m tính từ mép đường giao nhau; ngoài phần đường dành cho người đi bộ qua đường, điểm đón trả khách và phạm vi 5 m hai bên cổng cơ quan có lối xe ra vào.	Các vị trí không được dừng, đỗ xe theo Luật Trật tự, an toàn giao thông đường bộ năm 2024 [21].
Hình thức tổ chức đỗ	Ưu tiên đỗ song song thành tuyến, ô đỗ được chuẩn hóa.	Thuận lợi cho bố trí cảm biến, thiết bị giám sát và trụ sạc.
Khả năng cấp điện	Có nguồn hoặc trạm biến áp lân cận đủ tải; ưu tiên đi cáp ngầm.	Bảo đảm khả năng cấp điện và vận hành an toàn.
Thiết bị và dữ liệu	Lựa chọn loại sạc phù hợp với thời gian đỗ; hỗ trợ thanh toán số, kết nối và chia sẻ dữ liệu.	Bảo đảm tương thích, chia sẻ dữ liệu, giảm chi phí về sau [26, 27]

Từ cách tiếp cận trên, nghiên cứu đề xuất bộ tiêu chí điều kiện cần làm cơ sở lựa chọn các điểm đỗ có khả năng tích hợp công nghệ thông minh và sạc điện (Bảng 3). Việc xem xét tích hợp chức năng sạc điện chỉ nên thực hiện khi điểm đỗ đáp ứng đồng thời các yêu cầu tối thiểu về mặt cắt đường, vị trí trên mặt cắt ngang và bình đồ, hình thức tổ chức đỗ, khả năng cấp điện, thiết bị và dữ liệu.

Trên cơ sở các điều kiện hạ tầng và yêu cầu tích hợp, nghiên cứu đề xuất khung định hướng bốn mức ưu tiên (Bảng 4). P1 áp dụng cho điểm có hạ tầng thuận lợi, nhu cầu cao và ít cản trở giao thông; P2 dành cho điểm có thể số hóa nhưng chưa sẵn sàng tích hợp sạc; P3 ưu tiên điều chỉnh tổ chức và thanh toán; P4 áp dụng cho vị trí hẹp hoặc gây ảnh hưởng rõ đến dòng xe và người đi bộ, cần thu hẹp, di dời hoặc loại bỏ.

Bảng 4. Ma trận định hướng phân vùng giải pháp tích hợp theo bốn mức độ ưu tiên

Mức ưu tiên	Đặc điểm điểm đỗ	Định hướng	Nội dung triển khai
P1 (cao nhất)	Hạ tầng thuận lợi; lòng đường, hè phố đủ điều kiện; nhu cầu đỗ cao; ít cản trở giao thông; có khả năng cấp điện.	Tích hợp đầy đủ hệ thống đỗ xe thông minh và sạc điện.	Chuẩn hóa ô đỗ, biển báo, vạch sơn; lắp camera/cảm biến; nhận diện biển số; thanh toán số; cung cấp thông tin chỗ trống; bố trí trạm sạc bảo đảm an toàn.
P2 (cao)	Có thể tổ chức đỗ xe ổn định nhưng chưa sẵn sàng lắp sạc; điều kiện cấp điện hoặc nhu cầu sạc chưa rõ.	Số hóa quản lý và chuẩn bị điều kiện tích hợp sạc.	Thanh toán không dùng tiền mặt; giám sát thời gian đỗ; quản lý dữ liệu điểm đỗ; dự phòng không gian và hạ tầng kỹ thuật cho trạm sạc.
P3 (trung bình)	Hạ tầng còn hạn chế; trật tự đỗ xe chưa tốt; còn thu phí thủ công.	Điều chỉnh tổ chức đỗ xe, tăng cường giám sát; chưa ưu tiên lắp sạc.	Rà soát phạm vi đỗ xe; sơn kẻ lại ô đỗ; bổ sung biển báo; kiểm soát đỗ sai quy định; chuyển dần sang thanh toán số.
P4 (rà soát lại)	Tuyến đường hẹp, gần nút giao, phần đường dành cho người đi bộ qua đường hoặc khu vực có xung đột cao; gây ảnh hưởng rõ đến dòng xe, người đi bộ.	Thu hẹp, di dời hoặc loại bỏ điểm đỗ trên đường.	Giảm quy mô đỗ xe; ưu tiên không gian cho người đi bộ, phương tiện công cộng và dòng giao thông chính; không bố trí trạm sạc.

