



ĐÔ THỊ THÔNG MINH VÀ HẠ TẦNG THÍCH ỨNG:

HƯỚNG ĐI CẦN THIẾT CHO VIỆT NAM

SMART AND ADAPTIVE INFRASTRUCTURE CITIES: A NECESSARY ORIENTATION FOR VIETNAM

Ths. KTS. Trần Anh Tuấn¹

Tóm tắt: Trong bối cảnh toàn cầu hóa và cách mạng công nghiệp 4.0, đô thị thông minh và hạ tầng thích ứng trở thành xu hướng phát triển tất yếu nhằm đáp ứng yêu cầu quản lý đô thị bền vững, giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu, đồng thời nâng cao chất lượng sống cho người dân. Việt Nam, với tốc độ đô thị hóa nhanh chóng, đang đối mặt với nhiều thách thức: Quá tải hạ tầng, ô nhiễm môi trường, rủi ro thiên tai và bất bình đẳng xã hội. Bài báo này phân tích cơ sở lý luận, kinh nghiệm quốc tế và thực tiễn tại Việt Nam. Từ đó đề xuất các giải pháp phát triển đô thị thông minh gắn với hạ tầng thích ứng. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc ứng dụng công nghệ số, phát triển giao thông xanh và hạ tầng bền vững, cùng với sự tham gia của cộng đồng, sẽ là chìa khóa để Việt Nam xây dựng các đô thị hiện đại, đáng sống và chống chịu tốt trước biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Đô thị thông minh, hạ tầng thích ứng, giao thông xanh, phát thải thấp, Việt Nam.

Abstract: In the context of globalization and the Fourth Industrial Revolution, smart cities and adaptive infrastructure have become essential development trends to ensure sustainable urban management, mitigate the impacts of climate change, and improve people's quality of life. Vietnam, with its rapid urbanization, faces numerous challenges: infrastructure overload, environmental pollution, natural disaster risks, and social inequality. This article analyzes theoretical foundations, international experiences, and practices in Vietnam; then proposes solutions for developing smart cities integrated with adaptive infrastructure. The findings indicate that applying digital technologies, developing green

transport and sustainable infrastructure, along with community participation, will be the key for Vietnam to build modern, livable, and climate-resilient cities.

Keywords: Smart city, adaptive infrastructure, green transport, low emissions, Vietnam.

Nhận bài ngày 10/8/2025, chỉnh sửa ngày 12/9/2025, chấp nhận đăng ngày 20/10/2025.

1. GIỚI THIỆU

Trong thế kỷ XXI, hơn một nửa dân số thế giới đang sống ở các đô thị. Dự báo đến năm 2050, tỷ lệ này có thể lên tới 68% (UN, 2019). Sự bùng nổ dân số đô thị kéo theo những áp lực to lớn đối với hạ tầng, môi trường và quản lý xã hội. Đồng thời, biến đổi khí hậu và thiên tai cực đoan như bão, lũ, nắng nóng kỷ lục càng làm tăng tính dễ tổn thương của các thành phố.

Đô thị thông minh được coi là giải pháp chiến lược để giải quyết những vấn đề này, thông qua việc ứng dụng công nghệ số, trí tuệ nhân tạo, dữ liệu lớn và Internet vạn vật trong quản lý đô thị. Bên cạnh đó, khái niệm hạ tầng thích ứng nhấn mạnh khả năng linh hoạt và chống chịu của các công trình, hệ thống hạ tầng trước các rủi ro khí hậu và biến động xã hội – kinh tế.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cách tiếp cận nghiên cứu

Bài báo áp dụng phương pháp tiếp cận liên ngành, kết hợp giữa khoa học kỹ thuật, quản lý đô thị và khoa học môi trường. Hướng tiếp cận hệ thống được sử dụng để phân tích mối quan hệ giữa đô thị thông minh, hạ tầng thích ứng và phát triển bền vững.

2.2. Nguồn dữ liệu

- Báo cáo của Bộ Xây dựng, Bộ Giao thông Vận tải, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Số liệu của Ngân hàng Thế giới, UN-Habitat, ADB.
- Các nghiên cứu học thuật trong và ngoài nước về đô thị thông minh, hạ tầng xanh và giao thông phát thải thấp.

