

ỨNG DỤNG CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG PHÁT TRIỂN KINH TẾ XANH TẠI CÁC THÀNH PHỐ THÔNG MINH VÀ KINH NGHIỆM CHO VIỆT NAM

HUỲNH MINH SÁNG*

Chuyển đổi số trong phát triển kinh tế xanh là quá trình ứng dụng công nghệ kỹ thuật số vào các hoạt động kinh tế nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và hệ sinh thái; đồng thời, thúc đẩy tăng trưởng kinh tế xanh bền vững, cải thiện chất lượng cuộc sống. Các thành phố thông minh: Singapore (Singapore), Barcelona (Tây Ban Nha) và Amsterdam (Hà Lan) đã thành công trong việc ứng dụng công nghệ AI, IoT và năng lượng tái tạo để giải quyết các vấn đề đô thị hóa, biến đổi khí hậu. Đây là bài học kinh nghiệm tốt giúp cho các thành phố ở Việt Nam phát triển kinh tế xanh bền vững.

Từ khóa: Chuyển đổi số; kinh tế xanh; thành phố thông minh; phát triển bền vững; ứng dụng. Digital transformation in green economic development involves applying digital technology to economic activities to minimize adverse environmental and ecosystem impacts while promoting sustainable green economic growth and improving quality of life. Smart cities such as Singapore, Barcelona, and Amsterdam have successfully integrated AI, IoT, and renewable energy to address urbanization and climate change challenges. The lessons from these successful case studies are crucial for Vietnamese cities, emphasizing the urgent need to implement similar strategies for sustainable green economic development.

Keywords: Digital transformation; green economy; smart cities; sustainable development; application.

NGÀY NHẬN: 05/01/2025

NGÀY PHẢN BIỆN, ĐÁNH GIÁ: 15/02/2025

NGÀY DUYỆT: 17/3/2025

DOI: <https://doi.org/10.59394/qlnn.350.2025.1132>

1. Đặt vấn đề

Chuyển đổi số đang đóng vai trò then chốt trong việc thúc đẩy phát triển nền kinh tế xanh tại các thành phố thông minh. Các thành phố thông minh, như: Singapore (Singapore), Barcelona (Tây Ban Nha) và Amsterdam (Hà Lan) sử dụng rộng rãi các công nghệ hiện đại là minh chứng vượt bậc trong phát triển đô thị, nhằm giải quyết các

thách thức như tình trạng khan hiếm tài nguyên và ô nhiễm môi trường. Sự ứng dụng chuyển đổi số trong phát triển kinh tế xanh sẽ tạo ra cơ hội phát triển bền vững về mọi mặt trong bối cảnh khủng hoảng kinh tế do tác động của dịch bệnh và biến đổi khí hậu.

* ThS, Trường Đại học Thủ Dầu Một

Thành phố thông minh là đô thị áp dụng công nghệ cao trong quản lý, có sự liên kết giữa các hệ thống thông tin với nhau, đồng bộ trong quy hoạch kết cấu hạ tầng và hệ thống quản lý, tập trung tăng trưởng và phát triển kinh tế nhưng cũng đồng thời chú trọng bảo vệ môi trường, nâng cao chất lượng cuộc sống người dân, tạo mọi điều kiện để người dân được học tập và phát huy khả năng sáng tạo, hướng tới mục tiêu phát triển bền vững¹. Thành phố thông minh nhấn mạnh việc sử dụng cơ sở hạ tầng ICT để tạo ra một môi trường đô thị hiện đại, kết nối và bền vững². Đặc biệt, việc kết hợp các công nghệ số để phát triển kinh tế xanh bền vững thực sự cần thiết cho việc xây dựng các thành phố thông minh hiệu quả, toàn diện.

2. Những lợi ích của ứng dụng chuyển đổi số trong phát triển kinh tế xanh tại các thành phố thông minh

Chuyển đổi số đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế xanh tại các thành phố thông minh, mang lại nhiều lợi ích thiết thực:

