

Mức độ sẵn sàng triển khai mục tiêu Net Zero tại Khu Công nghệ cao Thành phố Hồ Chí Minh

Lê Thị Kim Vân, Hoàng Thị Huyền Trang, Lê Quốc Cường*

Ban Quản lý Khu Công nghệ cao Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

TỪ KHÓA

Net Zero,
chuyển đổi số,
chuyển đổi xanh,
chuyển đổi kép,
Khu Công nghệ cao
Thành phố Hồ Chí Minh.

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả đánh giá mức độ sẵn sàng hướng tới mục tiêu Net Zero tại Khu Công nghệ cao TP.HCM (SHTP) trong bối cảnh chuyển đổi kép (số và xanh). Dựa trên khảo sát định lượng và phân tích định tính, nghiên cứu khẳng định SHTP đã thiết lập được nền tảng theo chuẩn mực quốc tế và có tiềm năng trở thành khu công nghệ cao tiên phong đạt Net Zero. Tuy nhiên, nghiên cứu cũng xác định rõ các khoảng trống đáng kể về chiến lược đồng bộ, chính sách chuyên biệt và năng lực triển khai thực tiễn. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất các giải pháp chiến lược và chính sách thiết thực nhằm thúc đẩy hiện thực hóa mô hình Khu Công nghệ cao đạt Net Zero, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh và bền vững cho SHTP và các khu công nghiệp công nghệ cao khác.

1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu là thách thức nghiêm trọng toàn cầu, buộc Việt Nam phải cam kết đạt mục tiêu Net Zero vào năm 2050. Tuy nhiên, việc thực hiện cam kết này gặp nhiều khó khăn, đặc biệt trong lĩnh vực công nghiệp, vốn chiếm hơn 44% tổng phát thải CO₂ toàn quốc (PwC, 2022). Để giải quyết, cần thiết phải chuyển đổi các khu công nghiệp theo mô hình xanh – thông minh, sinh thái, tích hợp công nghệ tiên tiến để giảm thiểu dấu chân carbon, như đã được thực hiện ở các quốc gia như Hàn Quốc, Đài Loan, và Indonesia (Sjaifuddin, 2023). Mặc dù Việt Nam có 425 khu công nghiệp (tính đến tháng 5/2024), việc nâng cao hiệu quả quản lý và thúc đẩy chuyển đổi Net Zero vẫn còn nhiều thách thức. Hiện tại, tồn tại khoảng trống nghiên cứu chuyên sâu về mô hình khu công nghiệp Net Zero trong bối cảnh Việt Nam, gây khó khăn cho việc hoạch định chính sách và xây dựng lộ trình chuyển đổi phù hợp để thực hiện cam kết quốc gia tại COP26.

2. Khung phân tích các yếu tố cần thiết cho quá trình chuyển đổi kép tại Khu Công nghệ cao

2.1. Mối quan hệ chuyển đổi số, chuyển đổi xanh

Chuyển đổi xanh (CĐX), với trọng tâm là bảo vệ môi trường, tập trung vào việc giảm thiểu các tác động tiêu cực của con người lên hệ sinh thái tự nhiên (UN, 2022). Phát thải ròng bằng không (Net Zero) hay còn gọi là mức phát thải ròng bằng 0 cũng là một mục tiêu cụ thể của quá trình chuyển đổi xanh, ở lượng khí nhà kính phát thải vào khí quyển và lượng khí nhà kính được loại bỏ khỏi khí quyển đạt trạng thái cân bằng (IPCC, 2022).

Chuyển đổi số (CĐS) là quá trình chuyển đổi sâu sắc và nhanh chóng các hoạt động kinh doanh, quy trình, năng lực và mô hình kinh doanh để tận dụng những cơ hội mà tiến bộ kỹ thuật số mang lại (Demirkan & cộng sự, 2016); mang đến các mô hình kinh doanh mới và cải thiện cấu trúc tổ chức, đặc biệt thông qua tự động

*Tác giả liên hệ. Email: lqucong.shtp@tphcm.gov.vn, cuonglequoc@gmail.com

<https://doi.org/10.61602/jdi.2026.86.12>

Ngày nộp bài: 08/5/2025; Ngày chỉnh sửa: 14/8/2025; Ngày duyệt đăng: 19/8/2025; Ngày online: 23/12/2025

ISSN (print): 1859-428X, ISSN (online): 2815-6234

hóa quy trình (Hess & cộng sự, 2016). CDS không chỉ là xu hướng hiện đại mà còn là yếu tố quyết định cho sự tăng trưởng và phát triển bền vững của nền kinh tế toàn cầu.

CDS đóng vai trò quan trọng trong thúc đẩy CĐX, đặc biệt thông qua công nghệ xanh giúp giảm phát thải carbon (Liu & cộng sự, 2024), cải thiện cấu trúc tiêu thụ năng lượng/công nghiệp, và tạo hiệu ứng lan tỏa không gian. Các công nghệ này, bao gồm cả công nghệ năng lượng xanh (hydrogen, thu giữ carbon) và công nghệ tăng tính tuần hoàn trong cụm công nghiệp (Accenture, 2022), hỗ trợ xanh hóa chuỗi sản xuất ở cả bốn khâu: thiết kế sản phẩm (tái chế, bền bỉ), nguyên liệu đầu vào (thay đổi nguồn năng lượng, vật liệu), quá trình sản xuất (giảm chất thải, tiêu thụ năng lượng) và quá trình tiêu thụ (tái chế, tái sử dụng) (UNCTAD, 2023). Ngân hàng Thế giới (2023) đã xác định 11 công nghệ số quan trọng cho mục tiêu này như ông nghệ chế tạo đắp dần, sản xuất đắp lớp (Additive manufacturing), trí tuệ nhân tạo, thực tế ảo, robot tự động hoá, phương tiện tự động hoá, công nghệ chuỗi khối (blockchain), điện toán đám mây, an ninh mạng, máy tính lượng tử, lưới điện thông minh, internet vạn vật (IoT). Một số ước tính cho thấy ICT có thể giúp giảm tới 20% lượng khí thải CO₂ toàn cầu vào năm 2030 (Adelphi, 2022). Tuy nhiên, tác động của công nghệ số đến CĐX còn trái chiều: ngành ICT hiện chiếm 6-10% tổng lượng điện năng tiêu thụ toàn cầu và thải ra 3,7% tổng lượng khí thải nhà kính, tương đương giao thông hàng không, với dự báo tăng nhanh chóng (Adelphi, 2022; World Bank, 2022).

Hiện tại, CDS và CĐX đang hợp nhất và hỗ trợ lẫn nhau, đẩy nhanh các mục tiêu phát triển bền vững (UNCTAD, 2023; UNESCO-UEVOC, 2023). Để khai thác tối đa lợi ích của Chuyển đổi kép, cần hiểu biết sâu rộng về sự tương tác giữa hai quá trình này, tránh các xung đột tiềm ẩn (Adelphi, 2022; World Bank, 2023), và đòi hỏi sự quản lý tích hợp cùng sự tham gia của các tổ chức công và xã hội dân sự để đảm bảo sự cân bằng (European Commission, Joint Research Centre, 2022).

