

# KINH TẾ BỀN VỮNG, SỐ HÓA VÀ CHIẾN LƯỢC PHÁT THẢI RÒNG BẰNG KHÔNG TẠI VIỆT NAM: HÀM Ý CHO THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

LÊ THỊ HOÀNG YẾN\*

Trường Đại học Luật TP. Hồ Chí Minh  
Ho Chi Minh City University of Law  
Email: lthyenchiba@gmail.com

## Tóm tắt

Nghiên cứu phân tích mối quan hệ giữa kinh tế bền vững, số hóa và net zero (chiến lược phát thải ròng bằng không) của Việt Nam đến năm 2050. Kết quả từ dữ liệu quốc gia cho thấy số hóa tối ưu quản lý năng lượng và thúc đẩy sản xuất xanh, trong khi kinh tế bền vững cung cấp nền tảng chính sách cho quá trình khử carbon và phát triển đô thị xanh dài hạn. Kiến nghị tập trung vào việc áp dụng khung tích hợp nhân lực xanh, tài chính xanh và cách mạng hạ tầng số tại TP. Hồ Chí Minh, tận dụng Nghị quyết số 98/2023/QH15.

**Từ khóa:** công nghiệp 4.0, Môi trường - Xã hội - Quản trị, kinh tế bền vững, net zero, số hóa

## Abstract

This study examines links between the sustainable economy, digitalization, and Vietnam's Net Zero 2050 strategy. Results from national data show that digitization optimizes energy management and promotes green production, while a sustainable economy provides a policy foundation. The paper proposes an integrated framework for Ho Chi Minh city, leveraging Resolution 98/2023/QH15 to support decarbonization and long-term sustainable urban development.

**Keywords:** industry 4.0, Environmental - Social - Governance (ESG), sustainable economy, net zero, digitalization

Ngày nhận bài: 02/10/2025

Ngày duyệt đăng: 12/3/2026

## 1. Tổng quan nghiên cứu

Việt Nam đã ban hành các chiến lược quốc gia nhằm giảm cường độ phát thải và định hình khuôn khổ phát triển bền vững, bao gồm Chiến lược Tăng trưởng xanh (Quyết định số 1658/QĐ-TTg)<sup>1</sup> và Chiến lược quốc gia về Biến đổi khí hậu (Quyết định số 896/QĐ-TTg).<sup>2</sup> Phát triển kinh tế số là động lực tăng trưởng mới, với mục tiêu đóng góp 30% tổng sản phẩm quốc nội vào năm 2030 (Quyết định số 411/QĐ-TTg),<sup>3</sup> tạo tiền đề cho sự chuyển dịch sang nền kinh tế xanh. Thành phố Hồ Chí Minh là trung tâm kinh tế, tài chính và đổi mới sáng tạo, đã xác định chuyển đổi số và chuyển đổi xanh là hai “trụ cột song hành” nhằm định hình năng lực cạnh tranh của thành phố.<sup>4</sup> Thành phố đặt mục tiêu trở thành mô hình *net zero city*, thí điểm tại Cần Giờ nhằm mục tiêu đạt phát thải ròng bằng không vào năm 2035. Thực

\* Nghiên cứu hoàn thành dưới sự hướng dẫn của Tiến sỹ Lại Nam Tuấn, Khoa Quản trị, Trường Đại học Luật TP. Hồ Chí Minh.

1 Chính phủ Việt Nam, Quyết định số 1658/QĐ-TTg ngày 25/9/2012 phê duyệt Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh thời kỳ 2011–2020 và tầm nhìn đến năm 2050, 2012.

2 Chính phủ Việt Nam, Quyết định số 896/QĐ-TTg ngày 26/7/2022 phê duyệt Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu đến năm 2050, 2022.

3 Chính phủ Việt Nam, Quyết định số 411/QĐ-TTg ngày 31/3/2021 phê duyệt Chiến lược quốc gia về phát triển kinh tế số và xã hội số đến năm 2025, định hướng đến năm 2030, 2021.

4 Lê Anh, “Xây dựng SHTP trở thành hình mẫu phát triển bền vững”, Báo Điện tử Chính phủ, 2025, <https://tphcm.chinhphu.vn/xay-dung-shtp-tro-thanh-hinh-mau-phat-trien-ben-vung-101251028163243608.htm>, truy cập ngày 22/03/2026.

tiền kiểm kê cho thấy, năm 2018, TP. Hồ Chí Minh phát thải 57,6 triệu tấn CO<sub>2</sub>, chiếm 25% tổng lượng phát thải của cả nước, trong đó 93,6% đến từ ngành năng lượng. Năm 2022, lượng phát thải vượt mức 60 triệu tấn CO<sub>2</sub>.<sup>5</sup> Theo thông tin từ Bộ Tài nguyên và Môi trường, năm 2020 TP. Hồ Chí Minh là một trong những địa phương có lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất Việt Nam với 38,5 triệu tấn CO<sub>2</sub>, chiếm khoảng 16% lượng phát thải quốc gia, trong đó phát thải khí từ hoạt động giao thông, vận tải chiếm đến 45%.<sup>6</sup> TP. Hồ Chí Minh đang xây dựng khu công nghệ cao, trở thành khu net zero đầu tiên của cả nước, với mục tiêu *net zero* 2045 làm “kim chỉ nam” tái cấu trúc hạ tầng số, hạ tầng xanh, năng lượng tái tạo và kinh tế tuần hoàn. Ngành giao thông vận tải của TP. Hồ Chí Minh đang phấn đấu đạt mục tiêu 100% xe buýt sử dụng điện vào năm 2030,<sup>7</sup> nhằm giảm phát thải và thúc đẩy xu hướng giao thông bền vững. Sự cấp thiết của quá trình chuyển đổi này còn được củng cố bởi dữ liệu từ Tổng cục Thống kê, theo đó tỷ trọng giá trị tăng thêm của kinh tế số trong GDP đã tăng từ 12,66% năm 2020 lên 13,17% năm 2024,<sup>8</sup> khẳng định tiềm năng lớn của số hóa trong việc hỗ trợ phát triển kinh tế xanh và nâng cao hiệu quả vận hành đô thị.

Mục tiêu chính của nghiên cứu là xây dựng và kiểm định một khung phân tích khoa học, làm rõ mối quan hệ tác động qua lại giữa kinh tế bền vững, số hóa và chiến lược *net zero* của Việt Nam đến năm 2050, từ đó rút ra hàm ý chính sách cho TP. Hồ Chí Minh. Các mục tiêu cụ thể bao gồm: hệ thống hóa lý luận và xây dựng mô hình khái niệm; phân tích bối cảnh thực tiễn tại TP. Hồ Chí Minh; kiểm định thực nghiệm mô hình bằng dữ liệu từ các nguồn tài liệu thứ cấp thu thập được; đề xuất khuyến nghị chính sách tăng cường tích hợp số hóa với các giải pháp bền vững. Về phạm vi nghiên cứu, phân tích định lượng được thực hiện ở cấp độ quốc gia (Việt Nam), sử dụng dữ liệu chuỗi thời gian để tìm ra động lực vĩ mô. Phân tích định tính và đề xuất khuyến nghị tập trung vào trường hợp đặc thù của TP. Hồ Chí Minh nhằm đảm bảo tính khả thi và phù hợp với Nghị quyết số 98/2023/QH15.<sup>9</sup> Nghiên cứu tập trung vào bốn lĩnh vực trọng yếu: năng lượng, công nghiệp chế biến/chế tạo (tại các khu công nghiệp/khu công nghệ cao), giao thông vận tải và lĩnh vực công nghệ số (*Artificial Intelligence, AI; Internet of Things, IoT; big data*).

