

Kiến tạo hệ sinh thái công nghiệp thế hệ mới tại Việt Nam theo cách tiếp cận tích hợp quy hoạch không gian và chiến lược chuyển đổi kép "xanh hóa, - số hóa". Thông qua việc tổng hợp dữ liệu thực nghiệm và so sánh đối chiếu với các mô hình chuyển đổi thành công tại một số quốc gia tiên tiến, nghiên cứu đề xuất chiến lược "Chuyển đổi kép", kết hợp hữu cơ giữa quy hoạch không gian xanh hóa và hạ tầng quản trị số hóa. Cách tiếp cận này là một giải pháp cốt lõi để Việt Nam kiến tạo lợi thế cạnh tranh mới, đón đầu làn sóng FDI thế hệ mới và hiện thực hóa mục tiêu Net Zero vào năm 2050.

KIẾN TẠO HỆ SINH THÁI CÔNG NGHIỆP THẾ HỆ MỚI TẠI VIỆT NAM

ThS. Bạch Ngọc Tùng*



Ảnh nguồn internet

Creating a Next-Generation Industrial Ecosystem in Vietnam: An Integrated Approach to Spatial Planning and a Dual Transformation Strategy of "Greening and Digitalization"

Abstract: Against the backdrop of global economic volatility—characterized by supply chain reconfiguration and the emergence of environmental non-tariff barriers such as the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) and the EU Deforestation Regulation (EUDR)—Vietnam's traditional industrial park (IP) development model, reliant on static comparative advantages, faces the dual risks of ecological obsolescence and diminishing competitiveness. This paper analyzes structural bottlenecks within the spatial organization and governance of the existing IP ecosystem. By synthesizing empirical data and benchmarking against successful transition models in South Korea, Japan, and Denmark, this study proposes a "Twin Transition" strategy. This strategy serves as a theoretical and practical framework that synergistically integrates green spatial planning with digital governance infrastructure. This approach represents a pivotal solution for Vietnam to forge new competitive advantages, capture the wave of new-generation FDI, and realize the Net Zero goal by 2050.

Keywords: Eco-Industrial Park (EIP), Greening, Digitalization, VietnamIZ, Circular Economy, Industrial symbiosis.

Tóm tắt: Trong bối cảnh nền kinh tế toàn cầu đang trải qua những biến động khó lường, trong đó đặc trưng bởi sự tái định hình chuỗi cung ứng và sự trỗi dậy của các hàng rào kỹ thuật phi thuế quan liên quan đến môi trường như Cơ chế điều chỉnh biên giới carbon (CBAM) và Quy định chống phá rừng (EUDR), mô hình phát triển khu công nghiệp (KCN) dựa trên lợi thế tịnh truyền thống của Việt Nam đang đối mặt với nguy cơ tụt hậu về mặt sinh thái và giảm sút năng lực cạnh tranh. Bài báo này tập trung phân tích các điểm nghẽn mang tính cấu trúc trong tổ chức không gian và quản trị hệ thống KCN hiện hữu. Thông qua việc tổng hợp dữ liệu thực nghiệm và so sánh đối chiếu với các mô hình chuyển đổi thành công tại Hàn Quốc, Nhật Bản và Đan Mạch, nghiên cứu đề xuất chiến lược "Chuyển đổi kép" – một khung khổ lý thuyết và thực tiễn kết hợp hữu cơ giữa quy hoạch không gian Xanh hóa và hạ tầng quản trị Số hóa. Cách tiếp cận này là một trong các giải pháp cốt lõi để Việt Nam kiến tạo lợi thế cạnh tranh mới, đón đầu làn sóng FDI thế hệ mới và hiện thực hóa mục tiêu Net Zero vào năm 2050.

Từ khóa: Khu công nghiệp sinh thái, xanh hoá, số hoá, VietnamIZ, Kinh tế tuần hoàn; cộng sinh công nghiệp.

1. Đặt vấn đề: bối cảnh mới và yêu cầu tái cấu trúc không gian công nghiệp
1.1. Sự chuyển dịch cấu trúc dòng vốn FDI và áp lực từ các rào cản thương mại thế hệ mới

Trải qua hơn ba thập kỷ thực hiện đường lối đổi mới, hệ thống các khu công nghiệp tại Việt Nam đã khẳng định vai trò là động lực trong việc định hình lại cấu trúc không gian kinh tế quốc gia. Từ những khu chế xuất đầu tiên tại Thành phố Hồ Chí Minh đầu thập niên 90, đến nay, mạng lưới KCN đã mở rộng ra khắp các vùng lãnh thổ, đóng góp to lớn vào quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Các dữ liệu thống kê mới nhất tính đến tháng 10/2025 cho thấy một bức tranh toàn cảnh đầy ấn tượng: Việt Nam đã thu hút dòng vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) lũy kế đạt mức 525,8 tỷ USD, với sự hiện diện của hơn 44.800 dự án đến từ 153 quốc gia và vùng lãnh thổ. Sự phát triển mạnh mẽ của hệ thống KCN không chỉ là nhân tố chủ đạo đóng góp vào mức tăng trưởng GDP đạt 7,09% của năm 2024, mà còn thúc đẩy quá trình chuyển dịch cơ cấu kinh tế, tạo công ăn việc làm và nâng cao năng lực sản xuất quốc gia.

Tuy nhiên, sự phát triển của các KCN trong giai đoạn vừa qua chủ yếu dựa trên các lợi thế so sánh tịnh như vị trí địa lý thuận lợi, chi phí đất đai và nhân

công rẻ, cùng các ưu đãi thuế quan. Trong khi đó, bối cảnh kinh tế chính trị toàn cầu đang chứng kiến những sự chuyển dịch mang tính căn bản và không thể đảo ngược. Các nhà đầu tư chiến lược, đặc biệt là dòng vốn FDI thế hệ mới từ các nền kinh tế phát triển như Hoa Kỳ, Liên minh Châu Âu (EU), Nhật Bản và Hàn Quốc, đang thay đổi hệ quy chiếu trong việc lựa chọn địa điểm đầu tư.