2.3. Phương pháp phân tích

- Tổng hợp tài liệu: Phân tích các nghiên cứu trước đây, chính sách, chiến lược.
- So sánh quốc tế: Tham khảo mô hình Singapore, Hàn Quốc.
- Định tính và định lượng: Đánh giá số liệu về đô thị hóa, phát thải, và nhu cầu hạ tầng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kinh nghiệm quốc tế về đô thị thông minh và hạ tầng thích ứng

Nhiều quốc gia trên thế giới đã đạt được những thành công nổi bật trong việc phát triển đô thị thông minh và hạ tầng thích ứng, qua đó cung cấp những kinh nghiệm quý báu cho Việt Nam. Hai trường hợp tiêu biểu có thể kể đến là Singapore và Hàn Quốc – những quốc gia đi đầu châu Á trong việc ứng dụng công nghệ, quy hoạch đô thị bền vững và xây dựng môi trường sống hiện đại, thân thiện với con người.

Kinh nghiệm tại Singapore:

Singapore được xem là một trong những hình mẫu hàng đầu về phát triển đô thị thông minh. Chính phủ nước này đã khởi động “Chiến lược Quốc gia về Smart Nation” từ năm 2014, với tầm nhìn biến Singapore trở thành “quốc gia thông minh” toàn diện, nơi công nghệ và dữ liệu được tích hợp vào mọi lĩnh vực của đời sống đô thị.

Hệ thống quản lý đô thị thông minh của Singapore được vận hành dựa trên mạng lưới cảm biến IoT (Internet of Things) phủ khắp thành phố, cho phép thu thập và phân tích dữ liệu thời gian thực về giao thông, chất lượng không khí, tiêu thụ năng lượng và an ninh. Dữ liệu này được kết nối đến Trung tâm điều hành đô thị, giúp chính quyền ra quyết định nhanh chóng, chính xác trong quản lý và ứng phó khẩn cấp.

Trong lĩnh vực giao thông thông minh, Singapore triển khai hệ thống quản lý giao thông theo thời gian thực, tối ưu hóa đèn tín hiệu, điều phối luồng phương tiện và cung cấp thông tin trực tuyến cho người dân thông qua các ứng dụng di động. Chính sách khuyến khích sử dụng phương tiện công cộng và phương tiện xanh – như xe buýt điện, xe hybrid, hệ thống chia sẻ xe đạp – giúp thành phố duy trì tỷ lệ phương tiện cá nhân ở mức thấp.

Đặc biệt, Singapore còn là quốc gia tiên phong trong việc xây dựng công trình tiết kiệm năng lượng và hạ tầng xanh. Các khu phức hợp như Marina Bay Sands hay Punggol Digital District được thiết kế với hệ thống làm mát trung tâm, vật liệu tái chế và năng lượng mặt trời, góp phần giảm phát thải carbon và nâng cao khả năng thích ứng khí hậu.

Kinh nghiệm tại Hàn Quốc:

Hàn Quốc nổi bật với dự án thành phố Songdo, được coi là một trong những đô thị thông minh đầu tiên và hiện đại nhất thế giới. Songdo được xây dựng từ đầu trên diện tích hơn 600 ha đất bồi ven biển, với tổng vốn đầu tư hơn 40 tỷ USD. Toàn bộ hạ tầng của thành phố được số hóa toàn diện, từ giao thông, cấp thoát nước, năng lượng, đến quản lý chất thải.

Hệ thống giao thông tại Songdo tích hợp cảm biến thông minh, điều khiển đèn tín hiệu theo lưu lượng phương tiện và cung cấp dữ liệu giao thông tức thời cho người dân qua điện thoại thông minh. Mọi căn hộ đều được trang bị hệ thống quản lý năng lượng thông minh, giúp cư dân theo dõi mức tiêu thụ điện – nước và điều khiển thiết bị từ xa.

Đặc biệt, Songdo được quy hoạch theo triết lý đô thị bền vững và thích ứng, với 40% diện tích là không gian xanh, hệ thống kênh đào, công viên sinh thái và hạ tầng thoát nước chống ngập hiệu quả. Thành phố cũng đầu tư mạnh vào năng lượng tái tạo, xử lý rác thải bằng công nghệ chân không, hạn chế xe cá nhân và ưu tiên giao thông công cộng.