2.2. Rào cản thực hiện chuyển đổi kép

Việc thực hành Chuyển đổi kép bao gồm CDS và CĐX, là một vấn đề phức tạp đối với doanh nghiệp. Trevisan và cộng sự (2023) đã nhận diện tám nhóm rào cản chính trong việc áp dụng công nghệ số để thực hành mô hình kinh tế tuần hoàn, bao gồm: quản lý kiến thức, tài chính, quản lý quy trình, công nghệ, sản phẩm/vật liệu, cơ sở hạ tầng hậu cần ngược, hành vi xã hội, và chính sách/quy định. Cụ thể hơn, các rào cản thường gặp là thiếu thông tin về thành phần, cách sử dụng và xử lý sản phẩm cuối vòng đời (Rajaeifar & cộng sự, 2022), cũng như thiếu kiến thức và động lực về chia sẻ thông tin, dữ liệu phân tán (Jäger-Roschko & Petersen, 2022). Trên quy mô lớn, việc nhân rộng các công nghệ xanh hướng tới mục tiêu Net Zero tại Mỹ và Anh bị cản trở

bởi các yếu tố vĩ mô như kinh tế vĩ mô bất ổn (lãi suất, môi trường đầu tư), thiếu thử nghiệm và các dự án tham khảo quy mô lớn, thủ tục cấp phép kéo dài, thiếu hụt lao động chuyên môn, thiếu nguyên liệu thô và bất ổn chính trị (Diaz, Tai & Hundertmark, 2024). Đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam, khảo sát của GIZ và Bộ Kế hoạch và Đầu tư (2024) chỉ ra mức độ sẵn sàng thấp ở các khía cạnh chuỗi cung ứng, hệ thống CNTT và quản lý dữ liệu, do việc thiết lập hạ tầng và hệ thống dữ liệu đồng bộ đòi hỏi nguồn lực toàn diện, trong khi hạ tầng vận tải, cung ứng và CNTT quốc gia vẫn còn hạn chế. Nhìn chung, rào cản đối với CDS của doanh nghiệp Việt Nam đến từ hai góc độ: từ cơ quan hoạch định chính sách (hành lang pháp lý chưa đồng bộ, năng lực đổi mới sáng tạo còn khoảng cách, mức độ sẵn sàng số hoá thấp, thiếu hụt nhân lực, hạn chế hạ tầng viễn thông, rủi ro an ninh mạng) và từ chính doanh nghiệp (thiếu tầm nhìn, tư duy ngại thay đổi, hạn chế về nhân lực/ngân sách/thời gian, thiếu cơ sở hạ tầng và bảo mật dữ liệu, chưa đồng bộ dữ liệu liên tục) (Nguyễn Đông Phong & cộng sự, 2021).

2.3. Các lý thuyết hình thành và phát triển khu công nghệ cao

Lý thuyết Chuỗi xoắn ba (Triple Helix) của Etzkowitz & Leydesdorff mô tả sự chuyển đổi sang xã hội tri thức thông qua mối quan hệ hợp tác và chia sẻ nguồn lực giữa ba trụ cột: Chính phủ, Doanh nghiệp, và Trường đại học/Viện nghiên cứu. Ở giai đoạn phát triển cao, các bên liên kết chặt chẽ, tạo nên hạ tầng tri thức như công viên khoa học, vườn ươm công nghệ, và trung tâm R&D chung, trong đó việc bảo vệ quyền sở hữu trí tuệ là yếu tố then chốt để thúc đẩy đổi mới (Henry & Leydesdorff, 2000). Mô hình này sau đó được mở rộng thành Chuỗi xoắn bốn (Quadruple Helix) với việc bổ sung trụ cột Xã hội, nhằm đặt con người vào trung tâm đổi mới, khai thác Công nghiệp 4.0 để nâng cao chất lượng sống và hướng tới phát triển bền vững (Cai, 2014; Carayannis & Campbell, 2021). Đồng thời, theo Lý thuyết Cực tăng trưởng của Francois Perroux (1995), các Khu công nghệ cao hay công viên khoa học đóng vai trò là động lực thúc đẩy kinh tế, thu hút các doanh nghiệp công nghệ cao và lan tỏa phát triển ra khu vực lân cận. Ban đầu, tăng trưởng có thể gây tác động môi trường, nhưng thông qua đổi mới công nghệ và đầu tư nước ngoài (FDI), nó sẽ chuyển hướng sang tăng trưởng xanh (Danish & cộng sự, 2018; Jahanger, 2021; Yang & cộng sự, 2021; Pigato & cộng sự, 2020). Khu vực này cũng tạo môi trường R&D, hỗ trợ khởi nghiệp bằng các dịch vụ công nghệ "cứng" (phòng thí nghiệm) và "mềm" (sở hữu trí tuệ, đào tạo) (Gwebu & cộng sự, 2018). Cuối cùng, Lý thuyết Cụm cùng có vai trò của Khu công nghệ cao như một nơi tập trung về mặt địa lý của các doanh nghiệp liên kết và tổ chức hỗ trợ, nơi chúng chủ động tăng cường những điểm tương đồng và bổ sung cho nhau để đối mặt với các thách

thức và cơ hội chung trên thị trường (Enright 2003; UNIDO, 2020)

2.4. Các lý thuyết phát triển doanh nghiệp

Các lý thuyết nền tảng trong quản lý chuyển đổi kép bao gồm: Lý thuyết hệ thống, Lý thuyết đổi mới và Lý thuyết Quản trị thay đổi. Lý thuyết Hệ thống xem tổ chức là một hệ thống mở, luôn tương tác và thích nghi với môi trường bên ngoài (Ackoff, 1971), nhấn mạnh sự cần thiết phải tối ưu hóa các yếu tố đầu vào (nguồn lực, công nghệ, chính sách) để đạt được các đầu ra như tăng trưởng bền vững và hiệu quả môi trường. Lý thuyết Đổi mới tập trung vào vai trò của công nghệ và quản lý trong việc thúc đẩy sáng tạo (Rogers, 1995; Schumpeter & Swedberg, 2010), là cốt lõi để phát triển sản phẩm, cải tiến quy trình và điều chỉnh chiến lược. Cuối cùng, Lý thuyết Quản trị thay đổi nhấn mạnh việc quản lý sự thay đổi một cách hiệu quả thông qua các bước chuẩn bị, quản lý và củng cố (Kotter, 1995). Lý thuyết này cũng chỉ ra tầm quan trọng của việc có cấu trúc tổ chức phù hợp để phối hợp thông tin (Mintzberg, 1979), phát triển kỹ năng nhân viên (Becker, 1998), ứng dụng công nghệ tiên tiến để tăng cường năng lực cạnh tranh (Brynjolfsson & McAfee, 2014), và xây dựng văn hóa tổ chức thúc đẩy hợp tác và sáng tạo để thích ứng linh hoạt (Schein, 2010).