Thay vì chỉ tập trung vào tối ưu hóa chi phí đầu vào, xu hướng đầu tư toàn cầu đang dịch chuyển mạnh mẽ sang việc ưu tiên các hệ sinh thái sản xuất bền vững, có khả năng đáp ứng nghiêm ngặt các tiêu chuẩn ESG (Môi trường - Xã hội - Quản trị) và cam kết mạnh mẽ về mục tiêu phát thải ròng bằng 0 (Net Zero). Điều này không chỉ xuất phát từ áp lực đạo đức kinh doanh mà còn là sự tuân thủ bắt buộc đối với các rào cản thương mại xanh ngày càng dày đặc. Cơ chế điều chỉnh biên giới Carbon (CBAM) của EU, dự kiến sẽ áp dụng đầy đủ vào năm 2026, hay Quy định chống phá rừng (EUDR), đang đặt ra các yêu cầu khắt khe về truy xuất nguồn gốc và minh bạch hóa dấu chân carbon trong toàn bộ chuỗi cung ứng.

Thực tế này đặt ra những thách thức đối với hệ thống KCN Việt Nam với mô hình phát triển truyền thống, dựa

chủ yếu vào thâm dụng tài nguyên, không gian và lao động, với cấu trúc quy hoạch phân tán và thiếu tính liên kết sinh thái đang dần mất đi sức hấp dẫn. Nếu không có những bước chuyển mình quyết liệt trong tư duy quy hoạch và tổ chức không gian, thì nguy cơ Việt Nam bị tụt hậu trong chuỗi giá trị toàn cầu và trở thành "bãi thải công nghệ" là hiện hữu có thể xảy ra. Do đó, việc nghiên cứu xây dựng một chiến lược chuyển đổi mô hình phát triển công nghiệp, kết hợp chặt chẽ giữa yếu tố sinh thái và công nghệ số, không chỉ là một lựa chọn mà là yêu cầu cấp thiết để nâng tầm vị thế của nền công nghiệp quốc gia.

1.2. Khoảng trống lý luận và thực tiễn trong quy hoạch xây dựng KCN tại Việt Nam

Mặc dù khái niệm Khu công nghiệp sinh thái (KCNST) đã được chính thức luật hóa tại Nghị định 35/2022/NĐ-CP ngày 28/5/2022 của Chính phủ quy định về quản lý khu công nghiệp và khu kinh tế, nhưng việc chuyển hóa các quy định này vào thực tiễn quy hoạch xây dựng và tổ chức không gian vẫn còn nhiều khoảng trống lớn.

Thứ nhất, về mặt lý luận quy hoạch, phần lớn các đồ án quy hoạch phân khu xây dựng KCN hiện nay vẫn đang thực hiện theo tư duy quy hoạch các chức năng để

SỰ CHUYỂN DỊCH CẤU TRÚC DÒNG VỐN FDI VÀ ÁP LỰC TỪ CÁC RÀO CẢN THƯƠNG MẠI THẾ HỆ MỚI



Thứ ba, chưa có các nghiên cứu làm rõ về mối quan hệ tương hỗ giữa chuyển đổi số và chuyển đổi xanh trong không gian công nghiệp. Hầu hết các nghiên cứu hiện có thường tách biệt hai quá trình này, hoặc chỉ tập trung vào khía cạnh công nghệ kỹ thuật (như phần mềm quản lý) mà bỏ qua khía cạnh tổ chức không gian vật lý. Bài báo này nhằm mục đích làm rõ một số nội dung trong khoảng trống đó bằng cách đề xuất các giải pháp cho việc tích hợp "Xanh hóa" và "Số hóa" trong quy hoạch và phát triển KCN tại Việt Nam.

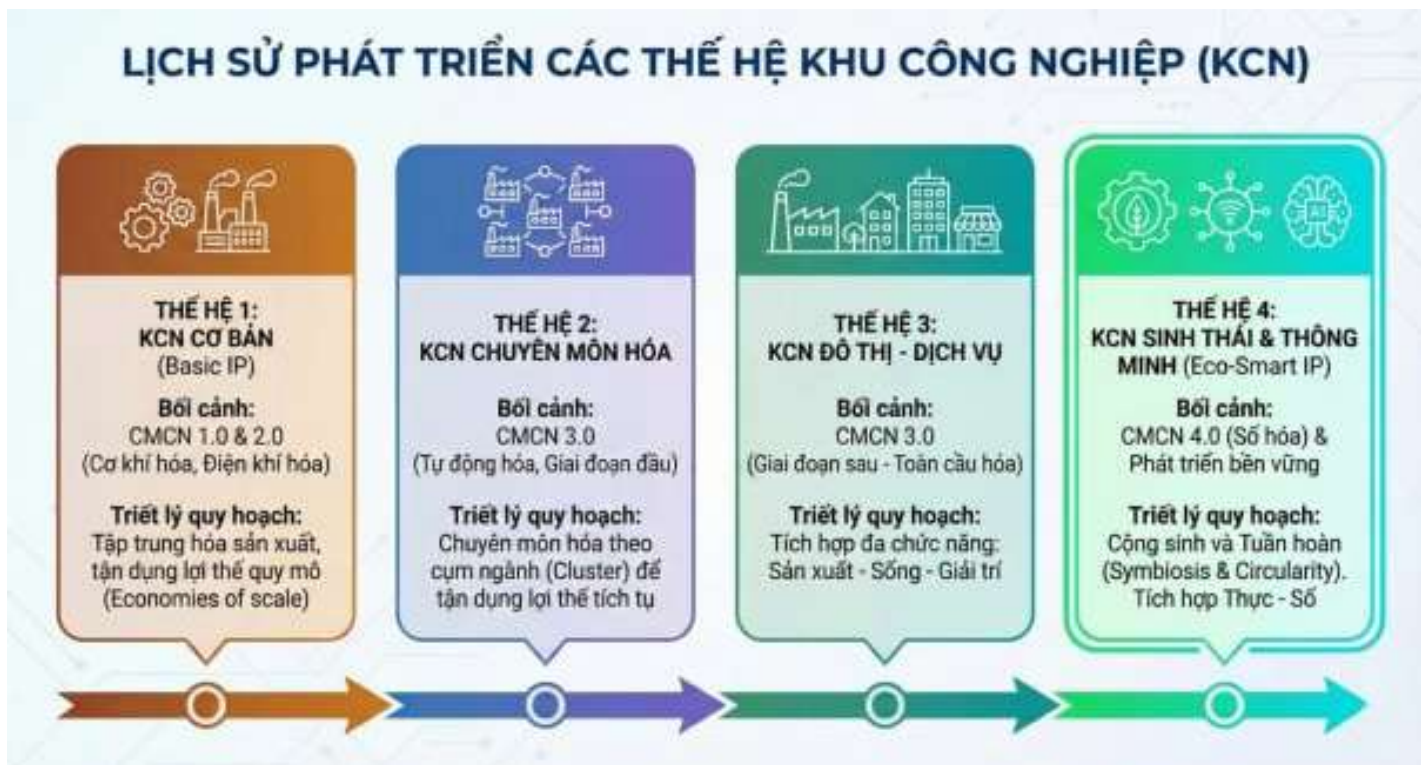
xem KCN là nơi sản xuất biệt lập, tách rời khỏi cấu trúc đô thị và hệ sinh thái tự nhiên xung quanh. Việc phân lô sử dụng đất chủ yếu nhằm tối đa hóa diện tích đất thương phẩm để bán hoặc cho thuê, trong khi các không gian dành cho hạ tầng xanh, hành lang sinh thái, và các công trình kỹ thuật phục vụ cộng sinh công nghiệp (như đường ống dẫn hơi, nhiệt thừa, tái sử dụng nước...) thường chưa được quan tâm hoặc nếu có thì chỉ bố trí mang tính đối phó để đủ chỉ tiêu mật độ xây dựng tối thiểu.