Kinh nghiệm của Hàn Quốc cho thấy việc quy hoạch đô thị ngay từ đầu



Singapore được xem là một trong những hình mẫu hàng đầu về phát triển đô thị thông minh



Việt Nam là một trong những quốc gia có tốc độ đô thị hóa nhanh trong khu vực Đông Nam Á

với tầm nhìn dài hạn và hạ tầng số hóa đồng bộ giúp giảm đáng kể chi phí vận hành, đồng thời tăng cường khả năng chống chịu trước các biến động khí hậu và xã hội.

Cả Singapore và Hàn Quốc đều cho thấy rằng thành công của đô thị thông minh không chỉ dựa vào công nghệ, mà còn nằm ở tư duy quy hoạch tích hợp, thể chế linh hoạt và sự tham gia của cộng đồng. Công nghệ là công cụ, nhưng con người và chính sách mới là yếu tố quyết định giúp các đô thị vận hành hiệu quả, thích ứng và bền vững trong dài hạn.

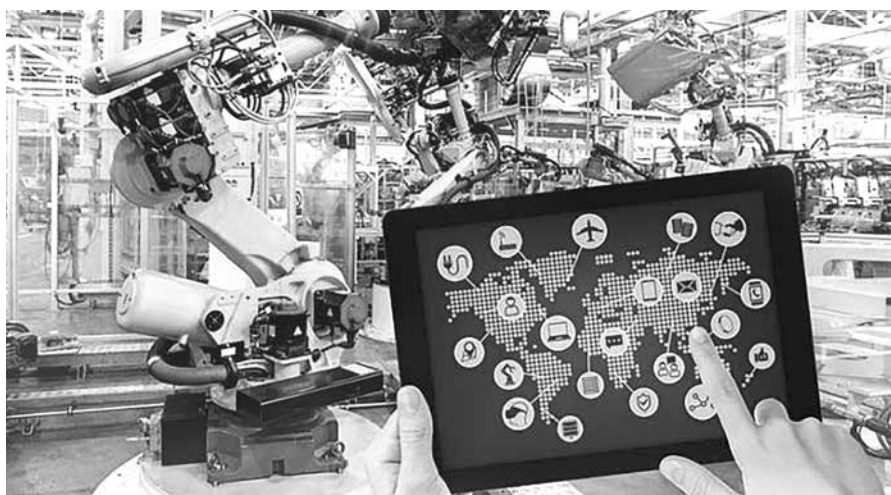
3.2. Thực trạng và thách thức tại Việt Nam

Việt Nam là một trong những quốc gia có tốc độ đô thị hóa nhanh trong khu vực Đông Nam Á. Tuy nhiên, sự phát triển nhanh chóng này cũng làm bộc lộ nhiều

vấn đề: Hạ tầng giao thông và kỹ thuật chưa đồng bộ, ùn tắc và ô nhiễm ngày càng nghiêm trọng, năng lực quản lý đô thị còn hạn chế.

Thêm vào đó, Việt Nam là một trong năm quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu. Nước biển dâng, xâm nhập mặn ở đồng bằng sông Cửu Long, lũ lụt miền Trung, sạt lở miền núi phía Bắc... đặt ra yêu cầu cấp bách về xây dựng các đô thị thông minh gắn liền với hạ tầng có khả năng thích ứng.

Sự phát triển nhanh chóng của các đô thị Việt Nam trong hai thập kỷ qua đã mang lại nhiều thành tựu kinh tế – xã hội, song đồng thời cũng bộc lộ nhiều bất cập trong quản lý và phát triển hạ tầng. Những thách thức này đang cản trở mục tiêu xây dựng đô thị thông minh và hạ tầng thích ứng, thể hiện qua các khía cạnh sau:



Năng lực vận hành và bảo trì hệ thống công nghệ ở nhiều địa phương còn hạn chế

Hạ tầng kỹ thuật lạc hậu: Một trong những hạn chế nổi bật là chất lượng hạ tầng kỹ thuật ở nhiều đô thị đã xuống cấp nghiêm trọng. Hệ thống đường giao thông nội đô nhiều nơi còn nhỏ hẹp, thường xuyên quá tải vào giờ cao điểm. Nhiều tuyến đường chính bị hư hỏng, xuống cấp nhưng chưa được nâng cấp kịp thời, gây mất an toàn và cản trở lưu thông.