2.5. Tổng hợp khung phân tích

Dựa trên các lý thuyết và khảo sát thực tiễn tại SHTP, tám yếu tố chính ảnh hưởng đến khả năng triển khai chuyển đổi kép hướng tới mục tiêu Net Zero đã được xác định gồm: (1) Thể chế và chiến lược: Khung pháp lý, cơ chế giám sát, lộ trình triển khai Net Zero và các chỉ số hiệu suất (KPI) cụ thể; (2) Nhận thức: Mức độ hiểu biết và cam kết của các bên liên quan đối với chuyển đổi kép; (3) Quản trị điều hành: Cơ cấu tổ chức, năng lực lãnh đạo và quy trình phối hợp nội bộ giữa các phòng ban; (4) Hạ tầng kỹ thuật: Nền tảng số (IoT, AI, dữ liệu mở) và hạ tầng xanh (năng lượng tái tạo, xử lý chất thải); (5) Chuyển đổi số, chuyển đổi xanh chuỗi sản xuất: Mức độ ứng dụng công nghệ để xanh hóa toàn bộ chuỗi giá trị; (6) Năng lực công nghệ: Khả năng tiếp cận, phát triển và ứng dụng công nghệ số và xanh, cũng như mức đầu tư vào nghiên cứu và phát triển (R&D); (7) Nguồn lực cho chuyển đổi: Nguồn vốn, nhân sự và các nguồn lực khác dành cho quá trình chuyển đổi và (8) Môi quan hệ giữa các bên liên quan: Sự liên kết đa bên giữa Ban Quản lý, doanh nghiệp, viện nghiên cứu, trường đại học và các cơ quan nhà nước để chia sẻ nguồn lực và nhân rộng các mô hình kinh tế tuần hoàn.

3. Phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu: Nghiên cứu sử dụng kết hợp dữ liệu sơ cấp và thứ cấp. Dữ liệu sơ cấp được thu thập qua khảo

sát chuyên sâu hai nhóm: (1) Doanh nghiệp trong Khu CNC để nắm bắt nhận thức, chiến lược và khó khăn về chuyển đổi kép; và (2) Chuyên gia CDS/CĐX từ doanh nghiệp, viện nghiên cứu, trường đại học để đánh giá tính khả thi của các giải pháp. Dữ liệu thứ cấp bao gồm các báo cáo nội bộ, kế hoạch, chiến lược về CDS/CĐX/môi trường của Khu CNC, cùng với các văn bản pháp luật, nghị quyết liên quan đến mục tiêu Net Zero của Việt Nam và TP.HCM.

Phương pháp nghiên cứu: Áp dụng phương pháp khảo sát tương hỗ để tạo sự kết nối chặt chẽ giữa: (1) Khảo sát toàn bộ 161 doanh nghiệp trong Khu CNC; và (2) Khảo sát tham vấn chuyên sâu ý kiến chuyên gia để bổ sung các khoảng trống trong chiến lược/chính sách. Cuối cùng, phương pháp nghiên cứu so sánh được sử dụng để biện luận từ lý thuyết, thực tiễn quốc tế, xu thế toàn cầu trên bối cảnh Việt Nam và hiện trạng Khu CNC TP.HCM, qua đó đề xuất các yếu tố và giải pháp cần thiết cho chuyển đổi kép, đặc biệt là đề xuất thay đổi mô hình quản trị của Ban Quản lý Khu CNC nhằm thúc đẩy CDS, CĐX đạt mục tiêu Net Zero.

Hạn chế và giả định của nghiên cứu: Người tham gia khảo sát trả lời trung thực; hạn chế do thời gian, nguồn lực và khó tiếp cận dữ liệu nhạy cảm.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Tổng quan về Khu Công nghệ cao

Khu Công nghệ cao TP.HCM (SHTP) được thành lập năm 2002. SHTP là một trong những trung tâm đổi mới hàng đầu Việt Nam. Ban đầu tập trung vào sản xuất giá trị cao, SHTP đã phát triển thành cụm đa ngành, thu hút hơn 12 tỷ USD vốn đầu tư và trở thành nền tảng quan trọng cho chuyển giao công nghệ. Về vai trò kinh tế, SHTP đóng góp đáng kể vào tăng trưởng của TP.HCM, dự kiến đạt khoảng 20.7 tỷ USD kim ngạch xuất khẩu vào năm 2024 (chiếm khoảng 40% tổng kim ngạch xuất khẩu toàn thành phố), đồng thời tạo việc làm cho 52.781 lao động. Việc SHTP định hướng tới mục tiêu Net Zero không chỉ củng cố vai trò kinh tế mà còn định vị khu này là hình mẫu phát triển công nghiệp bền vững trong khu vực Đông Nam Á.

4.2. Kết quả khảo sát

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát toàn bộ 161 doanh nghiệp tại Khu Công nghệ cao TP.HCM và thu thập được 42 phiếu hợp lệ, đạt tỉ lệ 26%. Mẫu khảo sát được phân bổ chặt chẽ theo đặc điểm thực tế (lĩnh vực ngành nghề, nguồn vốn FDI/Việt Nam, quy mô vốn đầu tư) và có tính đại diện cao. Đặc biệt, mẫu bao gồm cả năm tập đoàn lớn có vốn đầu tư trên 6.000 tỷ đồng (Samsung, Intel, TTI, Nipro, Jabil) và 9/14 doanh nghiệp thuộc diện kiểm kê khí nhà kính trong Khu, với phân bố cụ thể như sau:

Bảng 1. Phân bổ mẫu khảo sát theo đặc điểm doanh nghiệp

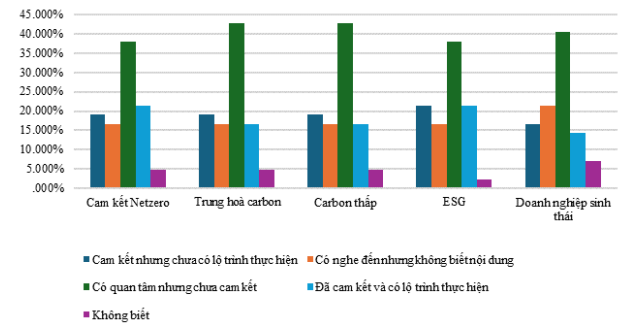
Đặc điểm doanh nghiệp	Số lượng khảo sát	Tỉ lệ %	Số lượng thực tế	Tỉ lệ %
THEO LĨNH VỰC				
Vi điện tử - Công nghệ thông tin	20	47,62	68	42,24
CKCX-TĐH	6	14,29	30	18,63
CNSH	6	14,29	29	18,02
NLM-VLM-CN Nano	4	9,51	12	7,45
Khác....	6	14,29	22	13,66
THEO THÀNH PHẦN KINH TẾ				
Doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài	15	35,71	51	32
Doanh nghiệp nhà nước	4	9,53		
Doanh nghiệp tư nhân (không thuộc 2 loại trên)	23	54,76	110	68
THEO QUY MÔ VỐN ĐẦU TƯ				
Dưới 100 tỷ	14	33,33	49	30,43
Từ 100 tỷ đến dưới 3.000 tỷ	22	52,38	104	64,70
Từ 3.000 tỷ đến dưới 6.000 tỷ	1	2,39	3	1,86
Từ 6.000 tỷ trở lên	5	11,90	5	3,10
TỔNG	42	100	161	100