Thứ hai, về mặt công cụ quản lý, sự thiếu hụt các nền tảng dữ liệu

không gian tích hợp (Spatial Data Infrastructure - SDI) đang làm giảm hiệu quả của công tác quy hoạch và vận hành. Dữ liệu về quy hoạch xây dựng, hạ tầng kỹ thuật ngầm/nổi, và các chỉ số môi trường thường nằm phân tán tại các sở ban ngành khác nhau, thiếu tính liên thông và cập nhật. Điều này dẫn đến tình trạng thiếu thông tin hoặc thông tin sai lệch không chuẩn xác, khiến cho việc ra quyết định quy hoạch thiếu cơ sở khoa học, việc giám sát thực hiện quy hoạch gặp nhiều khó khăn, và quan trọng nhất là các nhà đầu tư không nhìn thấy được tiềm năng cộng sinh với các doanh nghiệp lân cận.

2. Cơ sở lý luận và tổng quan về sự tiến hóa của không gian công nghiệp
 Để xây dựng một chiến lược chuyển đổi hiệu quả, cần phải đặt quá trình phát triển của KCN Việt Nam vào dòng chảy tiến hóa chung của các mô hình tổ chức không gian công nghiệp trên thế giới.

2.1. Tiến trình phát triển: Từ KCN cơ bản đến Hệ sinh thái công nghiệp thông minh
 Lịch sử phát triển công nghiệp và các KCN gắn liền một cách hữu cơ với các làn sóng Cách mạng Công nghiệp (CMCN), quá trình này có thể được phân kỳ thành 4 thế hệ, phản ánh sự



thay đổi rõ rệt về triết lý quy hoạch, từ tư duy khai thác tài nguyên đơn thuần sang tư duy kiến tạo giá trị bền vững và tái tạo.

Đặc điểm phân tích	Thế hệ 1: KCN Cơ bản (Basic IP)	Thế hệ 2: KCN Chuyên môn hóa	Thế hệ 3: KCN Đô thị - Dịch vụ	Thế hệ 4: KCN Sinh thái & Thông minh (Eco-Smart IP)
Bối cảnh lịch sử & Công nghệ	CMCN 1.0 & 2.0 (Cơ khí hóa, Điện khí hóa).	CMCN 3.0 (Giai đoạn đầu - Tự động hóa).	CMCN 3.0 (Giai đoạn sau - Toàn cầu hóa).	CMCN 4.0 (Số hóa) & Phát triển bền vững.
Triết lý quy hoạch	Tập trung hóa sản xuất để tận dụng lợi thế quy mô (Economies of scale).	Chuyên môn hóa theo cụm ngành (Cluster) để tận dụng lợi thế tích tụ.	Tích hợp đa chức năng: Sản xuất - Sống - Giải trí.	Cộng sinh và Tuần hoàn (Symbiosis & Circularity). Tích hợp Thực - Số.
Cấu trúc không gian	Phân lô ô bàn cờ cứng nhắc. Tối đa hóa mật độ xây dựng nhà máy.	Phân khu theo nhóm ngành. Bắt đầu xuất hiện khu xử lý kỹ thuật tập trung.	Cấu trúc phức hợp. Tích hợp khu nhà ở, thương mại, dịch vụ tiện ích, R&D.	Không gian linh hoạt, thích ứng. Tích hợp hạ tầng xanh, hành lang cộng sinh, hạ tầng số.
Mô hình dòng vật chất & Năng lượng	Tuyến tính (Khai thác -> Sản xuất -> Thải bỏ).	Tuyến tính, có kiểm soát cuối đường ống (End-of-pipe).	Tuyến tính, chú trọng giảm thiểu tại nguồn (Cleaner Production).	Vòng tròn (Circular). Chất thải là đầu vào của quy trình khác. Tự cân bằng năng lượng.
Phương thức quản trị	Quản lý hành chính mệnh lệnh. Dữ liệu giấy tờ.	Quản lý theo quy trình chuẩn. Tự động hóa cục bộ.	Quản lý dịch vụ khách hàng. Ứng dụng CNTT cơ bản.	Quản trị dữ liệu thời gian thực (Real-time). IoT, AI, Digital Twin.
Mối quan hệ doanh nghiệp	Độc lập, cạnh tranh đơn thuần.	Liên kết lỏng lẻo trong chuỗi giá trị ngành.	Liên kết qua dịch vụ hỗ trợ dùng chung.	Mạng lưới cộng sinh chặt chẽ. Phụ thuộc lẫn nhau về tài nguyên/năng lượng.