- 5 Hạng Nhung, Mai Hoa, “Chuyên gia Ngân hàng Thế giới: Nhiều giải pháp đơn giản để TP. HCM trở thành đô thị carbon thấp”, *Báo Sài Gòn Giải Phóng*, 2024, <https://www.sggp.org.vn/chuyen-gia-ngan-hang-the-gioi-nhieu-giai-phap-don-gian-de-tphcm-tro-thanh-do-thi-carbon-thap-post724160.html>, truy cập ngày 01/10/2025.
- 6 Hồng Giang, “TP. HCM đẩy mạnh giảm phát thải carbon trong giao thông vận tải”, *Cổng thông tin Tiết kiệm năng lượng và Sản xuất sạch hơn*, 2020, <https://scp.gov.vn/tin-tuc/t11714/tp-hcm-day-manh-giam-phat-thai-carbon-trong-giao-thong-van-tai>, truy cập ngày 01/10/2025.
- 7 TTXVN, “Thành phố Hồ Chí Minh đặt mục tiêu 100% xe buýt sử dụng điện vào năm 2030”, *Trang tin điện tử Đảng bộ TP. Hồ Chí Minh*, 2025, <https://share.google/HRyLweEg43sFU6tVD>, truy cập ngày 01/10/2025.
- 8 Tổng cục Thống kê, “Thông cáo báo chí: Kết quả biên soạn chỉ tiêu tỷ trọng giá trị tăng thêm của kinh tế số trong GDP, GRDP giai đoạn 2020–2024”, *Trang thông tin điện tử Cục Thống kê*, 2025, <https://www.nso.gov.vn/du-lieu-va-so-lieu-thong-ke/2025/01/thong-cao-bao-chi-ket-qua-bien-soan-chi-tieu-ty-trong-gia-tri-tang-them-cua-kinh-te-so-trong-gdp-grdp-giai-doan-2020-2024/>, truy cập ngày 01/10/2025.
- 9 Quốc hội Việt Nam, *Nghị quyết số 98/2023/QH15 ngày 24/6/2023 về thi điểm một số cơ chế, chính sách đặc thù phát triển TP. Hồ Chí Minh*, 2023.

## 2. Tổng quan lý thuyết và mô hình nghiên cứu về chuyển đổi xanh và cách mạng công nghệ 4.0

### 2.1. Tổng quan các khái niệm

Kinh tế bền vững<sup>10</sup> dựa trên mô hình bộ ba mục tiêu bền vững “triple bottom line”:<sup>11</sup> hiệu quả kinh tế, công bằng xã hội và bền vững môi trường. Việt Nam đưa khái niệm này vào trong Chiến lược Tăng trưởng xanh (Quyết định số 1658/QĐ-TTg).<sup>12</sup> Việc đo lường dựa trên Bộ chỉ tiêu phát triển bền vững của Việt Nam (Thông tư 03/2019/TT-BKHĐT)<sup>13</sup> gồm 158 chỉ tiêu. Kinh tế bền vững là tiền đề để Việt Nam đạt được cam kết net zero vào năm 2050. Tại TP. Hồ Chí Minh, chính quyền đã phê duyệt Kế hoạch triển khai Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh (Quyết định số 4589/QĐ-UBND ngày 29/12/2022).<sup>14</sup> Khu Công nghệ cao TP. Hồ Chí Minh (*Saigon Hi-Tech Park*, SHTP) đang triển khai mô hình “chuyển đổi kép” hướng đến net zero vào năm 2045, dựa trên hạ tầng số, năng lượng tái tạo, kinh tế tuần hoàn và đổi mới sáng tạo. Thành phố cũng khởi động lộ trình xây dựng các khu công nghiệp trọng điểm theo hướng net zero (*Net Zero Industrial Precincts*, NZIPs), ứng dụng số hóa trong giám sát và kinh tế tuần hoàn để giảm CO<sub>2</sub>.<sup>15</sup>

Cách mạng công nghiệp 4.0 là cuộc cách mạng công nghiệp thứ tư,<sup>16</sup> sử dụng tự động hóa thông minh và dữ liệu lớn để cải thiện năng suất. Cách mạng công nghiệp 4.0 được đo lường thông qua tỷ lệ doanh nghiệp áp dụng Internet vạn vật robot, tự động hóa quy trình, và mức tiêu hao năng lượng trên đơn vị sản phẩm, gắn trực tiếp với mục tiêu net zero. TP. Hồ Chí Minh đã phê duyệt Quyết định số 5260/QĐ-UBND (ngày 18/11/2024)<sup>17</sup> triển khai Đề án Đối tác Chuyển đổi Năng lượng Công bằng (*Just Energy Transition Partnership*, JETP) đẩy năng lượng tái tạo và công nghiệp sạch hướng đến mục tiêu Net-Zero. Trung tâm Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (*Center for the Fourth Industrial Revolution*, C4IR) được khánh thành vào tháng 9/2024, trở thành đầu mối thúc đẩy tự động hóa, sản xuất thông minh theo hướng xanh - số. Công nghệ 4.0 cung cấp công cụ then chốt để giám sát vận hành thời gian thực, giảm tiêu hao năng lượng và phát thải, hỗ trợ đắc lực cho chiến lược net zero.<sup>18</sup>

10 Longyu Shi, Linwei Han, Fengmei Yang and Lijie Gao, “The evolution of sustainable development theory: Types, goals, research prospects”, *Sustainability*, số 11, 2019, tr. 6528, DOI: <https://doi.org/10.3390/su11247158>

11 John Elkington, “Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development”, *California Management Review*, số 36, 1994, tr. 90–100, DOI: <https://doi.org/10.2307/41165746>

12 Chính phủ Việt Nam, *tldd* (2).

13 Bộ Kế hoạch và Đầu tư, *Thông tư số 03/2019/TT-BKHĐT* ngày 22/1/2019 ban hành Bộ chỉ tiêu thống kê phát triển bền vững của Việt Nam, 2019.

14 Ủy ban nhân dân TP. Hồ Chí Minh, *Quyết định số 4589/QĐ-UBND* ngày 30/12/2022 phê duyệt Kế hoạch triển khai Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh trên địa bàn Thành phố, 2022.

15 Bùi Tuấn, “Khu công nghệ cao TP.HCM hướng tới mô hình net zero”, *Net Zero VietNam*, 2025, <https://netzero.vn/khu-cong-nghe-cao-tphcm-huong-toi-mo-hinh-net-zero>, truy cập ngày 01/10/2025.

16 Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, Geneva, 2016, [https://law.unimelb.edu.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/3385454/Schwab-The\\_Fourth\\_Industrial\\_Revolution\\_Klaus\\_S.pdf](https://law.unimelb.edu.au/_data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf), truy cập ngày 01/10/2025.

17 Ủy ban nhân dân TP. Hồ Chí Minh, *Quyết định số 5260/QĐ-UBND* ngày 30/10/2024 triển khai Đề án Đối tác chuyển dịch năng lượng công bằng (JETP), 2024.