4.2.1. Thể chế, chiến lược

Phân tích 09 chiến lược và quy định ở cấp quốc gia (gồm: Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh, Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia, Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu, Chiến lược quốc gia về bảo vệ môi trường, Chiến lược phát triển kinh tế số, kinh tế chia sẻ và kinh tế tuần hoàn, Luật Bảo vệ Môi trường 2020, Nghị định số 08/2020/NĐ-CP, Nghị định số 35/2022/NĐ-CP, Quyết định số 01/2020/QĐ-TTg) và 03 chương trình ở cấp thành phố (gồm Kế hoạch tăng trưởng xanh hướng đến phát triển bền vững giai đoạn 2021-2030, Chương trình chuyển đổi số, Chương trình giảm ô nhiễm môi trường) cho thấy, mặc dù có nhiều chiến lược, chính sách về chuyển đổi xanh và chuyển đổi số từ Trung ương và TP.HCM đã được ban hành tuy nhiên vẫn còn tồn tại một số khoảng trống như: thiếu đồng bộ giữa các mục tiêu quốc gia về giảm phát thải khí nhà kính giữa các chiến lược; thiếu chỉ tiêu định lượng cụ thể cho mô hình kinh tế tuần hoàn mặc dù đây là giải pháp quan trọng được xác định tại các chiến lược; thiếu vắng tiêu chuẩn xanh cho các công nghệ số, chưa rõ ràng về cơ chế thực thi việc kiểm kê khí nhà kính; chưa kể đến chưa có một mục tiêu, chuẩn mực riêng cho khu vực đặc biệt như khu công nghệ cao. Điều này sẽ tạo khó khăn nhất định cho SHTP xây dựng chiến lược và kế hoạch hành động với những mục tiêu cụ thể.

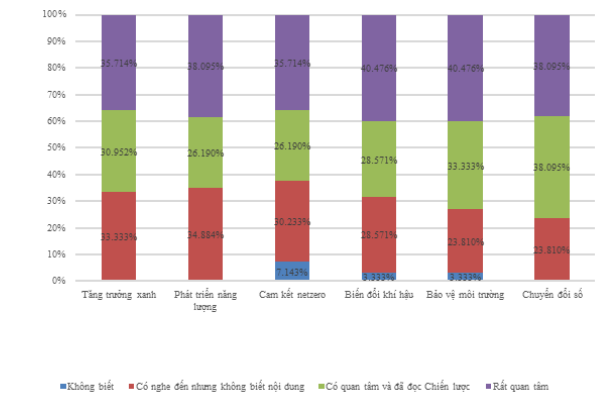
4.2.2. Nhận thức về chuyển đổi xanh tại SHTP

Kết quả khảo sát tại SHTP cho thấy bức tranh không đồng nhất về CĐX: hơn 40% doanh nghiệp chưa cam kết CĐX, và chỉ 20% đã có lộ trình cụ thể. Tuy nhiên, 93,3% chuyên gia đánh giá mục tiêu Net Zero của Khu CNC là khả thi. Các tập đoàn đa quốc gia có công ty mẹ (như Samsung, Intel, Sanofi) đã có cam kết Net Zero/RE100 toàn cầu. Điều này gợi ý giải pháp thu hút đầu tư từ nhóm doanh nghiệp này.



Hình 1. Tỷ lệ doanh nghiệp có cam kết chuyển đổi xanh tại SHTP

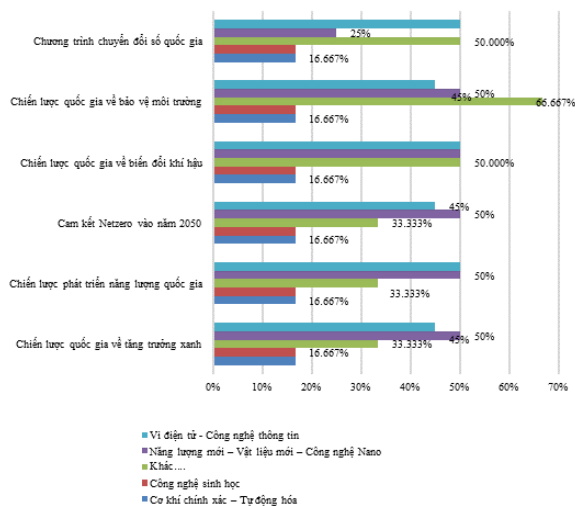
Về động lực CĐX, 50% doanh nghiệp thực hiện chuyển đổi vì lợi ích kinh tế (giảm chi phí, tăng doanh thu), cao hơn so với mức trung bình quốc gia (17-21% theo VCCI), và chỉ 29% tuân thủ quy định. Đáng chú ý, doanh nghiệp không coi ưu đãi chính sách là động lực chính (chỉ 30,95% xem là quan trọng). Kết quả này cho thấy chính sách hỗ trợ cần chuyển từ ưu đãi tín dụng sang hỗ trợ chiến lược và đào tạo (45,24% doanh nghiệp có nhu cầu đào tạo nâng cao nhận thức về CDS/CĐX).



Hình 2. Mức độ quan tâm của doanh nghiệp về các chiến lược quốc gia

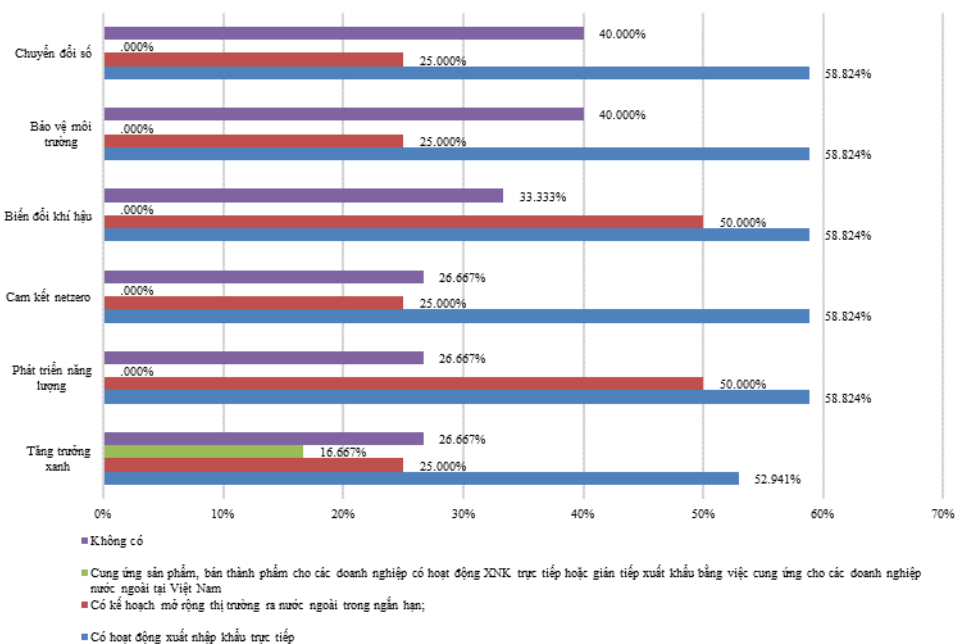
Mức độ quan tâm đến các chiến lược quốc gia cũng khác biệt: doanh nghiệp quan tâm nhiều nhất đến chiến lược phát triển năng lượng, biến đổi khí hậu và CDS, trong khi mỗi quan tâm đến cam kết Net Zero