Như vậy, sự chuyển dịch sang Thế hệ 4 - KCN Sinh thái và Thông minh (Eco-Smart IP) là bước chuyển đổi rất quan trọng về tư quy hoạch. Thông qua mô hình này, KCN không còn được xem là một thực thể vật lý tĩnh tại mà là một hệ thống sinh học động, nơi các dòng vật chất, năng lượng và thông tin được luân chuyển liên tục và tối ưu hóa. Quy hoạch không gian trong giai đoạn này phải đóng vai trò là nền tảng để thúc đẩy các tương tác cộng sinh đó.

2.2. Lý thuyết về Cộng sinh Công nghiệp trong tổ chức không gian

Cộng sinh công nghiệp là một nhánh quan trọng của Sinh thái học công nghiệp, nghiên cứu về sự hợp tác giữa các doanh nghiệp khác nhau về mặt địa lý để trao đổi các nguồn lực thừa (chất thải, phụ phẩm, nhiệt thừa, nước thải...) nhằm mang lại lợi ích kinh tế và môi trường. Dưới góc độ quy hoạch đô thị và tổ chức không gian, lý thuyết này đặt ra ba nguyên tắc cốt lõi cần được tuân thủ:

- *Nguyên tắc Gần gũi về Địa lý:* Hiệu quả của việc trao đổi năng lượng (như hơi nước, nhiệt thừa) và vật chất (như nước thải, bùn thải) phụ thuộc rất lớn vào khoảng cách vận chuyển. Quy hoạch không gian phải bố trí các doanh nghiệp có tiềm năng trao đổi (ví dụ: nhà máy nhiệt điện và nhà máy giấy/dệt nhuộm) ở các vị trí liền kề hoặc trong phạm vi bán kính tối ưu để giảm thiểu thất thoát năng lượng và chi phí đường ống hạ tầng.
- *Nguyên tắc Kết nối Hạ tầng:* Khác với hạ tầng truyền thống (chỉ kết nối từ nhà máy ra trục chính), hạ tầng KCNST đòi hỏi sự kết nối ngang. Quy hoạch cần dự trù các hành lang kỹ thuật đủ rộng và linh hoạt để lắp đặt hệ thống đường ống dẫn hơi, khí, băng tải nguyên liệu kết nối trực tiếp giữa các nhà máy, tạo thành một mạng lưới trao đổi vật chất khép kín.
- *Nguyên tắc Đa dạng Chức năng:* Một hệ sinh thái bền vững cần có sự đa dạng sinh học. Tương tự, KCNST cần quy hoạch để thu hút sự đa dạng các ngành nghề có tính bổ trợ cho nhau (công nghiệp sinh khối, công nghiệp tái chế, công nghiệp năng lượng) để tạo ra nhiều cơ hội cộng sinh. Sự đơn điệu trong cơ cấu ngành nghề sẽ triệt tiêu cơ hội trao đổi.

chuẩn xả thải thay vì tái sử dụng). Thiếu vắng các hệ thống hạ tầng tiên tiến hỗ trợ tuần hoàn như: hệ thống thu gom và tái sử dụng nước mưa quy mô lớn, hệ thống đường ống kỹ thuật dùng chung để dẫn hơi/khí giữa các nhà máy, hay hệ thống năng lượng tái tạo áp mái được quy hoạch đồng bộ.

(2) Thiếu hụt hạ tầng xã hội: Quy hoạch KCN thường chỉ chú trọng đến đất sản xuất mà bỏ quên không gian sống cho người lao động. Sự thiếu hụt nhà ở công nhân, trường học, bệnh viện, khu vui chơi giải trí quanh các KCN đã tạo ra những hệ lụy xã hội lớn, làm giảm chất lượng cuộc sống và sự gắn bó của người lao động, đi ngược lại tiêu chí “Xã hội” trong ESG mà các nhà đầu tư quốc tế quan tâm.

3.4. Tồn tại về thông tin và quản trị dữ liệu

Thực trạng về thông tin và quản trị dữ liệu các KCN hiện nay đang tồn tại nhiều vấn đề cần giải quyết, làm tác động rất lớn đến động lực phát triển của KCN nói riêng và KCNST nói chung, cụ thể:

- Dữ liệu phân tán: Dữ liệu về quy hoạch xây dựng, hạ tầng kỹ thuật ngầm/nổi, và các chỉ số môi trường của KCN thường nằm rải rác ở nhiều cơ quan quản lý khác nhau, dưới dạng hồ sơ giấy hoặc các định dạng số không tương thích (CAD, PDF, Excel rời rạc).

- Thiếu minh bạch: Nhà đầu tư nước ngoài gặp khó khăn trong việc tiếp cận thông tin chính xác về hiện trạng đất đai, hạ tầng và các quy định môi trường tại KCN. Điều này làm tăng chi phí giao dịch và giảm tính hấp dẫn của môi trường đầu tư.

- Mất cơ hội cộng sinh: Do không có một cơ sở dữ liệu trung tâm về “đầu vào - đầu ra» (Input-Output database) của các doanh nghiệp, Ban quản lý KCN không thể nhận diện được các cơ hội cộng sinh tiềm năng để kết nối các doanh nghiệp với nhau.