Hệ thống cấp, thoát nước ở các thành phố lớn như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh được xây dựng từ nhiều thập kỷ trước, nay đã lạc hậu, không đáp ứng được nhu cầu thoát nước khi mưa lớn. Kết quả là tình trạng ngập úng cục bộ xảy ra thường xuyên, thậm chí chỉ sau một trận mưa kéo dài 30–60 phút. Điều này không chỉ ảnh hưởng đến đời sống thường nhật mà còn gây thiệt hại lớn về kinh tế và làm giảm năng lực chống chịu của đô thị trước biến đổi khí hậu.

Ứng dụng công nghệ còn hạn chế: Mặc dù một số đô thị đã bắt đầu triển khai các giải pháp công nghệ thông minh như hệ thống camera giám sát, đèn tín hiệu giao thông tự động hay các trung tâm điều hành giao thông, nhưng quy mô triển khai còn nhỏ lẻ và thiếu sự đồng bộ.

Các camera giám sát chủ yếu được lắp đặt tại khu vực trung tâm, trong khi vùng ven đô, ngoại ô còn thiếu thốn. Hệ thống dữ liệu thu thập từ các thiết bị IoT chưa được kết nối và phân tích trên một nền tảng thống nhất, khiến hiệu quả quản lý chưa cao. Việc chia sẻ dữ liệu giữa các cơ quan quản lý – từ giao thông, xây dựng, đến môi trường – còn hạn chế, dẫn đến tình trạng “cát cứ thông tin”, không tận dụng được sức mạnh của dữ liệu lớn (Big Data).

Bên cạnh đó, năng lực vận hành và bảo trì hệ thống công nghệ ở nhiều địa phương còn hạn chế do thiếu nguồn nhân lực được đào tạo chuyên sâu, khiến việc ứng dụng công nghệ hiện đại chưa đạt hiệu quả như kỳ vọng.

Thiếu quy hoạch tích hợp: Một trong những thách thức mang tính căn cơ của quá trình đô thị hóa tại Việt Nam là tình trạng phát triển đô thị thiếu tính đồng



Việc ưu tiên các giải pháp giao thông xanh và phát thải thấp là một yêu cầu tất yếu

bộ, tích hợp và liên kết vùng. Nhiều đô thị được mở rộng theo hướng “nở ra” một cách tự phát, thiếu quy hoạch tổng thể gắn kết với vùng lân cận. Hậu quả là không gian đô thị manh mún, thiếu hệ thống hạ tầng khung thống nhất, làm gia tăng tình trạng tắc nghẽn, ô nhiễm và bất bình đẳng trong tiếp cận dịch vụ. Ví dụ, tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, các khu đô thị mới mọc lên nhanh chóng nhưng kết nối hạ tầng với khu vực trung tâm còn yếu, gây áp lực lớn lên các tuyến đường hiện hữu.

Quy hoạch đô thị hiện nay chưa gắn chặt với quy hoạch giao thông công cộng, năng lượng và môi trường. Điều này khiến các đô thị dễ rơi vào tình trạng quá tải, thiếu không gian xanh và thiếu công trình hạ tầng xã hội, đi ngược lại mục tiêu phát triển bền vững.

Rủi ro khí hậu cao: Việt Nam được đánh giá là một trong những quốc gia chịu tác động nặng nề nhất từ biến đổi khí hậu. Các đô thị lớn như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, Đà Nẵng thường xuyên đối mặt với những rủi ro thiên tai và thời tiết cực đoan.

Trong khi đó, hạ tầng hiện hữu chưa được thiết kế để thích ứng với những biến động khí hậu cực đoan. Hệ thống đê điều, hồ điều hòa, cống thoát nước chưa đủ năng lực, khiến các đô thị ngày càng dễ tổn thương. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết phải phát triển hạ tầng thích ứng – có khả năng linh hoạt và chống chịu cao trước biến đổi khí hậu.