18 Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito, “Understanding the Internet of Things: Definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm”, *Ad Hoc Networks*, Vol. 56, 1 March 2017, tr. 122-140, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2016.12.004>

Các công nghệ số hóa bao gồm:

*Thứ nhất*, trí tuệ nhân tạo (*Artificial Intelligence, AI*): AI được hoạch định là công cụ tiên phong thúc đẩy đổi mới sáng tạo, hỗ trợ chuyển đổi số và là yếu tố quan trọng trong chiến lược net zero 2050, giúp tối ưu hóa năng lượng và giám sát môi trường theo thời gian thực. Tại TP. Hồ Chí Minh, AI đã được khai thác trong quản lý năng lượng thông minh và hệ thống giao thông công cộng thông minh.<sup>19</sup>

*Thứ hai*, Internet vạn vật (*Internet of Things, IoT*): IoT là nền tảng cho AI và phân tích dữ liệu thời gian thực, trở thành công cụ then chốt trong việc quản lý năng lượng và giảm phát thải KNK (khí nhà kính). Tại TP. Hồ Chí Minh, IoT được ứng dụng trong đèn giao thông thông minh, hệ thống cảm biến môi trường và quản lý nước thải, góp phần hiện thực hóa đô thị thông minh.<sup>20</sup>

*Thứ ba*, dữ liệu lớn (*big data*): được định nghĩa qua mô hình 3V: khối lượng dữ liệu, tốc độ dữ liệu, đa dạng dữ liệu (*volume, velocity, variety*). Định nghĩa hiện đại nhấn mạnh ứng dụng big data tích hợp với AI để giải quyết các thách thức phát triển bền vững, đặc biệt trong bối cảnh số hóa và giảm phát thải. Quyết định số 896/QĐ-TTg ngày 26/7/2022<sup>21</sup> về Chiến lược quốc gia về Biến đổi khí hậu nhấn mạnh sử dụng big data để giám sát phát thải KNK.

Việt Nam xác định chuyển đổi số và chuyển đổi xanh là “cặp song sinh” chiến lược.<sup>22</sup> TP. Hồ Chí Minh đã thành lập Tổ công tác chuyển đổi xanh, đề xuất chiến lược trung hòa carbon đến năm 2050, đặt mục tiêu giảm 10% khí thải nhà kính đến năm 2030.<sup>23</sup> Dữ liệu số và công nghệ như AI, IoT giúp theo dõi và quản lý tài nguyên hiệu quả hơn trong các lĩnh vực tiêu thụ năng lượng cao như giao thông và năng lượng.

Chiến lược *net zero* là trạng thái cân bằng giữa lượng KNK thải ra và lượng khí bị loại bỏ. Việt Nam cam kết đạt *net zero* vào năm 2050 tại COP26 (Hội nghị lần thứ 26 các bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về Biến đổi khí hậu).<sup>24</sup> Chiến lược Quốc gia về Biến đổi khí hậu đến năm 2050 (Quyết định số 896/QĐ-TTg)<sup>25</sup> nhấn mạnh: mục tiêu *net zero* không

19 Lê Tinh, “TP. Hồ Chí Minh: Ứng dụng AI vào giao thông thông minh”, *Báo Người lao động điện tử*, 2025, <https://moc.gov.vn/vn/tin-tuc/1305/85395/tp--ho-chi-minh--ung-dung-ai-vao-giao-thong-thong-minh.aspx>, truy cập ngày 01/10/2025.

20 Hán Minh Cường, “Quản lý đô thị thông minh: Ứng dụng công nghệ số trong kỷ nguyên mới”, *Tạp chí Kiến trúc Việt Nam*, 2025, <https://kientrucvietnam.org.vn/quan-ly-do-thi-thong-minh-ung-dung-cong-nghe-so-trong-ky-nguyen-moi>, truy cập ngày 01/10/2025; Đinh Tiến Dũng, Châu Thị Tâm, “Ứng dụng nền tảng công nghệ IoT đo chất lượng không khí: Kinh nghiệm thế giới và thử nghiệm tại TP. Hồ Chí Minh”, *Tạp chí Môi trường*, số 3, 2022, tr. 49-51, <https://tapchimoitruong.vn/chuyen-muc-3/ung-dung-nen-tang-cong-nghe-iot-do-chat-luong-khong-khi-kinh-nghiem-the-gioi-va-thu-nghiem-tai-tp-ho-chi-minh-26441>, truy cập ngày 01/10/2025.

21 Chính phủ Việt Nam, *tlđđ* (3).

22 F. Hanfi, “Vietnam’s Digital Economy is in good position to spark the digital economy but challenges ahead”, *The ASEAN Digital Economy*, Routledge, London & New York, 2023, tr. 57–74.

23 Ngọc Tấn, “Tổ công tác chuyển đổi xanh của TP. HCM có nhiệm vụ gì?”, *Công thông tin điện tử Chính phủ*, 2025, <https://tphcm.chinhphu.vn/to-cong-tac-chuyen-doi-xanh-cua-tphcm-co-nhiem-vu-gi-101250624091457394.htm>, truy cập ngày 01/10/2025.

24 United Nations, *Report of the World Commission on environment and development: Our common future*, United Nations, New York, 1987, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>, truy cập ngày 01/10/2025.

25 Chính phủ Việt Nam, *tlđđ* (3).

chỉ là bảo vệ môi trường, mà còn là chiến lược quốc gia nhằm chuyển dịch mô hình tăng trưởng, nâng cao sức cạnh tranh kinh tế. Việt Nam đã tham gia các sáng kiến quốc tế quan trọng như Cam kết giảm phát thải khí metal toàn cầu.<sup>26</sup> Số hóa (thông qua hệ thống đo đạc, báo cáo, thẩm định MRV (*Measurement, Reporting, and Verification, MRV*)) là yếu tố thiết yếu để giám sát tiến độ và minh bạch dữ liệu.

## 2.2. Các lý thuyết liên quan

Lý thuyết tăng trưởng kinh tế bền vững yêu cầu phát triển kinh tế gắn với giảm phát thải KNK,<sup>27</sup> thúc đẩy kinh tế tuần hoàn và ứng dụng công nghệ số để đạt mục tiêu net zero (Quyết định số 1658/QĐ-TTg).<sup>28</sup> Tính đến 30/9/2023, dư nợ tín dụng xanh trên toàn quốc đã đạt hơn 564 nghìn tỷ đồng, chiếm khoảng 4,4 % tổng dư nợ tín dụng của hệ thống ngân hàng Việt Nam.<sup>29</sup> Lý thuyết đường cong môi trường Kuznets (*Environmental Kuznets Curve, EKC*)<sup>30</sup> giả định ô nhiễm tăng ở giai đoạn đầu phát triển nhưng giảm khi thu nhập đạt đến một ngưỡng nhất định (hình chữ U ngược). Tại TP. Hồ Chí Minh, phát thải tiếp tục tăng ở giai đoạn đầu (giao thông chiếm khoảng 45% phát thải đô thị), phù hợp với phần đầu đường cong EKC. Tuy nhiên, việc áp dụng các sáng kiến chuyển đổi xanh và số hóa (như hệ thống giám sát khí thải tự động) là biểu hiện của bước “điểm ngoặt”. EKC là công cụ quan trọng để hiểu mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và suy thoái môi trường tại TP. Hồ Chí Minh, hỗ trợ định hướng chiến lược net zero.<sup>31</sup> Về mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và phát thải, EKC giả định phát thải KNK tăng cùng với tăng trưởng kinh tế ở giai đoạn đầu. Số hóa, thông qua các giải pháp như Hệ thống hoạch định các phương án năng lượng dài hạn (*Long-range Energy Alternatives Planning System, LEAP*), dự đoán khả năng giảm phát thải lớn. Cả hai lý thuyết (tăng trưởng bền vững và EKC) đều hỗ trợ chiến lược net zero, nhưng tăng trưởng kinh tế bền vững mang tính chiến lược dài hạn, còn EKC cung cấp khung phân tích ngắn hạn về điểm ngoặt phát thải.