4. Bài học kinh nghiệm quốc tế: từ quy hoạch đến vận hành KCSNT

Kinh nghiệm chuyển đổi mô hình KCN từ các quốc gia tiên tiến cung cấp những bài học thực tiễn quý giá cho Việt Nam, đặc biệt trong việc giải quyết bài toán quy hoạch và cơ chế vận hành, được thể hiện thông qua một số trường hợp sau:

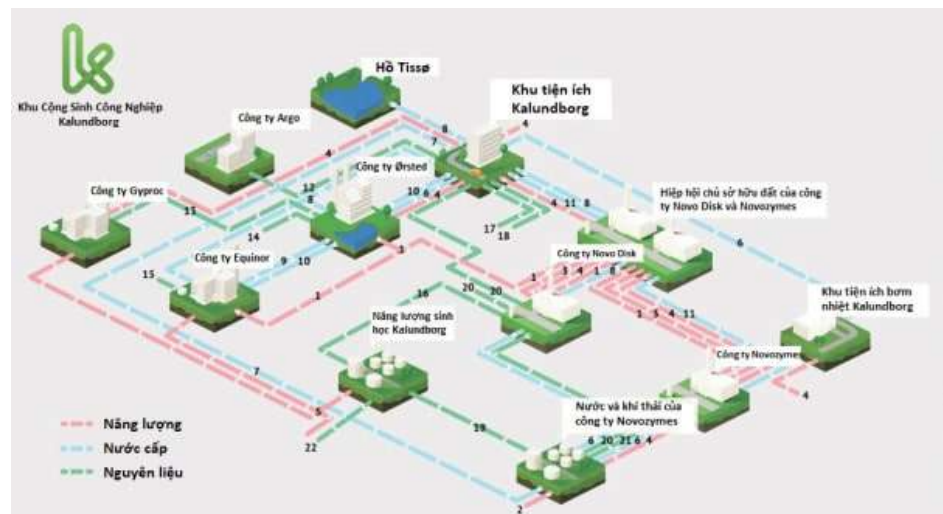
(1) Mô hình KCNST Ulsan (Hàn Quốc): Tiếp cận «Từ trên xuống» và vai trò của dữ liệu: Thành phố Ulsan, thủ phủ công nghiệp của Hàn Quốc, từng đối mặt với ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Chính phủ Hàn Quốc đã thực hiện Chương trình KCNST Quốc gia (EIP) giai đoạn 2005-2016 để chuyển đổi các KCN tại đây (chương trình đã giúp giảm 6,48 triệu tấn CO2, tiết kiệm năng lượng tương đương 1,38 triệu tấn dầu quy đổi (TOE) và tiết kiệm chi phí 943 tỷ Won), cụ thể:

- Về chiến lược quy hoạch: Thay vì loại bỏ làm lại, Hàn Quốc chọn cách tiếp cận cải tạo nâng cấp. Điểm mấu chốt là việc Chính phủ tài trợ xây dựng một cơ sở dữ liệu chi tiết về dòng vật chất và năng lượng của toàn bộ các nhà máy trong KCN.

- Về cơ chế vận hành: Dựa trên dữ liệu này, các trung tâm hỗ trợ kỹ thuật EIP đã phân tích và đề xuất các mạng lưới

trao đổi năng lượng kết nối các nhà máy lọc dầu, luyện kim và hóa chất. Quy hoạch không gian được điều chỉnh cục bộ để bổ sung các hành lang kỹ thuật cho hệ thống đường ống này. Có thể thấy rõ vai trò kiến tạo của Nhà nước trong trường hợp này là rất quan trọng trong việc xây dựng hạ tầng dữ liệu chung. Quy hoạch không gian cần có tính dự báo để dành quỹ đất cho các hành lang kỹ thuật cộng sinh.

(2) Mô hình Kalundborg (Đan Mạch): Tiếp cận “Từ dưới lên” và quy hoạch dựa trên thị trường: Kalundborg là mô hình cộng sinh công nghiệp kinh điển thế giới, được hình thành từ những năm 1970. Với cơ chế hình thành khác với Ulsan, mạng lưới cộng sinh tại Kalundborg hình thành một cách tự nhiên “từ dưới lên” (bottom-up), xuất phát từ nhu cầu tiết kiệm chi phí của các doanh nghiệp. Nhà máy điện Asnæs cung cấp hơi nước cho nhà máy lọc dầu Statoil và nhà máy dược phẩm Novo Nordisk; tro bay từ nhà máy điện được chuyển sang làm nguyên liệu cho nhà máy sản xuất thạch cao Gyproc. Yếu tố then chốt tạo nên thành công của Kalundborg là sự thuận lợi về địa lý. Các nhà máy lớn (Anchor Tenants) được bố trí gần nhau trong một bán kính hợp lý, giúp việc xây dựng đường ống dẫn truyền trở nên khả thi về mặt kinh tế.



Hình 3: Sơ đồ minh họa mạng lưới cộng sinh tại Khu công nghiệp Kalundborg-Đan Mạch. Nguồn: <https://www.symbiosis.dk>

Như vậy, trong trường hợp này Quy hoạch KCNST không thể chỉ dựa vào yêu cầu thị trường hành chính mà phải dựa trên nguyên tắc thị trường. Quy hoạch không gian cần tạo sự linh hoạt để doanh nghiệp tự thiết lập các kết nối vật lý khi thấy có lợi ích kinh tế.

(3) Mô hình Eco-Town Kitakyushu (Nhật Bản): Tái thiết đô thị công nghiệp và tích hợp R&D: Kitakyushu là ví dụ điển hình về việc chuyển đổi một thành phố công nghiệp ô nhiễm thành một đô thị sinh thái thông qua quy hoạch tái thiết. Thành phố quy hoạch phân khu chức năng rõ ràng cho các ngành công nghiệp tái chế (nhựa, ô tô, thiết bị điện tử, thiết bị gia dụng). Đặc biệt, quy hoạch tích hợp các trung tâm nghiên cứu và triển khai (R&D) và các cơ sở kiểm định ngay trong KCN để hỗ trợ công nghệ cho doanh nghiệp. Với quan điểm này, KCNST không chỉ là nơi sản xuất mà còn phải là nơi đổi mới sáng tạo. Quy hoạch sử dụng đất cần dành không gian thỏa đáng cho các chức năng R&D, ươm tạo doanh nghiệp và dịch vụ kỹ thuật môi trường.

5. Đề xuất chiến lược “Chuyển đổi kép”: Tích hợp quy hoạch không gian xanh và hạ tầng quản trị số.