Một là, giúp nâng cao hiệu quả quản lý và sử dụng tài nguyên: (1) Các hệ thống IoT, AI và phân tích dữ liệu cho phép theo dõi và điều chỉnh việc sử dụng năng lượng trong các tòa nhà, nhà máy và hộ gia đình. Điều này giúp giảm thiểu lãng phí năng lượng, tiết kiệm chi phí và giảm lượng khí thải carbon; (2) Quản lý nước thông minh: các cảm biến và hệ thống giám sát, theo dõi giúp giảm thiểu lãng phí nước, bảo vệ nguồn nước và giảm chi phí; (3) Quản lý chất thải thông minh: các công nghệ số giúp theo dõi và quản lý chất thải từ các hộ gia đình, doanh nghiệp và thành phố. Điều này giúp tối ưu hóa quy trình thu gom, xử lý và tái chế chất thải, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Hai là, giảm thiểu ô nhiễm môi trường: Các cảm biến và hệ thống giám sát giúp theo dõi chất lượng không khí, nước và đất. Điều

này giúp phát hiện sớm các vấn đề ô nhiễm và đưa ra các biện pháp xử lý kịp thời. Ngoài ra, các công nghệ số giúp theo dõi và kiểm soát lượng khí thải từ các nhà máy, phương tiện giao thông và các nguồn khác, sẽ giúp giảm thiểu ô nhiễm không khí và biến đổi khí hậu.

Ba là, thúc đẩy năng lượng tái tạo: các công nghệ số giúp quản lý và vận hành lưới điện một cách hiệu quả, tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo như điện gió và điện mặt trời. Đồng thời, giúp các nhà đầu tư và doanh nghiệp dễ dàng hơn trong việc phát triển các dự án năng lượng tái tạo, từ việc lập kế hoạch, thiết kế, xây dựng đến vận hành và bảo trì.

Bốn là, phát triển các ngành kinh tế xanh, như: nông nghiệp thông minh (giúp nông dân tối ưu hóa quy trình sản xuất, từ đó giúp tăng năng suất, giảm chi phí và bảo vệ môi trường; du lịch sinh thái: chuyển đổi số giúp các doanh nghiệp du lịch quảng bá và cung cấp các dịch vụ du lịch sinh thái một cách hiệu quả, thu hút khách du lịch và tạo ra doanh thu; kinh tế tuần hoàn: chuyển đổi số giúp các doanh nghiệp áp dụng mô hình kinh tế tuần hoàn, trong đó các chất thải được tái chế và sử dụng lại, giảm thiểu lãng phí và ô nhiễm môi trường.

Năm là, nâng cao ý thức bảo vệ môi trường: các công nghệ số giúp truyền tải thông tin và nâng cao nhận thức của người dân về bảo vệ môi trường, khuyến khích người dân thực hiện các hành động thân thiện với môi trường thông qua các trang web, mạng xã hội, ứng dụng di động.

Như vậy, chuyển đổi số mang lại nhiều lợi ích cho phát triển kinh tế xanh tại các thành phố thông minh, từ việc nâng cao hiệu quả quản lý và sử dụng tài nguyên, giảm thiểu ô nhiễm môi trường đến thúc đẩy năng lượng tái tạo, phát triển các ngành kinh tế xanh và nâng cao nhận thức về bảo vệ môi trường.

Đây là một xu hướng tất yếu và là chìa khóa để đạt được các mục tiêu phát triển bền vững.

3. Kết quả từ việc ứng dụng chuyển đổi số trong phát triển kinh tế xanh tại các thành phố thông minh

3.1. Singapore - tối ưu hóa giao thông và quản lý rác thải điện tử

Singapore đã triển khai các giải pháp số đột phá trong quản lý đô thị, đặc biệt ở lĩnh vực giao thông và tái chế. Từ năm 2023, hệ thống tín hiệu đèn giao thông thích ứng (GLIDE) của Singapore đã sử dụng AI và dữ liệu thời gian thực từ 8.000 cảm biến IoT đã giúp giảm 25% tắc nghẽn tại các tuyến đường trọng điểm. Công nghệ này cho phép dự đoán lưu lượng phương tiện theo giờ cao điểm, tự động điều chỉnh chu kỳ đèn và tối ưu hóa 95% tuyến đường trọng yếu; ngoài việc giảm tắc nghẽn, hệ thống này còn tích hợp với ứng dụng di động “MyTransport” để cung cấp thông tin thời gian thực cho người dùng. Tính đến năm 2023, 85% người dân Singapore sử dụng ứng dụng này để lập kế hoạch di chuyển (LTA, 2023)³. AI có thể phân tích các tập dữ liệu lớn để dự đoán các mô hình giao thông và tối ưu hóa lộ trình, điều này rất cần thiết để duy trì luồng giao thông thông suốt ở các khu vực đông dân cư. Việc quản lý chủ động này không chỉ giải quyết các vấn đề tắc nghẽn trước mắt mà còn góp phần vào mục tiêu quy hoạch đô thị dài hạn và phát triển bền vững bằng cách khuyến khích sử dụng phương tiện giao thông công cộng và giảm sự phụ thuộc vào phương tiện cá nhân.