## 2.3. Giả thuyết nghiên cứu

*Thứ nhất*, số hóa có tác động tích cực đến kinh tế bền vững tại Việt Nam (H1): Số hóa thúc đẩy các kết quả bền vững (giảm phát thải, tiết kiệm năng lượng). TP. Hồ Chí Minh đạt mục tiêu kinh tế số đóng góp 40% tổng sản phẩm trên địa bàn vào năm 2030, nhằm giảm cường độ phát thải trên một đơn vị giá trị gia tăng.

26 Thu Cúc, “Việt Nam tích cực, chủ động triển khai bài bản các cam kết tại COP26”, *Báo Chính phủ*, 2023, <https://baochinhphu.vn/viet-nam-tich-cuc-chu-dong-trien-khai-bai-ban-cac-cam-ke-tai-cop26-102231124211547625.htm>, truy cập ngày 01/10/2025.

27 United Nations, *tdđ*.

28 Chính phủ Việt Nam, *tdđ* (2).

29 Hồng Anh, “Đẫn nguồn vốn lớn cho tín dụng xanh”, *Báo Nhân Dân*, 2023, <https://nhandan.vn/dan-nguon-von-lon-cho-tin-dung-xanh-post785760.html>, truy cập ngày 01/10/2025.

30 Gene M. Grossman & Alan B. Krueger, “Environmental impacts of a North American free trade agreement”, *National Bureau Of Economic Research, Working Paper No. 3914*, 1991, DOI: <https://doi.org/10.3386/w3914>

31 T. Panayotou, “Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development”, *International Labour Organization Working Paper*, 1993, [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/documents/publication/wcms\\_212689.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_212689.pdf), truy cập ngày 01/10/2025.

*Thứ hai*, kinh tế bền vững và số hóa hỗ trợ *net zero* (H2): Chiến lược *net zero* được hỗ trợ bởi cơ sở vật chất – kỹ thuật (chuyển đổi xanh) và nền tảng công nghệ – quản trị (chính phủ số, dữ liệu lớn). TP. Hồ Chí Minh triển khai lộ trình giảm ít nhất 10% phát thải KNK (có thể đạt 30% nếu có hỗ trợ quốc tế) và thí điểm phát triển *logistics* xanh.

*Thứ ba*, có sự tương tác giữa các yếu tố số hóa, phát triển kinh tế và giảm phát thải (H3): Sự tương tác này hoạt động qua các kênh: “đổi mới – hiệu quả”, “thể chế – thị trường” và “hệ sinh thái – cụm ngành”. Động lực thể chế từ Nghị quyết số 98/2023/QH15 giúp Thành phố thử nghiệm mô hình tài chính – công nghệ xanh.

### 3. Phương pháp nghiên cứu

#### 3.1. Giới thiệu dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu hàng năm cấp quốc gia từ cơ sở dữ liệu Chỉ số phát triển thế giới của Ngân hàng Thế giới cho Việt Nam từ năm 1975 đến năm 2023.<sup>32</sup> Việc sử dụng dữ liệu cấp quốc gia được thực hiện nhằm kiểm định các động lực vĩ mô trong bối cảnh thiếu hụt dữ liệu chuỗi thời gian dài và đồng bộ ở cấp địa phương TP. Hồ Chí Minh.

**Bảng 1: Tóm tắt các biến này và cách đo lường chúng**

Biến số	Viết tắt	Mô tả	Đo lường
Tỷ lệ thâm nhập Internet (% dân số)	<i>Internet Penetration Rate, IPR</i>	Tỷ lệ dân số có quyền truy cập internet, một chỉ số quan trọng của kết nối số và phát triển kinh tế.	Chuyển đổi số
Tỷ lệ sử dụng điện thoại di động	<i>Mobile Use Rate, MUR</i>	Số lượng thuê bao di động trên 100 người, phản ánh mức độ kết nối di động và tiềm năng thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và phát triển xã hội.	
Cường độ thương mại (tính trên % GDP)	<i>Trade Intensity, TRA</i>	Tổng giá trị xuất nhập khẩu hàng hóa và dịch vụ của một quốc gia được thể hiện dưới dạng phần trăm GDP của quốc gia đó	Tính bền vững kinh tế
Đầu ra của khu vực chính	<i>Agriculture, Forestry, and Fishing, AFF</i>	Sự đóng góp của ngành nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản vào GDP của một quốc gia.	
Tăng trưởng dân số (Hàng năm %)	<i>Population Growth Rate, PGR</i>	Tỷ lệ phần trăm tăng dân số của một quốc gia trong một năm cụ thể so với năm trước.	

32 World Bank Group & Bộ Kế hoạch và Đầu tư, *Vietnam 2035: Toward prosperity, creativity, equity, and democracy*, World Bank Publications, 2016.

Lạm phát, giá tiêu dùng (năm %)	<i>Consumer Price Index, CPI</i>	Tỷ lệ phần trăm thay đổi hàng năm trong chi phí của một giỏ hàng hóa và dịch vụ thường được các hộ gia đình tiêu dùng.	
Tiêu dùng tư nhân (% GDP)	<i>Final Consumption Expenditure, FCE</i>	Tổng giá trị của tất cả hàng hóa và dịch vụ mà hộ gia đình và chính phủ tiêu thụ vào cuối một thời kỳ nhất định, được thể hiện dưới dạng phần trăm GDP của một quốc gia.	Tính bền vững kinh tế
Cường độ xuất khẩu	<i>Exports of Goods and Services, EGS</i>	Tổng giá trị của tất cả hàng hóa và dịch vụ được sản xuất trong một quốc gia được bán cho các quốc gia khác, được thể hiện dưới dạng phần trăm GDP của quốc gia đó.	
Lượng khí thải carbon dioxide (CO <sub>2</sub> ) không bao gồm LU-LUCF <sup>33</sup> bình quân đầu người	<i>Carbon dioxide, CO<sub>2</sub></i>	Tổng lượng khí thải carbon dioxide do mỗi người thải ra ở một khu vực địa lý cụ thể (chẳng hạn như một quốc gia) trong một khoảng thời gian xác định, không bao gồm lượng khí thải và lượng loại bỏ liên quan đến LU-LUCF	Phát thải ròng bằng không

Nguồn: *World Bank Indicators*

### 3.2. Đặc tả mô hình nghiên cứu và phương pháp phân tích

Mô hình nghiên cứu sử dụng kết hợp các kỹ thuật kinh tế lượng như kiểm định nghiệm đơn vị Kiểm định nghiệm đơn vị Dickey-Fuller mở rộng (*Augmented Dickey-Fuller, ADF*) để xác định tính dừng của chuỗi thời gian,<sup>34</sup> kiểm định đồng tích hợp Johansen để phát hiện mối quan hệ cân bằng dài hạn,<sup>35</sup> và mô hình hiệu chỉnh lỗi vector (*Vector Error Correction Model, VECM*) hoặc tự hồi quy vector (*Vector Autoregression, VAR*) để nắm bắt động lực ngắn hạn và dài hạn.<sup>36</sup> Phương trình thống kê cơ bản được đưa ra là:  $CO2_t = \alpha + \beta_1 IUR_t + \beta_2 MPU_t + \beta_3 REC_t + \beta_4 GDP_t + \epsilon_t$ , trong đó CO<sub>2</sub> là biến đại diện cho *net zero*.