Dựa trên cơ sở lý luận và thực tiễn nêu trên, bài báo đề xuất chiến lược “Chuyển đổi kép” (Dual Transformation) như một giải pháp tổng thể cho các KCN Việt Nam. Chiến lược này là sự kết hợp hữu cơ, tương hỗ giữa Xanh hóa hạ tầng vật lý và Số hóa hạ tầng quản trị, cụ thể như sau:

5.1. Trụ cột xanh hóa: Đổi mới tư duy quy hoạch không gian KCN Sinh thái
 Để chuyển đổi sang mô hình KCN sinh thái thực chất, công tác quy hoạch xây dựng cần tuân thủ các nguyên tắc tổ chức không gian mới:

(1) *Quy hoạch phân khu chức năng dựa trên nguyên tắc cộng sinh:* Thay vì phân khu dựa trên các tiêu chí hình học hoặc loại đất đơn thuần, quy hoạch phân khu KCNST cần dựa trên tiềm năng

trao đổi vật chất và năng lượng giữa các ngành nghề:

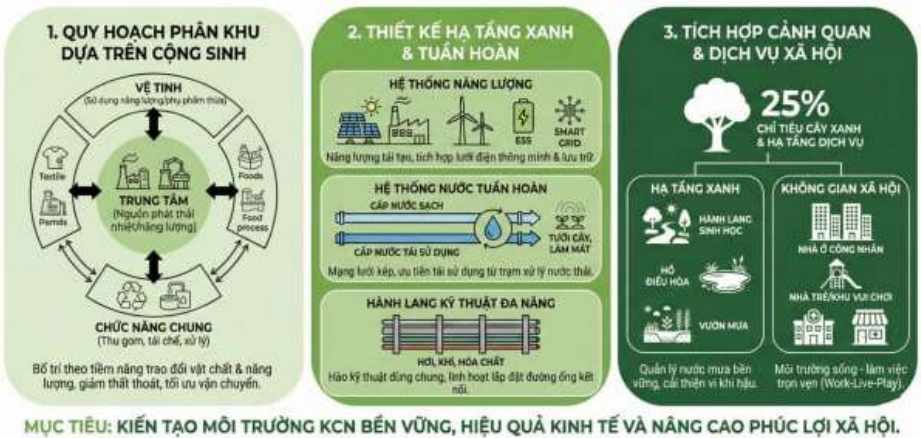
- Phân vùng trung tâm: Bố trí các nhà máy lớn có vai trò là doanh nghiệp trung tâm, những đơn vị có nguồn phát thải nhiệt, năng lượng hoặc vật chất dồi dào (như nhà máy nhiệt điện, thép, hóa chất, lọc dầu...) ở vị trí trung tâm hoặc đầu mối kỹ thuật của KCN.

- Phân vùng vệ tinh: Bố trí các nhà máy có nhu cầu sử dụng nhiệt/năng lượng thừa hoặc phụ phẩm từ nhóm hạt nhân (như nhà máy dệt nhuộm, thực phẩm, sấy nông sản, sản xuất vật liệu xây dựng...) xung quanh vùng hạt nhân trong bán kính tối ưu. Cấu trúc không gian này giúp giảm thiểu chiều dài đường ống dẫn truyền, giảm thất thoát năng lượng và chi phí vận chuyển.

- Khu vực chức năng chung: Quy hoạch quỹ đất tập trung cho các trung tâm thu gom, tái chế chất thải, trạm xử lý nước thải tập trung có chức năng tái sử dụng nước, và các kho bãi trung chuyển. Vị trí này cần thuận lợi cho việc kết nối giao thông và hạ tầng kỹ thuật với tất cả các phân khu khác.

TRỤ CỘT XANH HÓA: ĐỔI MỚI TƯ DUY QUY HOẠCH KHÔNG GIAN KCN SINH THÁI

Chuyển đổi sang mô hình thực chất thông qua các nguyên tắc tổ chức không gian mới



(2) *Thiết kế hạ tầng xanh và tuần hoàn:* Hệ thống hạ tầng kỹ thuật cần được thiết kế vượt chuẩn thông thường để hỗ trợ các vòng tuần hoàn vật chất:

- Hệ thống năng lượng: Quy hoạch không gian mái nhà xưởng và các khu vực đất trống, mặt nước cho phát triển năng lượng tái tạo (điện mặt trời, điện gió). Tích hợp lưới điện thông minh (Smart Grid) và hệ thống lưu trữ năng lượng (ESS) để quản lý nguồn năng lượng phân tán và đảm bảo độ ổn định.

- Hệ thống nước tuần hoàn: Thay đổi tư duy từ "cấp - thoát" sang «tuần hoàn». Thiết kế mạng lưới đường ống cấp nước kép (dual piping system): một hệ thống cấp nước sạch tiêu chuẩn, và một hệ thống cấp nước tái sử dụng (reclaimed water) từ trạm xử lý nước thải để phục vụ tưới cây, rửa đường, hoặc cấp cho các quy trình công nghiệp không yêu cầu nước sạch cao cấp (làm mát, vệ sinh công nghiệp).

- Hành lang kỹ thuật đa năng: Quy hoạch các hào kỹ thuật hoặc giá đỡ đường ống (pipe rack) dùng chung, cho phép lắp đặt linh hoạt các đường ống dẫn hơi, khí, hóa chất kết nối giữa các nhà máy khi có nhu cầu cộng sinh phát sinh trong tương lai.

(3) *Tích hợp không gian cảnh quan và dịch vụ xã hội:* Thực hiện nghiêm túc chỉ tiêu 25% diện tích đất cây xanh và hạ tầng dịch vụ theo quy định của Nghị định 35/2022/NĐ-CP, đồng thời cần chú trọng các nguyên tắc sau:

- Xây dựng hệ thống hạ tầng xanh: Thiết kế các dải cây xanh cách ly không chỉ để

che chắn thị giác hay giảm bụi, mà còn đóng vai trò là hành lang sinh học, hồ điều hòa, vườn mưa (rain garden) để quản lý nước mưa bền vững, giảm ngập úng và cải thiện vi khí hậu.