Ghi chú: Quy tắc phân loại đề xuất theo trình tự sàng lọc loại trừ: (1) điểm không đạt tiêu chí vị trí trên bình đồ hoặc có bề rộng lòng đường dưới ngưỡng tại Bảng 3 được xếp P4; (2) điểm đạt ngưỡng lòng đường nhưng hè phố không bảo đảm 1,5 m cho người đi bộ sau khi bố trí thiết bị, hoặc trật tự đỗ xe chưa tốt, còn thu phí thủ công được xếp P3; (3) điểm đạt các tiêu chí hình học, đã số hóa thanh toán nhưng chưa xác định được khả năng cấp điện hoặc nhu cầu sạc được xếp P2; (4) điểm đáp ứng đồng thời toàn bộ tiêu chí tại Bảng 3 và có nhu cầu đỗ cao được xếp P1. Ma trận hiện là khung định hướng định tính; việc lượng hóa trọng số, chấm điểm và kiểm chứng trên toàn bộ các điểm đỗ sẽ được thực hiện trong nghiên cứu tiếp theo.

Về lộ trình thực hiện, nghiên cứu đề xuất triển khai theo ba bước. Bước thứ nhất, chuẩn hóa và số hóa điểm đỗ hiện có, ưu tiên cơ sở dữ liệu, biển báo, vạch sơn, thanh toán không dùng tiền mặt và thông tin chỗ trống. Bước thứ hai, thí điểm sạc điện tại một số điểm P1 sau khi đánh giá giao thông, an toàn điện, phòng cháy chữa cháy và khả năng cấp điện. Bước thứ ba, mở rộng sang các khu vực khác khi bảo đảm điều kiện tổ chức giao thông. Cách tiếp cận này hỗ trợ chuyển dần từ quản lý điểm đỗ đơn lẻ sang quản lý không gian đỗ bằng dữ liệu.

5. Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá hiện trạng tổ chức đỗ xe trên đường và khả năng tích hợp hệ thống đỗ xe thông minh, sạc điện tại khu vực trong vành đai 1 Hà Nội, kết hợp giữa khảo sát nhu cầu của 386 người tham gia giao thông và thực trạng 36 điểm đỗ xe ô tô trên đường. Kết quả cho thấy 49,5% người được hỏi lựa chọn áp dụng công nghệ thông minh để quản lý đỗ xe và 65,5% cho rằng tích hợp chức năng sạc điện là cần thiết hoặc rất cần thiết. Tuy nhiên, hạ tầng đỗ xe trên đường còn nhiều hạn chế để có thể tích hợp hệ thống đỗ xe thông minh và sạc điện, 26/36 điểm có bề rộng hè phố không quá 4,5 m và 7/36 điểm có bề rộng lòng đường dưới 7,5 m. Về công nghệ, 21/36 điểm (58,3%) đã ứng dụng ít nhất một chức năng thông minh, nhưng chủ yếu mới dừng ở thanh toán tự động; chưa ghi nhận điểm nào có chức năng nhận diện biển số, thông tin chỗ trống theo thời gian thực hoặc sạc điện cho ô tô.