33 Sử dụng đất, thay đổi mục đích sử dụng đất và lâm nghiệp (*Land use, land-use change, and forestry, LULUCF*).

34 David A. Dickey and Wayne A. Fuller, "Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol. 49(4), 1981, tr. 1057-1072, DOI: <https://doi.org/10.2307/1912517>

35 James G. Mackinnon, Alfred A. Haug and Leo Michelis, "Numerical distribution functions of likelihood ratio tests for cointegration", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 14(5), 1999, tr. 563-577, DOI: <http://www.jstor.org/stable/223206>

36 Robert F. Engle and C. W. J. Granger, "Co-Integration and error correction: Representation, estimation, and testing", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol. 55(2), 1987, tr. 251-276, DOI: <https://doi.org/10.2307/1913236>

#### 4. Phân tích kết quả nghiên cứu

##### 4.1. Thống kê mô tả và kiểm định nghiệm đơn vị

Thống kê mô tả cho thấy các biến được biểu thị dưới dạng logarit tự nhiên để tăng khả năng diễn giải. Tỷ lệ thâm nhập *internet* có độ lệch chuẩn vừa phải (0.562), trong khi cường độ thương mại thể hiện sự thay đổi đáng kể, phản ánh tính không đồng nhất giữa các nền kinh tế.

**Bảng 2: Thống kê mô tả của kiểm định biến và nghiệm đơn vị**

Các biến	Quan sát	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Giá trị tối thiểu	Giá trị tối đa
ln(IPR)	28	1,872	3,389	-8,948	4,364
ln(MUR)	32	15,731	3,654	6,685	18,764
ln(TRA)	37	4,618	0,562	2,942	5,229
ln(AFF)	38	3,051	0,411	2,467	3,835
ln(PGR)	50	0,372	0,418	-0,382	0,944
ln(CPI)	28	5,682	5,165	-1,710	23,115
ln(FCE)	28	4,264	0,070	4,154	4,416
ln(EGS)	37	3,827	0,735	1,373	4,542
ln(CO2)	49	-0,276	0,866	-1,268	1,267

*Nguồn: tác giả tự tính*

**Bảng 3: Kết quả kiểm tra căn bậc hai: Kiểm tra mức và chênh lệch đầu tiên cho các biến chính**

Các biến	Bậc hòa nhập	Kiểm định ADF (p-value)	Bậc hòa nhập	Kiểm định ADF (p-value)
ln(IPR)	I(0)	0,0000	I(1)	0,0000
ln(MUR)	I(0)	0,0000	I(1)	0,0206
ln(TRA)	I(0)	0,0837	I(1)	0,0000
ln(AFF)	I(0)	0,8764	I(1)	0,0000
ln(PGR)	I(0)	0,9938	I(1)	0,0025
ln(CPI)	I(0)	0,9938	I(1)	0,0000
ln(FCE)	I(0)	0,0243	I(1)	0,0072
ln(EGS)	I(0)	0,5562	I(1)	0,0000
ln(CO2)	I(0)	0,9959	I(1)	0,0000

*Nguồn: tác giả tự tính*

Kết quả kiểm định ADF cho thấy một mô hình hỗn hợp: một số biến dừng ở mức  $I(0)$  (như  $\ln(IPR)$  và  $\ln(MUR)$ ), trong khi các biến khác (như  $\ln(AFF)$ ,  $\ln(PGR)$ , và  $\ln(CO2)$ ) không có tính dừng ở chuỗi dữ liệu gốc (mức  $I(0)$ ) nhưng đạt được tính dừng sau khi lấy sai phân bậc một, ký hiệu là  $I(1)$ . Sự hiện diện của cả biến dừng và biến tích hợp đòi hỏi phải sử dụng các mô hình phù hợp như phân tích đồng tích hợp.

#### 4.2. Phân tích tương quan và đồng tích hợp

**Bảng 4: Tương quan từng cặp cho các biến chính**

Biến số	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1) Tỷ lệ thâm nhập Internet								
(2) Tỷ lệ sử dụng điện thoại di động	0,937***							
(3) Cường độ thương mại	0,829***	0,913***						
(4) Đầu ra của khu vực sơ cấp	-0,816***	-0,909***	-0,838***					
(5) Tăng trưởng dân số	-0,837***	-0,892	-0,874***	0,914***				
(6) Tỷ lệ lạm phát	0,116	0,193	0,005	0,105***	0,072			
(7) Tiêu dùng cá nhân	-0,841***	-0,834***	-0,769***	0,876***	0,835***	0,130		
(8) Cường độ xuất khẩu	0,853***	0,920***	0,995***	-0,816***	-0,837***	-0,067	-0,837***	
(9) CO2	0,856***	0,948***	0,777***	-0,974***	-0,936***	-0,009	-0,871***	0,740***

Lưu ý: \*\*\* có ý nghĩa ở mức 0,01

Nguồn: tác giả tự tính

Phân tích tương quan cho thấy mối tương quan dương mạnh mẽ giữa lượng khí thải CO<sub>2</sub> và các chỉ số số hóa (0,856\*\*\* với IPR, 0,948\*\*\* với MUR). Điều này cho thấy hoạt động số hóa gia tăng có thể liên quan đến mức tiêu thụ năng lượng cao hơn và lượng khí thải carbon tăng lên. Ngược lại, CO<sub>2</sub> có mối tương quan tiêu cực mạnh với đầu ra của khu vực chính (-0,974\*\*\*), cho thấy sự chuyển dịch từ các nền kinh tế nông nghiệp sang các ngành công nghiệp hóa.

**Bảng 5: Lựa chọn thứ tự trễ cho các biến chính**

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	103,181	0,000	-8,190	-8,078	-7,745			
1	341,841	477,320	81	0,000	0,000	-21,899	-20,782	-17,456
2	2569,990	4456,300	81	0,000	1,1e-99*	-208,608	-206,485	-200,166
3	6216,420	7292,9*	81	0,000		-522,558*	-519,988*	-512,339*
4	6191,460	-49,921	81			-520,388	-517,817	-510,168

Lưu ý: \*\*\* độ trễ tối ưu

Nguồn: tác giả tự tính

Các tiêu chí AIC, BIC, và HQ cho thấy thứ tự trễ tối ưu là ba. Thứ tự trễ này được sử dụng để ước tính mô hình VECM.

**Bảng 6: Kiểm định Johansen về đồng tích hợp (dấu vết)**

Số lượng đồng liên kết giả thuyết	Giá trị riêng (Eigenvalue)	Thống kê trace statistic	Giá trị tới hạn 0,05
Không có	.	.	192,89
Tối đa 1	1,000	.	156,00
Tối đa 2	1,000	.	124,24
Tối đa 3	1,000	.	94,15
Tối đa 4	0,962	.	68,52
Tối đa 5	0,925	.	47,21

Tối đa 6	0,727	.	29,68
Tối đa 7	0,6150	.	15,41
Tối đa 8*	0,450	.	3,76
Tối đa 9	0,180	.	

Lưu ý: \*\*\* thứ hạng đã chọn

Nguồn: tác giả tự tính

Kiểm định Johansen cho thấy bằng chứng mạnh mẽ cho sự hiện diện của ít nhất tám vector đồng tích hợp (thống kê dấu vết vượt quá giá trị tối hạn ở mỗi bậc lên đến Bậc 8). Điều này xác nhận rằng chín biến này được gắn kết với nhau bởi các mối quan hệ cân bằng dài hạn, đòi hỏi phải sử dụng mô hình hiệu chỉnh lỗi vector (VECM).