chỉ ở mức dưới 40% (Hình 2). Doanh nghiệp FDI có mức quan tâm đến tăng trưởng xanh, phát triển năng lượng và CDS cao hơn đáng kể (73%–80%) so với doanh nghiệp Việt Nam (59%–74%). Một quan tâm của doanh nghiệp VĐT-CNTT chủ yếu là CDS thay vì CĐX, cho thấy sự cần thiết của các chính sách hỗ trợ linh hoạt, phù hợp với đặc thù ngành (Hình 3).



Hình 3. Mức độ quan tâm các Chiến lược quốc gia theo lĩnh vực hoạt động của Doanh nghiệp

Trong khi đó, các doanh nghiệp tham gia trực tiếp vào xuất nhập khẩu quan tâm đến chiến lược (gần 60%) cao hơn đáng kể so với nhóm khác (Hình 4).



Hình 4. Mức độ quan tâm về chiến lược xanh giữa các nhóm doanh nghiệp

Về giám sát môi trường, tiết kiệm năng lượng là mục tiêu được quản lý nhiều nhất (69%), tiếp theo là giảm phát thải (59,52%). Các mục tiêu cắt giảm phát thải, chuyển đổi năng lượng, tái chế chất thải chủ yếu được thực hiện bởi nhóm doanh nghiệp quy mô lớn (vốn trên 3.000 tỷ) thuộc đối tượng kiểm kê khí nhà kính bắt buộc.

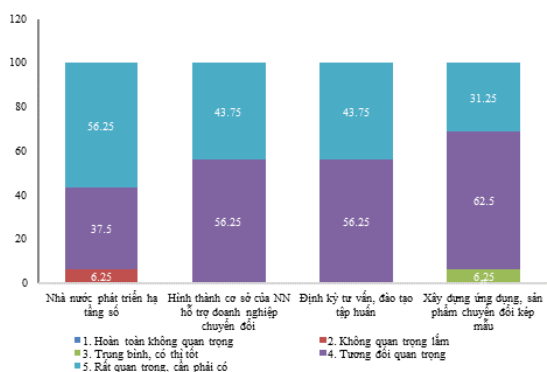
4.2.3. Nhận thức về chuyển đổi số của doanh nghiệp tại SHTP

Kết quả tự đánh giá cho thấy mức độ Chuyển đổi số (CDS) của doanh nghiệp tại SHTP có sự chênh lệch đáng kể giữa các lĩnh vực. Lĩnh vực Vi điện tử - Công nghệ Thông tin (VĐT-CNTT) nổi bật nhất với 65% doanh nghiệp đã sử dụng công nghệ số để tối ưu hóa sản xuất, kinh doanh và trải nghiệm khách hàng. Ngược lại, lĩnh vực Cơ khí Chính xác - Tự động hóa (CKCX-TĐH) chủ yếu mới ở giai đoạn khởi động CDS, với 66,67% doanh nghiệp vừa bắt đầu triển khai các hoạt động ban đầu. Trong khi đó, 50% doanh nghiệp trong lĩnh vực Năng lượng Mới - Vật liệu Mới - Công nghệ Nano (NLM-VLM-CN Nano) đã xây dựng lộ trình và kế hoạch CDS, thể hiện sự sẵn sàng cao.

4.2.4. Nhận thức về chuyển đổi kép của doanh nghiệp tại SHTP

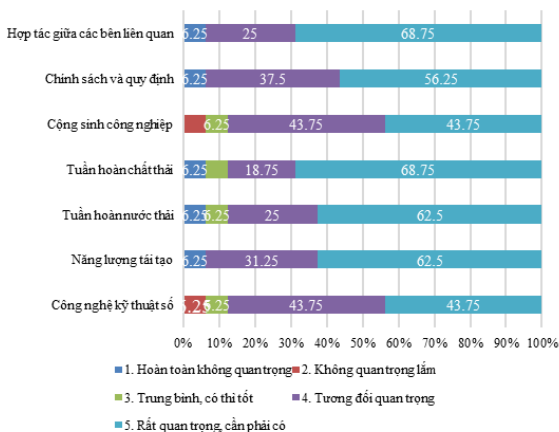
Các doanh nghiệp tại SHTP không ưu tiên quá cao cho việc cải thiện hạ tầng số và xanh của Khu CNC: chỉ 33,33% doanh nghiệp cho rằng SHTP cần có hạ tầng tích hợp với các giải pháp số/xanh của họ. Trong đó,

lĩnh vực VĐT-CNTT quan tâm cao nhất, còn CKCX-TĐH và NLM-VLM-CN Nano không ưu tiên cải thiện hạ tầng Khu. Ngược lại, hơn 56% chuyên gia khảo sát nhận định nhà nước cần đầu tư phát triển hạ tầng mạng, nền tảng kỹ thuật CNTT, đảm bảo an toàn thông tin, và hoàn thiện hệ thống cơ sở dữ liệu mở để hỗ trợ cộng đồng doanh nghiệp trong quá trình CĐS (Hình 5).



Hình 5. Đánh giá mức độ quan trọng của các biện pháp khuyến khích doanh nghiệp chuyển đổi xanh, đầu tư xanh

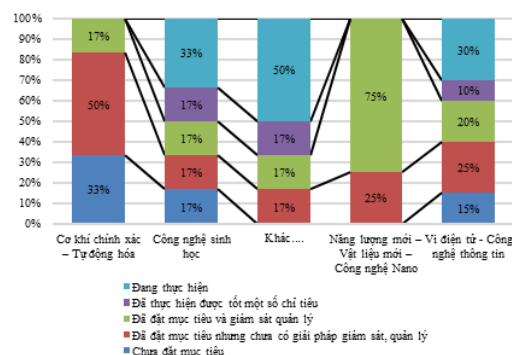
Các chuyên gia nhận định rằng các yếu tố sử dụng năng lượng tái tạo, tuần hoàn nước thải, tuần hoàn chất thải và hợp tác giữa các bên liên quan là những yếu tố quan trọng trong lộ trình đạt mục tiêu Net Zero vào năm 2045 của SHTP (Hình 6).