Như vậy, thực trạng đô thị Việt Nam hiện nay cho thấy hạ tầng kỹ thuật lạc hậu, công nghệ chưa đồng bộ, quy hoạch thiếu tích hợp và rủi ro khí hậu cao là bốn thách thức chính cản trở quá trình xây dựng đô thị thông minh và bền vững. Nếu không có giải pháp kịp thời và toàn diện, những thách thức này có thể trở thành rào cản lớn cho mục tiêu phát triển dài hạn.

3.3. Đề xuất một số giải pháp về giao thông xanh và phát thải thấp trong đô thị thông minh

Để các đô thị Việt Nam có thể phát triển theo hướng thông minh, bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu, việc ưu tiên các giải pháp giao thông xanh và phát thải thấp là một yêu cầu tất yếu. Các giải pháp này cần được triển khai đồng bộ trên nhiều khía cạnh: thể chế, công nghệ, hạ tầng công cộng, tài chính – đầu tư và nguồn nhân lực.

Hoàn thiện chính sách và thể chế

Khung pháp lý và chính sách là điều kiện tiên quyết để định hướng và điều phối quá trình chuyển đổi. Việt Nam cần sớm ban hành Chiến lược quốc gia về đô thị thông minh và hạ tầng thích ứng đến 2050, trong đó xác định rõ các mục tiêu theo từng giai đoạn:

- Đến năm 2030: 50% phương tiện công cộng tại đô thị lớn sử dụng năng lượng sạch.
- Đến năm 2040: Loại bỏ dần xe máy động cơ đốt trong ở khu vực trung tâm.

- Đến năm 2050: Đạt mức phát thải ròng bằng “0” trong lĩnh vực giao thông đô thị.

Quy hoạch đô thị cần tích hợp với chiến lược tăng trưởng xanh, bảo đảm sự gắn kết giữa giao thông, năng lượng, môi trường và sử dụng đất. Khi mở rộng đô thị, các yếu tố về hạ tầng xanh, giao thông công cộng, không gian công cộng và tiện ích bền vững phải được coi là trọng tâm, thay vì chỉ chú trọng mở rộng dân cư.

Song song với đó, cần xây dựng quy chuẩn xây dựng xanh cho cả công trình hạ tầng và phương tiện. Ví dụ: tiêu chuẩn về lượng khí thải tối đa cho xe buýt điện; tiêu chuẩn về vật liệu tái chế trong xây dựng nhà ga metro; quy định về mức hiệu suất năng lượng tối thiểu cho công trình đô thị. Việc áp dụng các quy chuẩn này sẽ đảm bảo đồng bộ và tạo khung pháp lý minh bạch cho doanh nghiệp cũng như nhà quản lý.

Chuyển đổi số là yếu tố cốt lõi

Công nghệ đóng vai trò trung tâm trong mô hình đô thị thông minh. Việc ứng dụng AI, IoT và Big Data sẽ nâng cao năng lực quản lý giao thông. Hệ thống đèn tín hiệu có thể tự động điều chỉnh theo lưu lượng phương tiện; dữ liệu GPS từ xe buýt, taxi, xe đạp công cộng được phân tích để tối ưu hóa tuyến đi lại; thông tin giao thông thời gian thực được hiển thị trên ứng dụng điện thoại để người dân lựa chọn lộ trình phù hợp.



Cần đào tạo nguồn nhân lực chuyên sâu về quản lý đô thị thông minh (Lớp Bồi dưỡng Quản lý Đô thị thông minh tại TP. Đà Nẵng do Học viện Chiến lược, bồi dưỡng cán bộ xây dựng tổ chức)

Một thành tố quan trọng khác là phát triển hệ thống cảnh báo sớm thiên tai. Với các cảm biến môi trường, dữ liệu khí tượng và mô hình dự báo, thành phố có thể cảnh báo ngập úng, bão lũ hoặc nắng nóng cực đoan, từ đó chủ động điều phối giao thông, hướng dẫn người dân và bảo vệ hạ tầng trọng yếu.

Đẩy nhanh các dự án giao thông xanh

Để giảm sự phụ thuộc vào phương tiện cá nhân, cần đẩy nhanh tiến độ các dự án metro, BRT và xe buýt điện. Đây là xương sống của hệ thống giao thông công cộng xanh, giúp vận chuyển khối lượng hành khách lớn, giảm ùn tắc và khí thải.