#### 4.3. Mô hình hiệu chỉnh lỗi (Error Correction Model, ECM)

**Bảng 7: Mô hình hiệu chỉnh lỗi**

Biến	_ce1 lag 1.	_ce2 lag 1.	_ce3 lag 1.	_ce4 lag 1.	_ce5 lag 1.	_ce6 lag 1.	_ce7 lag 1.	_ce8 lag 1.	D(CO2) lag .
Hệ số	0,030	0,089 ***	-0,118 ***	-0,513	1,113	-0,004	1,76 ***	-1,343**	-0,690***
Độ sai lệch chuẩn	0,1891	0,0224	0,0277	0,3178	0,7504	0,0042	0,3796	0,5645	0,1241
Biến	D(IPR) lag	D(MUR) lag	D(TRA) lag	D(AFF) lag	D(P-GR) lag	D(CPI) lag	D(FCE) lag	D(EGS) lag	_cons
Hệ số	-0,043 ***	0,186 ***	-0,2984	0,1877	-0,4763	0,006 ***	0,659*	-0,692	0,001
Độ sai lệch chuẩn	0,015	0,044	0,524	0,260	0,487	0,002	0,379	0,526	0,016

\*Lưu ý: \*\*\*Có ý nghĩa ở mức 0,001, \*\*Có ý nghĩa ở mức 0,01, \*Có ý nghĩa ở mức 0,05.

Nguồn: tác giả tự tính

Kết quả VECM xác nhận sự tồn tại của các mối quan hệ cân bằng dài hạn giữa các biến. Hệ số có ý nghĩa thống kê ( $\chi^2 = 64.4196$ ) cung cấp bằng chứng mạnh mẽ để bác bỏ giả thuyết  $H_0$  (giả thuyết cho rằng không có sự đồng tích hợp). Sự phụ thuộc lẫn nhau động giữa các biến là rõ ràng, đặc biệt là đối với các biến số hóa như  $\ln(\text{IPR})$  và  $\ln(\text{MUR})$ .

## 4.4. Kiểm định nhân quả Granger

Bảng 8: Kiểm định nhân quả Granger

Giả thuyết Ho	Thống kê F-Statistic	Xác suất	Hướng tác động
IPR does not Granger cause CO2	6,262	0,100	No
CO2 does not Granger cause IPR	3,9588	0,266	
MUR does not Granger cause CO2	0,18644	0,980	No
CO2 does not Granger cause MUR	6,1535	0,104	
TRA does not Granger cause CO2	24,815	0,000	Bidirectional
CO2 does not Granger cause TRA	57,164	0,000	
AFF does not Granger cause CO2	19,958	0,090	Unidirectional
CO2 does not Granger cause AFF	0,81439	0,846	
PGR does not Granger cause CO2	6,467	0,091	No
CO2 does not Granger cause PGR	2,545	0,467	
CPI does not Granger cause CO2	2,553	0,466	No
CO2 does not Granger cause CPI	0,992	0,803	
FCE does not Granger cause CO2	3,3019	0,347	Unidirectional
CO2 does not Granger cause FCE	11,911	0,008	
EGS does not Granger cause CO2	27,667	0,000	Bidirectional
CO2 does not Granger cause EGS	110,48	0,000	

Nguồn: tác giả tự tính

Kết quả nhân quả Granger cho thấy những phát hiện quan trọng:<sup>37</sup>

*Thứ nhất*, không có mối quan hệ nhân quả trực tiếp giữa các chỉ số số hóa (tỷ lệ thâm nhập internet - *Internet Penetration Rate*, IPR và tỷ lệ sử dụng di động - *Mobile Use Rate*, MUR) và lượng khí thải CO<sub>2</sub>. Điều này gợi ý rằng lợi ích môi trường của số hóa hoạt động thông qua các cơ chế gián tiếp, như tối ưu hóa năng lượng và hiệu quả chuỗi cung ứng.

*Thứ hai*, tồn tại quan hệ nhân quả hai chiều mạnh mẽ giữa cường độ thương mại (*Trade Intensity*, TRA) và CO<sub>2</sub> (p=0,000) và giữa cường độ xuất khẩu (*Exports of Goods and Services*, EGS) và CO<sub>2</sub> (p=0,000). Quan hệ nhân quả hai chiều mạnh mẽ này nhấn mạnh rằng hoạt động thương mại gia tăng

37 Ali Shojaie, and Emily B. Fox, "Granger causality: A review and recent advances", *Annual Review of Statistics and Its Application*, số 9, 2022, tr. 289-319, DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-040120-010930>

thúc đẩy lượng khí thải cao hơn do hậu cần và sản xuất, và ngược lại, lượng phát thải cao có thể tác động trở lại các chính sách thương mại (như áp dụng thuế carbon hoặc quy định chặt chẽ hơn).

*Thứ ba*, có quan hệ nhân quả một chiều từ đầu ra của khu vực chính (*Agriculture, Forestry, and Fishing, AFF*) đến CO<sub>2</sub> ( $p=0,090$ ). Điều này chỉ ra rằng các hoạt động như nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản thúc đẩy phát thải thông qua thay đổi mục đích sử dụng đất và tiêu thụ tài nguyên.

*Thứ tư*, có quan hệ nhân quả một chiều từ CO<sub>2</sub> đến tiêu dùng tư nhân (*Final Consumption Expenditure, FCE*) ( $p=0,008$ ). Mức tiêu thụ cao thúc đẩy lượng khí thải, và ngược lại, lượng khí thải sau đó ảnh hưởng đến hành vi tiêu dùng (chẳng hạn như chuyển sang sản phẩm xanh hơn).

#### 4.5. Kiểm tra độ bền (Hệ số lạm phát phương sai (*Variance Inflation Factor, VIF*), Phân tích nhân tố động (*Dynamic Factor Analysis - DFA*), Phân tích thành phần chính (*Principal Component Analysis - PCA*))

**Bảng 9: Kết quả hệ số lạm phát phương sai (VIF)**

Biến	EGS	TRA	MUR	IPR	AFF	PGR	FCE	CPI
VIF	107,65	101,73	36,47	28,51	28,23	20,96	15,02	2,22
1/VIF	0,009	0,009	0,027	0,035	0,0354	0,048	0,067	0,451

Nguồn: tác giả tự tính

Phân tích Hệ số lạm phát phương sai (*Variance Inflation Factor, VIF*) cho thấy đa cộng tuyến đáng kể (EGS: 107,65; TRA: 101,73), đặc biệt giữa cường độ xuất khẩu và cường độ thương mại. Do chỉ số VIF quá cao, cần thận trọng khi diễn giải các hệ số riêng lẻ của các biến kinh tế truyền thống trong mô hình VECM. Đây là lý do chính khiến nghiên cứu sử dụng phân tích thành phần chính (*Principal Component Analysis, PCA*) để tạo ra các thành phần tổng hợp (*pc\_Digitalization, pc1\_Sustainability*) nhằm giảm thiểu vấn đề đa cộng tuyến và phân tích tác động tổng hợp của các nhóm biến.

**Bảng 10: Kết quả mô hình động lực học (Dynamic Factor Analysis, DFA)**

Các biến	var(e. CO2)	var(e. IPR)	var(e. MUR)	var(e. TRA)	var(e. AFF)	var(e. PGR)	var(e. CPI)	var(e. FCE)	var(e. EGS)
Hệ số	0,337 ***	11,25 ***	6,382 ***	0,036 ***	0,073 ***	0,025 ***	26,45 ***	0,004 ***	0,049 ***
Độ lệch chuẩn	(0,092)	(3,06)	(1,737)	(0,009)	(0,020)	(0,007)	(7,20)	(0,001)	(0,014)

Lưu ý: Sai số chuẩn trong ngoặc đơn. \*\*\*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*  $p < 0,1$ . Log likelihood = -187,71367

Nguồn: tác giả tự tính

Phân tích nhân tố động (*Dynamic Factor Analysis, DFA*) khẳng định đóng góp tích cực có ý nghĩa thống kê vào lượng phát thải CO<sub>2</sub> từ hầu hết các biến, bao gồm mức độ thâm nhập Internet, mức độ sử dụng điện thoại di động, cường độ thương mại, sản lượng khu vực sơ cấp, tỷ lệ lạm phát, tiêu dùng tư nhân và cường độ xuất khẩu. Đáng chú ý, mức độ thâm nhập internet (1,7799) và sử dụng điện thoại di động (16,6747) có hệ số dương mạnh, cho thấy mối tương quan dương đáng kể giữa kết nối kỹ thuật số và sự gia tăng khí thải, mặc dù nhân quả Granger không tìm thấy mối quan hệ trực tiếp.