Kết quả nghiên cứu cho thấy Hà Nội cần chuyển từ mở rộng chỗ đỗ đơn thuần sang tổ chức không gian đỗ xe trên đường dựa trên dữ liệu. Việc tích hợp hệ thống đỗ xe thông minh và sạc điện cần thực hiện có chọn lọc, phù hợp mặt cắt đường, tổ chức giao thông, an toàn điện, phòng cháy chữa cháy, mức độ cản trở giao thông và năng lực vận hành. Các giải pháp ưu tiên gồm chuẩn hóa hạ tầng vật lý, biển báo, vạch sơn; số hóa thanh toán, phát triển dữ liệu chỗ đỗ theo thời gian thực, kiểm soát thời gian đỗ và thí điểm trạm sạc tại các vị trí đủ điều kiện.

Đóng góp chính của nghiên cứu là cung cấp cơ sở định lượng ban đầu về hiện trạng đỗ xe trên đường, mức độ ứng dụng công nghệ và khả năng tích hợp sạc điện. Nghiên cứu cũng đề xuất khung phân loại điểm đỗ theo bốn nhóm ưu tiên, làm cơ sở lựa chọn vị trí và giải pháp. Hạn chế của nghiên cứu là dữ liệu hiện trạng chủ yếu được thu thập tại một thời điểm, chưa phản ánh biến động giao thông theo thời gian. Bên cạnh đó, khả năng tích hợp sạc điện mới được đánh giá ở mức sơ bộ theo điều kiện không gian; các yếu tố công suất nguồn điện, khoảng cách đến trạm biến áp, khả năng đi cáp, chống ngập, an toàn điện, phòng cháy chữa cháy, thời gian đỗ và nhu cầu sạc thực tế chưa được khảo sát. Ma trận giải pháp là khung định hướng định tính, chưa được lượng hóa và áp dụng kiểm chứng. Nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng khảo sát, bổ sung dữ liệu lưu lượng giao thông, thời gian xe ra hoặc vào điểm đỗ, xung đột giao thông, phát thải, nguồn điện cũng như khả năng đáp ứng công suất sạc, đồng thời xây dựng các mặt cắt điển hình để hoàn thiện mô hình tổ chức đỗ xe thông minh tích hợp sạc điện cho Hà Nội.

Tuyên bố về việc sử dụng trí tuệ nhân tạo tạo sinh và các công nghệ hỗ trợ bởi AI

Các tác giả xác nhận không sử dụng bất kỳ công cụ trí tuệ nhân tạo tạo sinh hoặc công nghệ hỗ trợ bởi AI nào trong quá trình chuẩn bị và hoàn thiện bản thảo.

Tài liệu tham khảo

[1] National Association of City Transportation Officials. *Curb management*. Truy cập ngày 19/6/2026.

[2] Litman, T. (2023). *Parking management: Strategies, evaluation and planning*. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, BC, Canada.

[3] Shoup, D. (2011). *The high cost of free parking*. Routledge, New York, NY, USA.

[4] Hiệp, Đ. V. (2017). Nghiên cứu áp dụng giải pháp quản lý nhu cầu đỗ xe cho các khu vực trung tâm đô thị ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (TCKHCNXD) - ĐHXDHN*, 11(3):50–58.

[5] Tuấn, V. A., Linh, H. T. (2023). Nghiên cứu hành vi lựa chọn bãi đỗ xe cho các thành phố của tỉnh Bình Dương. *Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải*, 74(3):346–360.

[6] Chè, L. V., Tân, Đ. M., Cậy, B. X. (2026). Phát triển mô hình dự đoán hành vi lựa chọn vị trí đỗ xe trên đường ứng dụng mô hình máy vector hỗ trợ: Nghiên cứu điển hình tại thành phố Hà Nội. *Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải*, 77(2):166–180.

[7] Chè, L. V., Tân, Đ. M., Cậy, B. X. (2026). Nghiên cứu hành vi đỗ xe ô tô trên đường tại thành phố Hà Nội: Tác động của hạ tầng đường phố và đề xuất giải pháp tổ chức – vận hành. *Tạp chí Khoa học công nghệ Giao thông vận tải*, 15(1):29–40.