- Tạo dựng không gian xã hội: Tận dụng các quy định mới của Luật Đất đai 2024 để quy hoạch quỹ đất cho nhà ở công nhân, nhà trẻ, trạm y tế, siêu thị, khu thể thao văn hóa ngay trong hoặc liền kề KCN. Điều này giúp kiến tạo một môi trường sống và làm việc trọn vẹn (Work-Live-Play), giảm nhu cầu di chuyển và nâng cao phúc lợi cho người lao động.

5.2. Trụ cột số hóa: Kiến tạo hạ tầng dữ liệu và quản trị thông minh

Chuyển đổi số không chỉ là công cụ hỗ trợ mà là một trung tâm kết nối và lan toả của KCNST hiện đại, theo đó cần nghiên cứu xây dựng nền tảng quản lý đồng bộ thông tin về cơ sở hạ tầng và quản trị khu công nghiệp Việt Nam (tạm gọi tắt là VietnamIZ) như một giải pháp hạ tầng số quốc gia cho hệ thống KCN đảm bảo đáp ứng các yêu cầu cụ thể như sau:



(1) *Số hóa quy hoạch và bản sao số (Digital Twin):* Số hóa toàn bộ dữ liệu quy hoạch không gian, bản đồ địa hình, và hệ thống hạ tầng kỹ thuật ngầm/nổi của tất cả các KCN lên nền tảng GIS thống nhất. Xây dựng mô hình 3D thực tế ảo của KCN. Digital Twin cho phép các nhà quản lý mô phỏng các kịch bản phát triển (ví dụ: tác động của một nhà máy mới đến môi trường và giao thông), quản lý tài sản hạ tầng một cách trực quan, và cung cấp thông tin minh bạch cho nhà đầu tư thông qua công nghệ VR360. Điều này giải quyết triệt để vấn đề bất đối xứng thông tin, giúp rút ngắn thời gian thẩm định và ra quyết định đầu tư.

(2) *Hình thành sàn giao dịch Cộng sinh công nghiệp số:* Xây dựng module kết nối thông minh trên nền tảng VietnamIZ, hoạt động như một sàn giao dịch dữ liệu vật chất. Tại đây, hệ thống yêu cầu các doanh nghiệp khai báo (hoặc tích hợp dữ liệu từ ERP) thông tin về nhu cầu nguyên liệu đầu vào và loại chất thải/phụ phẩm đầu ra. Từ đó sử dụng AI và Big Data để tự động phân tích và gợi ý các cặp hoặc chuỗi doanh nghiệp có thể thực hiện cộng sinh. Ví dụ: Hệ thống phát hiện Doanh nghiệp A thải ra 5 tấn bùn thải/ngày và Doanh nghiệp B đang nhập khẩu nguyên liệu tương tự để làm gạch không nung -> Hệ thống sẽ gửi gợi ý kết nối cho cả hai bên. Đây là công cụ đắc lực để hiện thực hóa mô hình cộng sinh công nghiệp trên diện rộng.

(3) *Quản trị vận hành thông minh và báo cáo ESG tự động:* Triển khai hệ thống cảm biến IoT trên diện rộng để giám sát liên tục chất lượng không khí, nước thải, và

tiêu thụ năng lượng theo thời gian thực (Real-time monitoring). Dữ liệu này được truyền về trung tâm điều hành tập trung (IOC). Từ đó, hệ thống tự động tổng hợp dữ liệu từ IoT và hoạt động sản xuất, tính toán dấu chân carbon và xuất các báo cáo tuân thủ tiêu chuẩn ESG/Net Zero theo các chuẩn mực quốc tế. Điều này giúp các doanh nghiệp trong KCN dễ dàng chứng minh năng lực xanh (Green Credentials) khi tham gia vào chuỗi cung ứng toàn cầu.

6. Quy trình thực hiện và giải pháp chính sách

Để hiện thực hóa chiến lược «Chuyển đổi kép» và các định hướng quy hoạch nêu trên, cần một lộ trình thực hiện bài bản và hệ thống chính sách đồng bộ, dưới đây là đề xuất về các giải pháp cụ thể như sau:

(1) *Về quy trình thực hiện:* Dựa trên hướng dẫn của UNIDO và thực tiễn tại Việt Nam (như dự án triển khai tại 5 tỉnh thành giai đoạn 2020-2024), quy trình chuyển đổi cho một KCN có thể được tóm tắt qua 7 bước chuẩn hóa:

- (1) Cam kết của Ban quản lý: Lãnh đạo KCN cam kết chuyển đổi và thành lập Ban quản lý EIP chuyên trách;
- (2) Đánh giá hiện trạng (Baseline Assessment): Thu thập dữ liệu, đánh giá hiệu quả sử dụng tài nguyên, hiện trạng quản lý môi trường và xã hội;
- (3) Xác định cơ hội: Sử dụng các công cụ phân tích (như bộ công cụ RECP) để xác định các cơ hội tiết kiệm tài nguyên và cộng sinh công nghiệp;
- (4) Lập kế hoạch thực hiện: Xây dựng lộ trình cụ thể, xác định các dự án ưu tiên và nguồn lực tài chính;
- (5) Triển khai thực hiện: Thực hiện các giải pháp kỹ thuật (nâng cấp hạ tầng, lắp đặt thiết bị) và giải pháp quản lý;
- (6) Giám sát và Đánh giá: Theo dõi các chỉ số hiệu quả (KPIs) về môi trường, kinh tế và xã hội thông qua nền tảng số;
- (7) Chứng nhận và Báo cáo: Đăng ký chứng nhận KCNST theo Nghị định 35 và công bố báo cáo phát triển bền vững thường niên.

(2) Về giải pháp về thể chế và quy chuẩn

- Hoàn thiện khung pháp lý: Cần sớm nghiên cứu hoàn thiện các quy định về KCNST từ cấp Nghị định lên thành Luật Khu công nghiệp và Khu kinh tế. Điều này sẽ tạo cơ sở pháp lý vững chắc và ổn định hơn cho các hoạt động đầu tư dài hạn. Luật cần quy định rõ ràng về quyền và nghĩa vụ của các bên trong hoạt động cộng sinh công nghiệp, đặc biệt là cơ chế chia sẻ lợi ích và rủi ro.