**Bảng 11: Kết quả phân tích thành phần chính (*Principal Component Analysis, PCA*)**

Các biến	CO <sub>2</sub>		
pc_Digitalization	0.110**		(0.0337)
	(0.0517)	Quan sát	27
pc1_Sustainability	-0.202***	R <sup>2</sup>	0.915
	(0.0283)	Độ sai lệch chuẩn vững trong dấu ngoặc *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1	
Hằng số	0.393***		

Nguồn: tác giả tự tính

Hồi quy PCA cung cấp góc nhìn tổng hợp:

*Thứ nhất*, thành phần số hóa có tác động tích cực và có ý nghĩa thống kê đến lượng khí thải CO<sub>2</sub> (0.110\*\*). Điều này củng cố luận điểm rằng sự gia tăng kết nối kỹ thuật số có mối tương quan dương đáng kể với sự gia tăng khí thải, có thể là do nhu cầu năng lượng cao hơn của cơ sở hạ tầng Công nghệ Thông tin và Truyền thông (*Information and Communication Technology, ICT*), bao gồm các trung tâm dữ liệu và mạng lưới truyền thông, cũng như phát thải từ quá trình sản xuất thiết bị điện tử.

*Thứ hai*, thành phần tính bền vững kinh tế có tác động tiêu cực mạnh mẽ và có ý nghĩa thống kê đến lượng khí thải CO<sub>2</sub> (-0.202\*\*\*). Cụ thể, khi các biện pháp liên quan đến tính bền vững - bao gồm tối ưu hóa thương mại, sử dụng tài nguyên hiệu quả trong các ngành sơ cấp, và các động lực kinh tế - nhân khẩu học khác, tăng lên, lượng khí thải CO<sub>2</sub> dự kiến sẽ giảm đáng kể. Nếu thành phần tính bền vững tăng một đơn vị, lượng khí thải CO<sub>2</sub> dự kiến giảm khoảng 0,2021 đơn vị (giữ các yếu tố khác không đổi), chứng minh tiềm năng chuyển đổi của các sáng kiến bền vững trong việc giảm thiểu lượng khí thải CO<sub>2</sub>.

## 5. Kết luận và kiến nghị

### 5.1. Kết luận

Nghiên cứu khẳng định số hóa là động lực quan trọng thúc đẩy tiến trình phát triển kinh tế bền vững ở cấp độ vĩ mô quốc gia (Việt Nam) thông qua việc tối ưu hóa sử dụng nguồn lực và hỗ trợ giám sát phát thải hiệu quả hơn.

Chiến lược net zero đóng vai trò định hướng, buộc các chính sách phát triển và chuyển đổi số phải gắn kết chặt chẽ với mục tiêu giảm phát thải KNK. Mặc dù không tồn tại mối quan hệ nhân quả trực tiếp giữa số hóa và phát thải CO<sub>2</sub>, nhưng số hóa góp phần gián tiếp thông qua các cơ chế hệ thống. Ngược lại, các yếu tố kinh tế truyền thống như cường độ thương mại và sản xuất hướng đến xuất khẩu được xác định là cơ chế ảnh hưởng trực tiếp đến phát thải. Kết quả PCA củng cố mối liên hệ chặt chẽ giữa số hóa và sự gia tăng phát thải (0.110\*\*), nhưng cũng nhấn mạnh vai trò trung tâm của thành phần tính bền vững trong việc giảm thiểu CO<sub>2</sub> (-0.202\*\*\*). Những phát hiện này cung cấp cơ sở định hướng chính sách mạnh mẽ cho TP. Hồ Chí Minh trong việc ưu tiên các giải pháp tài chính và hạ tầng xanh.

### 5.2. Kiến nghị

Tác giả kiến nghị TP. Hồ Chí Minh triển khai gói hành động “kép” nhằm củng cố kinh tế bền vững và tăng tốc chuyển đổi số, khóa chặt quỹ đạo net zero đến 2050.

*Thứ nhất*, Thành phố cần lồng ghép đầy đủ các mục tiêu tăng trưởng xanh vào kế hoạch phát triển kinh tế – xã hội hàng năm và thí điểm biên soạn chỉ tiêu T0507 “Tỷ trọng giá trị tăng thêm của kinh tế số trong tổng sản phẩm trên địa bàn” để lượng hóa đóng góp của kinh tế số cho tăng trưởng xanh ở cấp đô thị đặc biệt.

*Thứ hai*, TP. Hồ Chí Minh cần chuẩn hóa và số hóa toàn bộ quy trình MRV theo Nghị định số 06/2022/NĐ-CP<sup>38</sup> và Nghị định số 119/2025/NĐ-CP.<sup>39</sup> Việc này giúp Thành phố tích hợp dữ liệu kiểm kê KNK với cơ sở dữ liệu dùng chung và chủ động tham gia cơ chế thí điểm thị trường carbon giai đoạn 2025–2028.

*Thứ ba*, Thành phố nên tận dụng cơ chế đặc thù từ Nghị quyết số 98/2023/QH15<sup>40</sup> để thiết kế các công cụ huy động vốn “xanh + số”, ví dụ như trái phiếu xanh đô thị và quỹ đồng đầu tư dữ liệu – khí hậu.

*Thứ tư*, TP. Hồ Chí Minh cần yêu cầu mọi đề án đầu tư công lớn phải đính kèm phân tích “hai chuyển đổi” (xanh và số), có chỉ tiêu giảm phát thải và phương án số hóa dữ liệu vận hành để phục vụ MRV. Đồng thời, Sở Tài nguyên và Môi trường cần tiếp tục hướng dẫn và ban hành bộ chỉ số/định mức địa phương cho kiểm kê và giảm phát thải.

*Cuối cùng*, TP. Hồ Chí Minh nên tiếp tục đầu tư vào các nguồn năng lượng tái tạo cho cơ sở hạ tầng CNTT và thúc đẩy đổi mới xanh trong sản xuất, tái chế CNTT để giảm thiểu tác động môi trường của nền kinh tế số.

### 5.3. Hạn chế của nghiên cứu và hướng nghiên cứu tiếp theo

Hạn chế nổi bật của nghiên cứu đến từ việc sử dụng dữ liệu cấp quốc gia để phân tích động lực net zero cho TP. Hồ Chí Minh, mặc dù dữ liệu này là cần thiết để có chuỗi thời gian dài. Sự thiếu tính cập nhật định kỳ và chưa

38 Chính phủ Việt Nam, *Nghị định số 06/2022/NĐ-CP ngày 7/1/2022 quy định giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và bảo vệ tầng ozon*, 2022.

39 Chính phủ Việt Nam, *Nghị định số 119/2025/NĐ-CP ngày 15/3/2025 về cơ chế quản lý, giám sát và báo cáo phát thải khí nhà kính*, 2025.