Hình 6. Tầm quan trọng của các yếu tố trong lộ trình đạt mục tiêu Net Zero

Việc đặt mục tiêu và giám sát các tiêu chí môi trường có sự khác biệt lớn giữa các lĩnh vực: lĩnh vực NLM-VLM-CN Nano rất nghiêm túc trong việc này, trong khi lĩnh vực CKCX-TĐH lại chưa đặt mục tiêu hoặc chưa có giải pháp giám sát. Điều này gợi ý rằng các lĩnh vực công nghệ tiên tiến có thể dễ dàng tích hợp các tiêu chuẩn môi trường hơn, và việc cải thiện giải

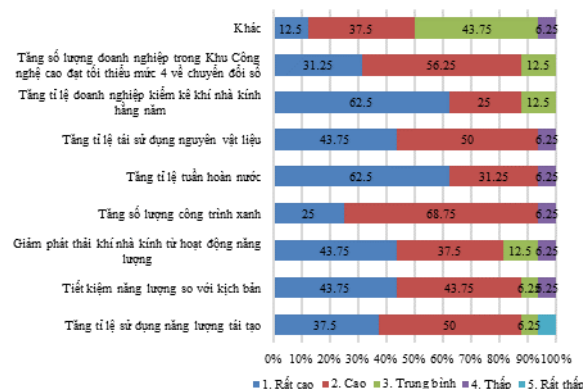
pháp quản lý là cần thiết đối với các lĩnh vực còn thiếu giám sát để đạt được tiêu chí bền vững (Hình 7).



Hình 7. Mức độ quản lý, giám sát tiêu chí giảm phát thải của các dự án theo nhóm lĩnh vực

Mục tiêu tiết kiệm năng lượng được các doanh nghiệp quan tâm và triển khai nhiều nhất, với 33,33% đã có giải pháp và 11,9% thực hiện tốt. Trái lại, tuần hoàn nước là mục tiêu ít được chú trọng nhất, chỉ có 16,17% doanh nghiệp thực hiện giải pháp, trong đó chỉ 9,52% thực hiện tốt; tỷ lệ này thấp hơn nhiều so với mức độ quan tâm đến tiêu thụ điện năng. Đây cũng là 02 tiêu chí chưa được xác lập cụ thể trong các văn bản chiến lược quốc gia hoặc quy phạm pháp luật, chỉ có tính khuyến khích thực hiện.

Tuy nhiên, các chuyên gia lại ưu tiên hàng đầu là giải pháp tăng tỷ lệ tuần hoàn nước và tăng tỷ lệ kiểm kê khí nhà kính hàng năm (62,5% chuyên gia khảo sát), sau đó là tiết kiệm năng lượng so với kịch bản, giảm phát thải nhà kính từ hoạt động năng lượng, và tăng tỷ lệ tái sử dụng nguyên vật liệu (43,75%). Kế đến là tăng tỷ lệ sử dụng năng lượng tái tạo (37,5%), tăng số lượng doanh nghiệp CĐS đạt cấp độ 4 (31,25%), và cuối cùng là tăng số lượng công trình xanh (25%) (Hình 8).



Hình 8. Lộ trình để thực hiện Net Zero theo đánh giá của chuyên gia

Tóm lại, có sự chênh lệch giữa các mục tiêu môi trường trong ưu tiên của chuyên gia và thực hiện thực tế của doanh nghiệp. Điều này có thể xuất phát từ việc chưa có quy định cụ thể và do đó cần sự can thiệp mạnh mẽ hơn từ phía chiến lược và chính sách quốc gia.



Hình 9. Mức độ hiểu biết áp dụng công nghệ số để thúc đẩy thực hiện các mục tiêu chuyển đổi xanh

Bên cạnh đó, việc áp dụng công nghệ số vào thực hiện việc giám sát chưa hoàn toàn, đa số các doanh nghiệp có biết nhưng còn mơ hồ, chiếm tỉ lệ 30,6%, chỉ khoảng 12,2% dự án khảo sát cho biết đã tìm hiểu khá kỹ lưỡng để chuẩn bị áp dụng và 14,3% dự án đã áp dụng tại doanh nghiệp (Hình 9).

4.2.5. Quản trị

Ban Quản lý SHTP có bộ máy tương đối hoàn chỉnh, quy trình phối hợp liên ngành giữa các phòng ban phụ trách CDS và CDX còn lỏng lẻo, thiếu Ban chỉ đạo chuyên trách và cơ chế giám sát tiến độ rõ ràng.

4.2.6. Hạ tầng chuyển đổi kép

Hạ tầng số: Dữ liệu quan trắc, giám sát phát thải và quản lý chuỗi cung ứng chưa được tích hợp đồng bộ, ảnh hưởng đến khả năng giám sát và đánh giá hiệu quả các biện pháp chuyển đổi.

Hạ tầng xanh: Các hệ thống quản lý môi trường, năng lượng tái tạo và kinh tế tuần hoàn chưa phát triển đồng bộ, dẫn đến hiệu quả sử dụng năng lượng chưa tối ưu.

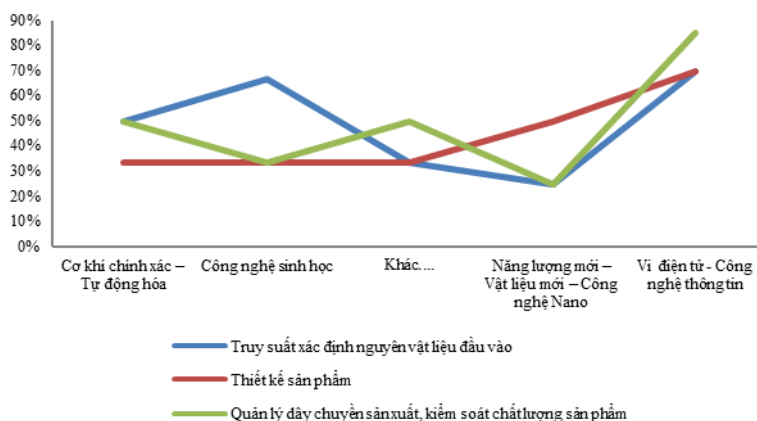
4.2.7. Xanh hóa chuỗi sản xuất

Việc tích hợp công nghệ số vào tối ưu thiết kế, sản xuất và tái chế ở SHTP còn hạn chế: chỉ 14,29% dự án thực hành mô hình cộng sinh công nghiệp, trong khi trên 54% doanh nghiệp không tham gia chia sẻ tài nguyên với bất kỳ đối tác nào. Các nền tảng chia sẻ dữ liệu giữa các khâu mua sắm – sản xuất – tái chế chưa được xây dựng, gây khó khăn trong việc áp dụng kinh tế tuần hoàn.

Kết quả khảo sát về mức độ ứng dụng công nghệ số để xanh hóa chuỗi sản xuất cho thấy sự phân hóa rõ rệt theo ngành. Ngành Vi điện tử - Công nghệ thông tin dẫn đầu về ứng dụng công nghệ trong quản lý và kiểm soát chất lượng sản phẩm (85%), trong khi ngành Công nghệ sinh học có tỷ lệ truy xuất nguồn gốc nguyên liệu cao nhất (67%). Ngược lại, khâu thiết kế sản phẩm - vốn then chốt cho sản xuất bền vững - bị xem nhẹ ở tất cả các ngành, với tỷ lệ ứng dụng chỉ đạt 33%. Đặc biệt, nhóm ngành Vật liệu mới - Vật liệu lượng tử - Công nghệ Nano có mức độ ứng dụng công nghệ số thấp nhất (chỉ 25%) ở các khâu quản lý sản xuất, kiểm soát chất lượng và truy xuất nguyên liệu. Thêm vào đó, ứng dụng công nghệ số để quản lý vòng đời sản phẩm, nhất là ở khâu thu hồi và tái chế, còn rất hạn chế, chỉ 30,95% doanh nghiệp thực hiện thường xuyên. Điều này cho thấy cần có chính sách chuyển đổi số tùy biến theo đặc thù ngành thay vì tiếp cận dàn trải để nâng cao hiệu quả xanh hóa chuỗi sản xuất.