Bên cạnh đó, Singapore áp dụng Blockchain trong chương trình tái chế rác thải điện tử “Starcycle”, giúp truy xuất nguồn gốc 12.000 tấn rác thải/năm. Blockchain không chỉ truy xuất nguồn gốc rác thải mà còn kết hợp token hóa (tokenization) để khuyến khích người dân tái chế. Mỗi kilogram rác thải điện tử được quy đổi thành điểm thưởng có

thể dùng để mua vé xe buýt hoặc giảm giá hóa đơn điện. Nhờ đó, tỷ lệ tái chế tăng từ 42% (năm 2020) lên 65% (năm 2023), trong đó 85% pin lithium từ xe điện được tái chế thành nguyên liệu cho hệ thống lưu trữ năng lượng mặt trời⁴.

3.2. Barcelona (Tây Ban Nha) - chiếu sáng thông minh và chuyển đổi năng lượng tái tạo

Barcelona tập trung vào các giải pháp tiết kiệm năng lượng và phát triển cơ sở hạ tầng bền vững. Thành phố triển khai hệ thống chiếu sáng IoT với 1.100 đèn LED thông minh, sử dụng cảm biến hồng ngoại thụ động (PIR) để điều chỉnh độ sáng theo mật độ người đi bộ. Hệ thống này tiết kiệm 30% năng lượng (tương đương 5,7 GWh/năm) và giảm 1.200 tấn CO₂ phát thải⁵. Ngoài sáng kiến chiếu sáng thông minh, Barcelona đã cam kết sử dụng năng lượng tái tạo bằng cách lắp đặt các tấm pin mặt trời trên các tòa nhà công cộng. Sáng kiến này dự kiến sẽ đáp ứng một phần đáng kể nhu cầu điện cho hệ thống giao thông công cộng, củng cố cam kết của thành phố đối với các hoạt động năng lượng bền vững. Việc triển khai công nghệ năng lượng mặt trời không chỉ nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng mà còn phù hợp với các nỗ lực toàn cầu nhằm chuyển đổi sang nền kinh tế ít carbon để giảm thiểu biến đổi khí hậu.

Bằng cách khai thác các nguồn năng lượng tái tạo, Barcelona triển khai dự án “GrowSmarter” với việc lắp đặt 9 tháp thông minh tích hợp Wi-Fi miễn phí; triển khai hệ thống giám sát chất lượng không khí bằng drone. Nhờ đó, Barcelona đã phát hiện ra 15 điểm ô nhiễm “nóng” và điều chỉnh giao thông tự động cũng như cảm biến chất lượng không khí, xử lý 55 GB dữ liệu/tháng phục vụ 2.200 người dùng⁶. Ngoài ra, Barcelona lắp 10.000 tấm pin mặt trời trên mái nhà công cộng, đáp ứng 20% nhu cầu điện cho hệ thống xe buýt điện. Dự án “Superblock”

chuyển đổi 9 khu phố thành khu vực đi bộ và không gian xanh, giúp giảm 21% lượng khí thải từ giao thông và tăng 35% diện tích cây xanh đô thị, mô hình này tạo ra 1.200 việc làm mới trong lĩnh vực dịch vụ xanh (quản lý công viên, hướng dẫn du lịch bền vững)⁷.

3.3. Amsterdam (Hà Lan) - lưới điện thông minh và quản lý chất thải đô thị

Amsterdam nổi bật với hệ thống lưới điện thông minh và công nghệ quản lý chất thải tiên tiến. Thành phố triển khai lưới điện IoT tích hợp 50.000 đồng hồ thông minh, giúp giảm 20% thất thoát năng lượng nhờ giám sát tiêu thụ theo thời gian thực, thành phố kết hợp AI với hệ thống lưu trữ năng lượng từ pin xe điện (Vehicle-to-Grid) cho phép 5.000 hộ gia đình bán lại điện dư thừa vào lưới quốc gia, tạo thu nhập thêm 200 EUR/năm/hộ⁸. Dự án “Flexiblepower” sử dụng AI để dự báo nhu cầu điện dựa trên dữ liệu thời tiết, tối ưu hóa phân phối năng lượng cho 30.000 hộ gia đình⁹. Trong quản lý chất thải, 500 thùng rác thông minh được trang bị cảm biến mức đầy, tự động thông báo khi đạt 80% dung tích. Giải pháp này giảm 40% chi phí thu gom và tăng tỷ lệ tái chế từ 40% (năm 2020) lên 55% (năm 2022)¹⁰. Ứng dụng “WasteWatcher” tích hợp Blockchain cho phép người dân theo dõi lộ trình xử lý rác, tạo động lực phân loại rác thông qua hệ thống điểm thưởng¹¹.