40 Quốc hội Việt Nam, *tlđđ*.

đồng bộ về phát thải KNK giữa trung ương và địa phương là rào cản chính. Ngoài ra, vấn đề đa cộng tuyến nghiêm trọng giữa các biến kinh tế truyền thống (cường độ thương mại và xuất khẩu) trong mô hình VECM cũng là một hạn chế. Các nghiên cứu trong tương lai cần mở rộng quy mô dữ liệu chuỗi thời gian dài, kết hợp dữ liệu dự báo theo kịch bản (Quy hoạch Điện VIII, Chiến lược Quyết định số 896/QĐ-TTg). Đồng thời, cần so sánh dữ liệu giữa các địa phương ngoài TP. Hồ Chí Minh để tăng tính khái quát. Cần đẩy mạnh ứng dụng các phương pháp phân tích định lượng nâng cao như phương trình cấu trúc (*Structural Equation Modeling*, SEM) hoặc phân tích dữ liệu bảng (*panel data*) để làm rõ mối quan hệ nhân quả và so sánh mức độ giảm phát thải giữa các địa phương/ngành. Việc tích hợp các biến ngoại sinh vào mô hình nghiên cứu (như cú sốc đại dịch, khủng hoảng năng lượng) sẽ giúp xây dựng những kịch bản thực tế hơn. Hướng nghiên cứu tiếp theo cũng nên tập trung vào phân tích theo ngành hoặc lĩnh vực cụ thể (năng lượng, giao thông, xây dựng, chất thải) để đề xuất kiến nghị chính sách chi tiết và sát thực tiễn hơn. ●

### Tài liệu tham khảo

- [1] Hồng Anh, “Dẫn nguồn vốn lớn cho tín dụng xanh”, *Báo Nhân Dân*, 2023 [trans: Hong Anh, “Mobilizing large capital sources for green credit”, *People’s Newspaper*, 2023]
- [2] Lê Anh, “Xây dựng SHTP trở thành hình mẫu phát triển bền vững”, *Báo Điện tử Chính phủ*, 2025 [trans: Le Anh, “Building SHTP to become a model of sustainable development”, *Government Electronic Newspaper*, 2025]
- [3] Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito, “Understanding the Internet of Things: Definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm”, *Ad Hoc Networks*, Vol. 56, 1 March 2017, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2016.12.004>
- [4] Thu Cúc, “Việt Nam tích cực, chủ động triển khai bài bản các cam kết tại COP26”, *Báo Chính phủ*, 2023 [trans: Thu Cuc, “Vietnam actively and proactively implements COP26 commitments systematically”, *Government Newspaper*, 2023]
- [5] Hán Minh Cường, “Quản lý đô thị thông minh: Ứng dụng công nghệ số trong kỷ nguyên mới”, *Tạp chí Kiến trúc Việt Nam*, 2025 [trans: Han Minh Cuong, “Smart urban management: Applying digital technology in the new era”, *Vietnam Architecture Magazine*, 2025]
- [6] David A. Dickey and Wayne A. Fuller, “Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol. 49(4), 1981, DOI: <https://doi.org/10.2307/1912517>
- [7] Dũng Đình Tiến, Châu Thị Tâm, “Ứng dụng nền tảng công nghệ IoT đo chất lượng không khí: Kinh nghiệm thế giới và thử nghiệm tại TP. Hồ Chí Minh”, *Tạp chí Môi trường*, số 3, 2022 [trans: Dinh Tien Dung, Chau Thi Tam, “Application of IoT technology platform for air quality measurement: World experience and testing in Ho Chi Minh City”, *Environmental Magazine*, No. 3, 2022]
- [8] John Elkington, “Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development”, *California Management Review*, số 36, 1994, DOI: <https://doi.org/10.2307/41165746>

- [9] Robert F. Engle and C. W. J. Granger, “Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol. 55(2), 1987, DOI: <https://doi.org/10.2307/19132>
- [10] Hồng Giang, “TP. HCM đẩy mạnh giảm phát thải carbon trong giao thông vận tải”, *Cổng thông tin Tiết kiệm năng lượng và Sản xuất sạch hơn*, 2020 [trans: Hong Giang, “HCMC promotes carbon emission reduction in transportation”, *Energy Saving and Cleaner Production Information Portal*, 2020]
- [11] Gene M. Grossman & Alan B. Krueger, “Environmental impacts of a North American free trade agreement”, *National Bureau Of Economic Research*, Working Paper No. 3914, 1991, DOI: <https://doi.org/10.3386/w3914>
- [12] F. Hanfi, “Vietnam’s digital economy is in good position to spark the digital economy but challenges ahead”, *The ASEAN Digital Economy*, Routledge, London & New York, 2023
- [13] James G. Mackinnon, Alfred A. Haug and Leo Michelis, “Numerical distribution functions of likelihood ratio tests for cointegration”, *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 14(5), 1999, DOI: <http://www.jstor.org/stable/223206>
- [14] Hạnh Nhung, Mai Hoa, “Chuyên gia Ngân hàng Thế giới: Nhiều giải pháp đơn giản để TP. HCM trở thành đô thị carbon thấp”, *Báo Sài Gòn Giải Phóng*, 2024 [trans: Hanh Nhung, Mai Hoa, “World Bank Expert: Simple solutions for Ho Chi Minh City to become a low-carbon city”, *Saigon Giai Phong Newspaper*, 2024]
- [15] T. Panayotou, “Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development”, *International Labour Organization Working Paper*, 1993
- [16] Longyu Shi, Linwei Han, Fengmei Yang and Lijie Gao, “The evolution of sustainable development theory: Types, goals, research prospects”, *Sustainability*, số 11, 2019, DOI: <https://doi.org/10.3390/su11247158>
- [17] Ngọc Tấn, “Tổ công tác chuyển đổi xanh của TP. HCM có nhiệm vụ gì?”, *Cổng thông tin điện tử Chính phủ*, 2025 [trans: Ngoc Tan, “What are the tasks of HCMC’s green transformation working group?”, *Government Electronic Information Portal*, 2025]
- [18] Lê Tinh, “TP. Hồ Chí Minh: Ứng dụng AI vào giao thông thông minh”, *Báo Người lao động điện tử*, 2025 [trans: Le Tinh, “HCMC: Applying AI to smart transportation”, *Electronic Labor Newspaper*, 2025]
- [19] Tổng cục Thống kê, “Thông cáo báo chí: Kết quả biên soạn chỉ tiêu tỷ trọng giá trị tăng thêm của kinh tế số trong GDP, GRDP giai đoạn 2020–2024”, *Trang thông tin điện tử Cục Thống kê*, 2025 [trans: General Statistics Office, “Press release: Results of compiling indicators on the proportion of digital economy added value in GDP, GRDP for the 2020–2024 period”, *General Statistics Office website*, 2025]
- [20] TTXVN, “Thành phố Hồ Chí Minh đặt mục tiêu 100% xe buýt sử dụng điện vào năm 2030”, *Trang tin điện tử Đảng bộ TP. Hồ Chí Minh*, 2025 [trans: TTXVN, “Ho Chi Minh City Party Committee aims for 100% electric buses by 2030”, *Ho Chi Minh City Party Committee website*, 2025]
- [21] Bùi Tuấn, “Khu công nghệ cao TP. HCM hướng tới mô hình net zero”, *Net Zero VietNam*, 2025 [trans: Bui Tuan, “HCMC Hi-Tech Park aims for net zero model”, *Net Zero VietNam*, 2025]
- [22] World Bank Group & Bộ Kế hoạch và Đầu tư, *Vietnam 2035: Toward prosperity, creativity, equity, and democracy*, World Bank Publications, 2016