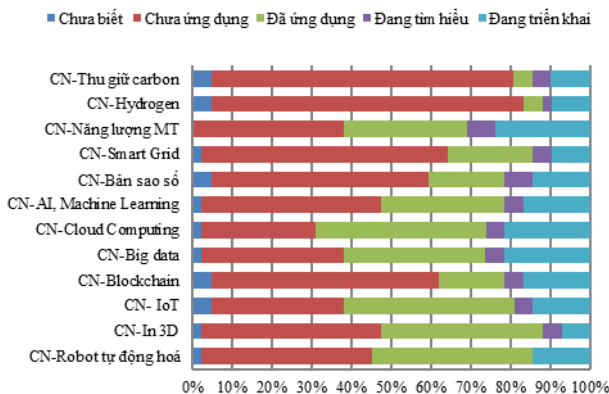
4.2.8. Năng lực công nghệ

Khảo sát mức độ ứng dụng 12 công nghệ cao phục vụ chuyển đổi kép tại SHTP cho thấy thực trạng



Hình 10. Mức độ áp dụng công nghệ số để xanh hoá hoạt động sản xuất

"chuyển đổi không đồng đều". Các công nghệ năng lượng thế hệ mới như hydrogen và thu giữ carbon gần như chưa được tiếp cận hay ứng dụng (gần 90% dự án). Ngược lại, các công nghệ số nền tảng có mức độ ứng dụng cao hơn: Điện toán đám mây phổ biến nhất (64,29%), tiếp theo là Internet vạn vật (57,15%), robot tự động hóa và năng lượng mặt trời đều trên 50%. Đây là những công nghệ chủ lực được doanh nghiệp dùng để giám sát quy trình sản xuất và theo dõi chỉ số môi trường. Tuy nhiên, chỉ có dưới 50% dự án áp dụng các công nghệ số cốt lõi cho chuyển đổi kép, cho thấy mức độ thâm nhập công nghệ còn hạn chế, đòi hỏi phải phân tích sâu rào cản (nhận thức, năng lực nội tại, chính sách) để thiết kế giải pháp thúc đẩy chuyển đổi kép đồng bộ hơn.



Hình 11. Mức độ sử dụng công nghệ số, công nghệ xanh của Doanh nghiệp

4.2.9. Nguồn lực cho chuyển đổi

Doanh nghiệp tại SHTP trung bình chỉ dành 1-2% doanh thu cho CDS và CĐX, tới 46,62% doanh nghiệp chỉ có 1-3 nhân sự IT chuyên trách và 7,14% không có nhân sự IT. Thiếu hụt chuyên gia về kỹ thuật số, công nghệ xanh và các chuyên gia phân tích dữ liệu môi trường, gây khó khăn cho quá trình chuyển đổi.

4.2.10. Quan hệ hợp tác đa bên

Mạng lưới hỗ trợ giữa doanh nghiệp, viện-trường và cơ quan quản lý chưa chặt chẽ: 28,57% doanh nghiệp chưa nhận được bất kỳ tư vấn nào về chuyển đổi kép, trong khi kênh tư vấn từ trường-viện và hiệp hội doanh nghiệp rất hạn chế. Việc khai thác mối liên kết "cộng sinh" giữa doanh nghiệp và các trung tâm R&D, vườn ươm trong SHTP vẫn chưa hiệu quả.

5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy bức tranh "hỗn hợp": Khu Công nghệ cao TP.HCM (SHTP) có tiềm năng lớn

đạt Net Zero 2045 nhờ cam kết từ tập đoàn đa quốc gia và ứng dụng công nghệ ban đầu. Tuy nhiên, tồn tại khoảng trống và rào cản lớn, bao gồm: thiếu chiến lược Net Zero riêng, cam kết và hành động không đồng đều từ doanh nghiệp nội địa, hạ tầng xanh – số chưa đồng bộ, năng lực công nghệ xanh và nguồn lực tài chính/nhân sự hạn chế, cùng với liên kết yếu giữa trường – viện – doanh nghiệp.

Để nâng cao năng lực sẵn sàng, cần sớm xây dựng lộ trình hành động Net Zero riêng biệt cho SHTP, tập trung khắc phục các khoảng trống đã được chỉ ra. Cụ thể:

5.1. Kiến nghị cho Chính phủ, Bộ, Ngành

- Ưu tiên phát triển thể chế bền vững cho hệ sinh thái công nghiệp, rà soát và điều chỉnh pháp luật để loại bỏ chồng chéo, và tăng cường phối hợp liên ngành.
- Cụ thể hóa khung phát triển bền vững và xây dựng bộ chỉ số CĐX cho từng ngành nghề. Tập trung xây dựng danh mục công nghệ xanh chiến lược và công nghệ cao ưu tiên phát triển.
- Xây dựng chương trình quốc gia về cộng sinh công nghiệp và cơ sở dữ liệu dùng chung, đổi mới mô hình quản trị theo hướng liên ngành.

5.2. Kiến nghị cho Ủy ban Nhân dân TP.HCM

- Chủ động tích hợp đồng bộ các chương trình CDS, tăng trưởng xanh và phát triển khoa học công nghệ vào một chiến lược phát triển bền vững mang tính hệ thống.
- Nâng tầm quản trị xúc tiến đầu tư, quy hoạch phát triển công nghiệp toàn diện, có tính liên kết vùng, liên kết 60 KCN hiện tại và xây dựng chiến lược cho 46 KCN còn lại
- Thành lập Ban điều phối chung do Chủ tịch UBND chỉ đạo trực tiếp để tạo ra "Hub công nghiệp" quản lý thống nhất dữ liệu đầu vào - đầu ra.
- Thúc đẩy xây dựng mô hình khu công nghiệp Net Zero thí điểm tại SHTP để định hình chuẩn mực phát triển bền vững cho các khu công nghiệp và khu chế xuất khác.

5.3. Kiến nghị cho Ban Quản lý SHTP

- Xây dựng kế hoạch dài hạn, chiến lược chuyển đổi kép đồng bộ theo chuẩn quốc tế, phát huy vai trò trung tâm R&D, đổi mới sáng tạo và kết nối vùng. Cụ thể hóa bằng KPI và tích hợp dữ liệu theo 8 trụ cột chuyển đổi (thể chế, nhận thức, quản trị, hạ tầng kỹ thuật, CDS-CĐX chuỗi sản xuất, năng lực công nghệ, nguồn lực, mối quan hệ giữa các bên).
- Thành lập trung tâm điều phối chuyển đổi kép, thúc đẩy liên minh Net Zero đa bên, tham mưu triển khai cơ chế thử nghiệm chính sách, đầu tư hạ tầng xanh – số tích hợp và phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao.