4. Kinh nghiệm cho Việt Nam

Thứ nhất, xây dựng khung chính sách hỗ trợ công nghệ số: Việt Nam cần tham khảo mô hình Singapore trong việc thiết lập khung pháp lý rõ ràng cho các công nghệ số, như: IoT và AI. Cụ thể, Chính phủ nên ban hành chính sách ưu đãi thuế nhập khẩu thiết bị cảm biến cho các dự án thí điểm tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, đồng thời xây dựng tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia về quản lý giao thông thông minh. Bên cạnh đó, cần khuyến khích phát triển điện mặt trời để mở rộng mô

hình lắp đặt pin mặt trời trên mái nhà công cộng và hộ gia đình tương tự như thành phố Barcelona.

Thứ hai, đầu tư hạ tầng số tích hợp: Việt Nam cần phát triển hệ thống dữ liệu tập trung quốc gia, kết nối thông tin từ các lĩnh vực giao thông, năng lượng và chất thải. Kinh nghiệm từ thành phố Amsterdam cho thấy, việc triển khai lưới điện thông minh với 50.000 đồng hồ IoT đã giảm 20% thất thoát năng lượng. Để áp dụng, Việt Nam có thể xây dựng trung tâm dữ liệu quốc gia tích hợp nền tảng AI, kết hợp với hệ thống giám sát năng lượng thời gian thực. Đồng thời, triển khai ứng dụng di động tích hợp dịch vụ giao thông công cộng (MaaS) tại các đô thị lớn, giảm 15% phương tiện cá nhân như mô hình “WasteWatcher” của Amsterdam.

Thứ ba, thúc đẩy hợp tác công - tư: hợp tác giữa chính quyền và doanh nghiệp là chìa khóa để triển khai các dự án quy mô lớn. Ví dụ, Barcelona hợp tác với các công ty tư nhân để lắp đặt 10.000 tấm pin mặt trời, trong khi Singapore sử dụng Blockchain để quản lý rác thải điện tử thông qua đối tác công nghệ. Bên cạnh đó, Chính phủ cần thiết lập Quỹ Đổi mới xanh (Green Innovation Fund) với nguồn vốn từ Ngân hàng Thế giới (WB) và Quỹ Khí hậu xanh (GCF), tập trung vào các dự án giảm phát thải carbon và phát triển năng lượng tái tạo.

Thứ tư, nâng cao năng lực số và nhận thức cộng đồng: thành công của các thành phố thông minh phụ thuộc vào sự tham gia của người dân. Tại thành phố Barcelona, đã thực hiện giảm 21% khí thải nhờ chiến dịch “Superblock” khuyến khích người dân đi bộ và sử dụng phương tiện công cộng. Đồng thời, tham khảo từ thành phố Amsterdam, Việt Nam có thể triển khai ứng dụng “Green Points” - thưởng điểm tích lũy cho người dân phân loại rác hoặc sử dụng phương tiện công cộng - kết hợp gamification (trò chơi hóa) để tăng tỷ lệ tham gia. Chiến dịch truyền thông

cần đa dạng hóa kênh tiếp cận tại cộng đồng; đồng thời hợp tác với người có sức ảnh hưởng trên nền tảng mạng xã hội

Chú thích:

1. Thành phố thông minh và những vấn đề đặt ra đối với Hà Nội trong xây dựng thành phố thông minh. <https://www.tapchicongsan.org.vn>, ngày 15/12/2022.