[8] Sha, H., Haouari, R., Singh, M. K., Papazikou, E., Chaudhry, A., Thomas, P., Morris, A. (2024). How can on-street parking regulations affect traffic, safety, and the environment in a cooperative, connected, and automated era? *European Transport Research Review*, 16:18.
[9] Sui, X., Ye, X., Wang, T., Yan, X., Chen, J., Ran, B. (2022). Microscopic simulating the impact of cruising for parking on traffic efficiency and emission with parking-and-visit test data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15):9127.
[10] International Energy Agency (2025). *Global EV outlook 2025*. IEA, Paris, France, truy cập ngày 19/6/2026.
[11] World Bank (2024). *Vietnam: Recommendations to the national roadmap and action plan for the electric mobility transition*. World Bank, Washington DC, USA, truy cập ngày 19/6/2026.
[12] World Bank (2023). *Charging infrastructure: A critical component of electric mobility*. World Bank, Washington DC, USA, truy cập ngày 19/6/2026.
[13] Lou, L., Zhang, J., Xiong, Y., Jin, Y. (2019). An improved roadside parking space occupancy detection method based on magnetic sensors and wireless signal strength. *Sensors*, 19(10):2348.
[14] Ditta, A., Ahmed, M. M., Mazhar, T., Shahzad, T., Alahmed, Y., Hamam, H. (2025). Number plate recognition smart parking management system using IoT. *Measurement: Sensors*, 37:101409.
[15] Lâm, P. V., Lan, T. T., Bách, N. C. (2025). Thiết kế và xây dựng hệ thống quản lý bãi gửi xe thông minh trên nền tảng điện thoại thông minh. *Tạp chí Xây dựng*, (8):123–127.
[16] Hiệp, Đ. V. (2017). Giải pháp ứng dụng hệ thống giao thông thông minh trong quản lý và vận hành giao thông đô thị tại Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (TCKHCNXD) - ĐHXDHN*, 11(2): 65–73.
[17] Quốc hội Việt Nam (2026). *Luật Thủ đô*. Số 02/2026/QH16.
[18] Thủ tướng Chính phủ (2025). *Chỉ thị về một số nhiệm vụ cấp bách, quyết liệt ngăn chặn, giải quyết tình trạng ô nhiễm môi trường*. Số 20/CT-TTg, 12/7/2025.
[19] Hội đồng nhân dân thành phố Hà Nội (2025). *Nghị quyết quy định thực hiện vùng phát thải thấp trên địa bàn thành phố Hà Nội*. Số 57/2025/NQ-HĐND, 26/11/2025.
[20] Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội (2026). *Quyết định phê duyệt Quy hoạch tổng thể Thủ đô Hà Nội tầm nhìn 100 năm*. Số 2512/QĐ-UBND, 13/5/2026.
[21] Quốc hội Việt Nam (2024). *Luật Trật tự, an toàn giao thông đường bộ*. Số 36/2024/QH15.
[22] QCVN 32:2026/BCT. *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về trụ sạc, trạm sạc xe điện*. Bộ Công Thương, Việt Nam.
[23] TCVN 13592:2022. *Đường đô thị – Yêu cầu thiết kế*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
[24] U.S. Access Board. *Design recommendations for accessible electric vehicle charging stations*. Truy cập ngày 20/7/2026.
[25] RMI (2026). *Driving electric: Making EV charging more accessible through curbside charging*. Truy cập ngày 20/7/2026.
[26] District Department of Transportation. *Electric vehicle charging station program*. Government of the District of Columbia, Washington D.C., truy cập ngày 20/7/2026.
[27] IREC, SEAC, RMI (2025). *Planning and zoning guidance for electric vehicle charger deployment*. Truy cập ngày 20/7/2026.
[28] National Association of City Transportation Officials. *Urban street design guide: Lane width*. Truy cập ngày 20/7/2026.
[29] City of Minneapolis. *Street design guide: Vehicle parking and curbside uses*. Truy cập ngày 20/7/2026.
[30] U.S. Access Board. *Public right-of-way accessibility guidelines (PROWAG), chapter R3: Technical requirements*. Truy cập ngày 20/7/2026.