5.4. Kiến nghị cho Nhà đầu tư (Doanh nghiệp)

- Coi chuyển đổi kép là mục tiêu, xây dựng chiến lược trung và dài hạn. Nâng cao nhận thức thông qua đào tạo, và tạo ra văn hóa chuyển đổi kép trong doanh nghiệp.
- Tối ưu hóa ngân sách R&D vào các giải pháp công nghệ có tác động kép (cải thiện hiệu suất và giảm thiểu tác động môi trường).
- Thiết lập hệ thống quản trị giám sát trên nền tảng số để theo dõi định kỳ tiêu thụ năng lượng, phát thải khí nhà kính và sử dụng tài nguyên.
- Tích cực tham gia góp ý xây dựng khung pháp lý hỗ trợ chuyển đổi kép.

5.5. Kiến nghị cho Các trường, viện, đơn vị đào tạo

- Định hướng phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao phục vụ chuyển đổi kép, xây dựng chương trình đào tạo chuyên biệt và khuyến khích nghiên cứu sinh giải quyết bài toán thực tiễn tại Khu CNC.
- Tham gia đề xuất chính sách về tiêu chuẩn công nghệ xanh và cơ chế kiểm soát phát thải; chuyển giao công nghệ tiên tiến (năng lượng tái tạo, kinh tế tuần hoàn kỹ thuật số) cho doanh nghiệp.
- Đề xuất thành lập trung tâm nghiên cứu liên ngành về công nghệ xanh và công nghệ số, kết nối trường – viện – doanh nghiệp để thử nghiệm mô hình CDK hướng tới Net Zero.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adelphi (2022). *Twin Transition Digital Transformation and Climate Policy in Development Cooperation*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GIZ GmbH.
- Asian Development Bank (2023). *Six technologies powering the clean energy transition*. Truy cập tại <https://www.adb.org/news/features/six-technologies-powering-clean-energy-transition>
- Central Taiwan Science Park (2022). *Annual Report 2022*.
- Christmann, A.-S., Crome, C., Graf-Drasch, V., Oberländer, A. M., & Schmidt, L. (2024). The twin transformation butterfly: Capabilities for an integrated digital and sustainability transformation. *Business & Information Systems Engineering*, 66(4), 489-505.
- Demirkan, H., Spohrer, J. C., & Welser, J. J. (2016). Digital innovation and strategic transformation. *IT Professional*, 18(6), 14-18. DOI: <https://doi.org/10.1109/MITP.2016.115>
- Diaz, D. H., Tai, H., & Hundertmark, T. (2024). *The energy transition: Where are we, really?* Truy cập tại <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/the-energy-transition-where-are-we-really>
- European Commission (2022). *Towards a green, digital and resilient economy: our European Growth Model*. Truy cập tại https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1467
- Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M., & Scapolo, F. (2022). *Towards a green & digital future*. Truy cập tại <https://data.europa.eu/doi/10.2760/977331>
- Edenhofer, O. (Ed.). (2015). *Climate change 2014: Mitigation of climate change* (Vol. 3). Cambridge University Press.
- Shukla, P. R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., ... & Malley, J. (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change*. Contribution of working group III to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 10, 9781009157926.
- Jäger-Roschko, M., & Petersen, M. (2022). Advancing the circular economy through information sharing: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 369, 133210. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133210>
- Liu, Y., Lei, P., & He, D. (2024). Endogenous green technology progress, green transition and carbon emissions. *International Review of Economics & Finance*, 91, 69–82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.12.007>
- Luo, S., Chishti, M. Z., Beata, S., & Xie, P. (2024). Digital sparks for a greener future: Unleashing the potential of information and communication technologies in green energy transition. *Renewable Energy*, 221, 119754. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119754>
- PricewaterhouseCoopers (2022). *Energy Transition in Vietnam: Strategic considerations for businesses*.
- Rajaeifar, M. A., Ghadimi, P., Raugei, M., Wu, Y., & Heidrich, O. (2022). Challenges and recent developments in supply and value chains of electric vehicle batteries: A sustainability perspective. *Resources Conservation and Recycling*, 180, 106144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106144>
- REN21 (2011). *Renewables 2011 Global Status Report*. Renewable Energy Progress Tracker - Data Tools - IEA. Truy cập tại <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>
- Schill, W.-P. (2020). Electricity Storage and the Renewable Energy Transition. *Joule*, 4, 2059–2064. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2020.07.022>
- Trevisan, A. H., Lobo, A., Guzzo, D., de Vasconcelos Gomes, L. A., & Mascarenhas, J. (2023). Barriers to employing digital technologies for a circular economy: A multi-level perspective. *Journal of Environmental Management*, 332, 117437. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117437>
- UN Environment Management Group (2022). *Common Approach Towards a Pollution-Free Planet*.
- UN Trade and Development (2023). *Technology and Innovation Report 2023 - Opening Green Windows: Technological opportunities for a low-carbon world*.

- United Nations (n.d.). *Net Zero Coalition*. Truy cập tại <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>
- United Nations Industrial Development Organization (2020). *The UNIDO Approach to Cluster Development: Key principles and project experiences*.
- World Bank (2022). *Greening Digital in Korea: Korea Case Study for Greening the ICT Sector*. Note series number 6. World Bank Group Korea Office Innovation and Technology Note Series.
- World Bank (2023). *The Leaders of the Twin Transition in Asia: Mapping Capabilities through Digital and Green Patents*. DOI: _
- World Economic Forums & Accenture (2022). *Transitioning Industrial Clusters towards Net Zero: National Policy Enablement for Industrial Decarbonization*.
- Xia, D., Zhang, M., Yu, Q., & Tu, Y. (2019). Developing a framework to identify barriers of Green technology adoption for enterprises. *Resources Conservation and Recycling*, 143, 99–110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.022>

Readiness Level for Net Zero Implementation at Ho Chi Minh City High-Tech Park

Le Thi Kim Van, Hoang Thi Huyen Trang, Le Quoc Cuong
Board of Management of Saigon Hi-tech Park, Vietnam

Abstract

The paper presents the results of the assessment of the readiness level towards the Net Zero target at Saigon Hi-Tech Park (SHTP) in the context of dual transformation (digital and green). Based on quantitative survey and qualitative analysis, the study affirms that SHTP has established a foundation according to international standards and has the potential to become a pioneering high-tech park to achieve Net Zero. However, the study also clearly identifies significant gaps in synchronous strategy, specialized policies and practical implementation capacity. On that basis, the paper proposes practical strategic and policy solutions to promote the realization of the Net Zero High-Tech Park model, contributing to improving the competitiveness and sustainability of SHTP and other high-tech industrial parks.

Keywords: Net Zero, digital transformation, green transformation, dual transformation, Saigon Hi-tech Park.