2. Warnecke, D., Wittstock, R., & Teuteberg, F. (2019). *Benchmarking of European Smart Cities - A Maturity Model and Web-Based Self-Assessment Tool*. Sustainability Accounting Management and Policy Journal, 10(4), 654 - 684. doi:10.1108/sampj-03-2018-0057

3. Land Transport Authority (LTA) (2023). *Annual traffic performance report 2023*. <https://www.lta.gov.sg>.

4. National Environment Agency (NEA). (2023). *E-waste recycling programme: Annual review*. <https://www.nea.gov.sg>.

5. Barcelona City Council. (2022). *Smart lighting and energy efficiency report*. <https://www.barcelona.cat>.

6. Barcelona Energy Agency (2023). *Renewable energy integration in public transport*. <https://barcelonaenergia.cat>

7. Ajuntament de Barcelona (2021). *Superblock project: Urban transformation for sustainability*. <https://ajuntament.barcelona.cat>

8. Amsterdam Smart City (2023). *Energy transition roadmap 2023 - 2030*. <https://amsterdamsmartcity.com>.

9, 10. Municipality of Amsterdam. (2022). *Smart waste management and circular economy initiatives*. <https://www.amsterdam.nl>.

11. Amsterdam Circular (2023). *WasteWatcher app: Incentivizing recycling through blockchain*. <https://amsterdamcircular.nl>

Tài liệu tham khảo:

1. Phạm Minh Chính (2013). *Kinh tế xanh - con đường phát triển bền vững đất nước*. Tạp chí Lý luận chính trị, số 4.

2. Nguyễn Thị Thu Hà (2018). *Phát triển kinh tế xanh của Hàn Quốc và bài học cho Việt Nam*. Luận án tiến sĩ, Viện Hàn lâm Khoa học Xã hội Việt Nam.

3. Kim Ngọc, Trần Văn Nghĩa (2016). *Phát triển kinh tế xanh ở Nhật Bản và hàm ý chính*

sách cho Việt Nam. Tạp chí Khoa học xã hội Việt Nam, số 3 (100).

4. Hà Huy Ngọc, Trần Ngọc Ngoạn (2012). *Hướng tới nền kinh tế xanh và lựa chọn chính sách cho Việt Nam*. Tạp chí Khoa học xã hội Việt Nam, tháng 6/2012.

5. Hồ Thúy Ngọc (2016). *Phát triển kinh tế xanh ở Việt Nam và sự tham gia của doanh nghiệp*. H. NXB Chính trị quốc gia.

6. Nguyễn Hồng Nhung (2013). *Hướng đến nền kinh tế xanh - Cơ hội và thách thức đối với Việt Nam*. Tài chính Vĩ mô, số 11 (124).

7. Trần Minh Nghĩa (2016). *Phát triển kinh tế xanh trên thế giới và hàm ý chính sách cho Việt Nam*.

8. Ngô Tuấn Nghĩa (2013). *Tái cấu trúc mô hình tăng trưởng gắn với phát triển kinh tế xanh ở Việt Nam*. Tạp chí Lý luận chính trị, số 05.

9. Nguyễn Song Tùng, Trần Ngọc Ngạn (2023). *Phát triển kinh tế xanh trong nông nghiệp Việt Nam - một số vấn đề lý luận và thực tiễn*. H. NXB Khoa học - Xã hội.

10. *Cẩm nang chuyển đổi số*. <https://mic.gov.vn>, ngày 13/02/2022.

11. *Kinh tế số và kinh tế xanh cần sự song hành*. <https://www.tapchicongsan.org.vn>, ngày 31/3/2023.

12. *5 ứng dụng IoT trong thành phố thông minh*. <https://ictvietnam.vn>, ngày 05/11/2022.

13. *Hà Nội đi đầu trong ứng dụng chuyển đổi số, xây dựng thành phố thông minh*. <https://moc.gov.vn>, ngày 05/12/2024.

14. Tripathi, S. (2021). *Determinants of Digital Transformation in the Post-Covid-19 Business World*. Ijrdo - Journal of Business Management, 7 (6), 75 - 83. doi:10.53555/bm.v7i6.4312

15. *Green Economy*. <https://www.unep.org>, truy cập ngày 19/02/2025.

16. Warnecke, D., Wittstock, R., & Teuteberg, F. (2019). *Benchmarking of European Smart Cities - A Maturity Model and Web-Based Self-Assessment Tool*. Sustainability Accounting Management and Policy Journal, 10(4), 654 - 684. doi:10.1108/sampj-03-2018-0057.

17. Wang, C.-m., & Wang, L. (2016). *Study on the Theory of the Smart City*. Destechn Transactions on Social Science Education and Human Science(icssd). doi:10.12783/dtssehs/icssd2016/4739.