- Ban hành Quy chuẩn kỹ thuật: Bộ Xây dựng và Bộ Nông nghiệp và Môi trường cần phối hợp ban hành bộ Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia (QCVN) chuyên biệt cho quy hoạch và thiết kế KCNST. Quy chuẩn này cần quy định chi tiết các chỉ tiêu về hạ tầng cộng sinh, khoảng cách an toàn cho các đường ống dẫn nhiệt/khí, và các tiêu chuẩn kỹ thuật cho việc tái sử dụng chất thải công nghiệp làm nguyên liệu sản xuất.

- Thực hiện cơ chế Sandbox: Cho phép thí điểm cơ chế «sandbox» (khung pháp lý thử nghiệm) tại một số KCNST điểm. Cơ chế này cho phép các dự án cộng sinh công nghiệp được miễn trừ hoặc áp dụng linh hoạt một số quy định hiện hành về quản lý chất thải (ví dụ: coi một số loại chất thải là nguyên liệu sản xuất mà không cần quy trình cấp phép xử lý chất thải phức tạp), dưới sự giám sát chặt chẽ của cơ quan chuyên môn.

(3) Về giải pháp Tài chính và Khuyến khích đầu tư:

Ngân hàng Nhà nước cần ban hành hướng dẫn chi tiết về danh mục phân loại xanh cho các dự án KCNST. Đây là cơ sở để các ngân hàng thương mại triển khai các gói tín dụng xanh với lãi suất ưu đãi cho chủ đầu tư hạ tầng và doanh nghiệp trong KCNST. Đồng thời, khuyến khích và hỗ trợ các chủ đầu tư KCN phát hành trái phiếu xanh để huy động vốn cho các dự án hạ tầng bền vững (năng lượng tái tạo, xử lý nước thải). Có các ưu đãi riêng biệt dựa trên hiệu quả thực hiện. Mức độ ưu đãi về thuế TNDN, tiền thuê đất sẽ tỷ lệ thuận với mức độ giảm phát thải, tỷ lệ tái sử dụng nước và mức độ tham gia cộng sinh của doanh nghiệp.

(4) Về giải pháp về Hạ tầng số và Quản trị:

Chính phủ cần đóng vai trò chủ đạo trong việc xây dựng Cơ sở dữ liệu quốc gia về KCN, tích hợp với nền tảng VietnamIZ. Dữ liệu này cần được chuẩn hóa và chia sẻ (Open Data) để phục vụ công tác quy hoạch, quản lý và xúc tiến đầu tư. Cần chuyển đổi mô hình hoạt động của Ban quản lý các KCN từ cơ quan hành chính đơn thuần sang mô hình Kiến tạo hệ sinh thái công nghiệp, có năng lực chuyên môn về sinh thái công nghiệp, quản trị dữ liệu và kỹ năng xúc tiến đầu tư quốc tế.

7. Kết luận

Mô hình khu công nghiệp truyền thống, dựa trên sự khai thác tài nguyên và lao động giá rẻ, đã hoàn thành sứ mệnh lịch sử trong giai đoạn đầu của quá trình công nghiệp hóa và không còn đủ năng lực để duy trì lợi thế cạnh tranh của Việt Nam trong bối cảnh mới. Để đón đầu làn sóng FDI thế hệ mới chất lượng cao và hiện thực hóa cam kết Net Zero vào năm 2050, Việt Nam cần kiên định và quyết liệt thực hiện chiến lược “**Chuyển đổi kép**”.

Chiến lược này đòi hỏi sự tích hợp giữa tư duy quy hoạch không gian tiên tiến – hướng tới sự cộng sinh và tuần hoàn (Xanh hóa) – với sức mạnh của công nghệ và dữ liệu (Số hóa). Quy hoạch không gian đóng vai trò kiến tạo nền tảng vật lý bền vững, trong khi công nghệ số đóng vai trò là hệ thần kinh giúp vận hành hệ thống một cách thông minh và minh bạch.

Sự thành công của chiến lược này phụ thuộc vào sự đồng bộ của hệ thống chính sách, sự sẵn sàng của hạ tầng số, nguồn lực tài chính xanh và đặc biệt là sự thay đổi tư duy của các nhà quản lý và cộng đồng doanh nghiệp. Việc xây dựng thành công các hệ sinh thái công nghiệp thế hệ mới sẽ không chỉ giúp Việt Nam thu hút vốn đầu tư mà còn nâng cao chất lượng tăng trưởng, đảm bảo an ninh môi trường và sự thịnh vượng bền vững cho các thế hệ tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kỳ yếu Diễn đàn "Hoàn thiện chính sách thu hút làn sóng FDI thế hệ mới vào các khu công nghiệp", 2024.
2. Bạch Ngọc Tùng, Hán Minh Cường (2025). Đầu tư và Phát triển Khu công nghiệp Sinh thái tại Việt Nam – Tập I. Nhà xuất bản Xây Dựng.
3. Chính phủ (2025). Nghị định số 269/2025/NĐ-CP quy định về phát triển đô thị thông minh.
4. Chính phủ (2022). Nghị định số 35/2022/NĐ-CP quy định về quản lý khu công nghiệp và khu kinh tế.
5. Bộ Kế hoạch và Đầu tư (2025). Thông tư 05/2025/TT-BKHĐT hướng dẫn xây dựng khu công nghiệp sinh thái.
6. UNIDO (2021). International Framework for Eco-Industrial Parks.
7. World Bank (2018). Eco-Industrial Parks Emerge as an Effective Approach to Sustainable Growth.

* Tác giả: Giám đốc Công ty Cổ phần Công nghệ Xây dựng ACUD Việt Nam. (acud.com.vn).

Nhận bài ngày: 30/11/2025.

Phản biện từ ngày 3/12/25.

Người phản biện: TS. Trương Văn Quảng,

Ngày thông qua phản biện và duyệt

đăng: 15/12/2025