Cần triển khai hệ thống vé điện tử liên thông, cho phép người dân sử dụng một thẻ hoặc ứng dụng duy nhất để đi tất cả các loại hình phương tiện. Điều này không chỉ tiện lợi mà còn giúp nhà quản lý có cơ sở dữ liệu chính xác để quy hoạch.

Ngoài ra, khuyến khích xe đạp công cộng và xe điện chia sẻ ở trung tâm đô thị sẽ giúp giải quyết các chuyến đi ngắn – vốn chiếm tỷ lệ lớn trong hoạt động giao thông hàng ngày. Kinh nghiệm từ Singapore, Paris hay Seoul cho thấy, dịch vụ xe đạp công cộng không chỉ thân thiện môi trường mà còn góp phần xây dựng hình ảnh đô thị hiện đại, năng động.

Mở rộng hợp tác công – tư (PPP)

Nguồn vốn là yếu tố quyết định trong quá trình hiện thực hóa mục tiêu

giao thông xanh. Việt Nam cần mở rộng hợp tác công – tư (PPP), trong đó Nhà nước giữ vai trò kiến tạo, hỗ trợ đất đai, quy hoạch, còn doanh nghiệp tham gia đầu tư xây dựng, vận hành, bảo trì.

Thu hút vốn FDI là giải pháp quan trọng. Các tập đoàn quốc tế về công nghệ đô thị, sản xuất pin, năng lượng tái tạo có thể mang lại không chỉ vốn mà còn công nghệ tiên tiến và kinh nghiệm quản lý. Cần hỗ trợ doanh nghiệp trong nước nghiên cứu và sản xuất pin, vật liệu xanh và xe điện, hình thành chuỗi giá trị nội địa. Đây là bước đi chiến lược để Việt Nam không chỉ là nơi tiêu thụ mà còn trở thành trung tâm sản xuất, đóng góp vào chuỗi cung ứng toàn cầu.

Đào tạo nguồn nhân lực chuyên sâu về quản lý đô thị thông minh

Cần đào tạo nguồn nhân lực chuyên sâu về quản lý đô thị thông minh, kỹ thuật hạ tầng thích ứng, công nghệ năng lượng sạch. Sự thiếu hụt nhân lực chất lượng cao hiện nay là một rào cản lớn, do đó cần sự phối hợp giữa trường đại học, viện nghiên cứu và doanh nghiệp.

Cuối cùng, cần tăng cường sự tham gia của người dân trong giám sát và phản hồi dữ liệu đô thị. Các nền tảng trực tuyến có thể cho phép người dân phản ánh sự cố hạ tầng, ô nhiễm môi trường hoặc đề xuất sáng kiến. Điều này không chỉ nâng cao hiệu quả quản lý mà còn tạo dựng niềm tin và sự đồng thuận xã hội.

4. KẾT LUẬN

Đô thị thông minh và hạ tầng thích ứng là hướng đi chiến lược để Việt Nam đạt được mục tiêu phát triển bền vững trong thế kỷ XXI. Các giải pháp về giao thông xanh và phát thải thấp, nếu được triển khai đồng bộ, sẽ không chỉ giúp giảm ô nhiễm, cải thiện môi trường mà còn nâng cao sức cạnh tranh và chất lượng sống. Bên cạnh đó, việc xây dựng hạ tầng có khả năng chống chịu với biến đổi khí hậu sẽ đảm bảo an toàn, ổn định cho hàng triệu cư dân đô thị. Để thành công, cần sự phối hợp chặt chẽ giữa Nhà nước, doanh nghiệp, cộng đồng khoa học và người dân.

Dương Ngân (BT)

Tài liệu tham khảo:

1. Bộ Xây dựng (2023). Báo cáo đô thị hóa Việt Nam. Hà Nội.
2. Bộ Giao thông vận tải (2023). Báo cáo thường niên ngành giao thông. Hà Nội.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022). Báo cáo quốc gia về biến đổi khí hậu. Hà Nội.
4. IPCC (2021). Sixth Assessment Report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
5. IEA (2022). Global EV Outlook. Paris: International Energy Agency.
6. UN-Habitat (2020). World Cities Report. United Nations.
7. Ngân hàng Thế giới (2022). Vietnam Urbanization Review. Washington, D.C.