



Review Article

Transforming Industrial Park Models in the Industry 4.0 Era Towards Sustainable Development: Enhancing Workforce Quality through the Learning Factory Model

Nguyen Thu Trang*, Vu Huyen Trang

VNU University of Social Sciences and Humanities, 336 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

Received 29th July 2025

Revised 03rd September 2025; Accepted 26th September 2025

Abstract: This study examines the transformation of Vietnam's industrial parks in the context of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) towards sustainable development, aiming to identify the gap between the new requirements of these industrial parks and the current capabilities of the workforce, and to propose the implementation of a "Learning Factory" training model to enhance worker skills. The research employs an integrative literature review to synthesize information from relevant studies, reports, and policies, and to analyze the current state of workforce skills in industrial parks. The results indicate that Vietnam's industrial parks are gradually shifting towards smart and eco-industrial models and accelerating the adoption of digital technologies in line with sustainable development trends. However, most enterprises have not equipped their workers with the necessary digital skills; the majority of workers have limited skills and face the risk of being replaced by automation. To bridge this skills gap, the study proposes the implementation of the "Learning Factory" model – a simulated production environment that allows workers to practice real-world skills. This innovative training approach is regarded as a key to enabling industrial parks to undergo a successful digital transformation while developing a high-quality workforce, highlighting the need for policy support and multi-stakeholder collaboration in building a lifelong learning ecosystem for workers.

Keywords: Smart industrial park; Digital transformation; Sustainable development; Worker skills; Learning Factory; Industry 4.0.

* Corresponding author.

E-mail address: ngrang.ipam@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1116/vnupam.4573>

Chuyển đổi mô hình khu công nghiệp trong kỷ nguyên 4.0 hướng tới phát triển bền vững: nâng cao chất lượng người lao động qua mô hình nhà máy học tập

Nguyễn Thu Trang*, Vũ Huyền Trang

*Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn, Đại học Quốc gia Hà Nội,
336 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 29 tháng 7 năm 2025

Chỉnh sửa ngày 03 tháng 9 năm 2025; Chấp nhận đăng ngày 26 tháng 9 năm 2025

Tóm tắt: Nghiên cứu này xem xét quá trình chuyển đổi các khu công nghiệp (KCN) Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (CMCN 4.0), nhằm xác định khoảng cách giữa yêu cầu đổi mới của KCN và năng lực của lao động, đồng thời đề xuất áp dụng mô hình đào tạo "Nhà máy học tập" để nâng cao kỹ năng cho công nhân. Nghiên cứu áp dụng phương pháp tổng quan tài liệu tích hợp, tổng hợp thông tin từ các tài liệu liên quan và phân tích thực trạng kỹ năng lao động trong các KCN. Kết quả cho thấy các KCN Việt Nam đang chuyển đổi sang mô hình KCN thông minh, sinh thái và đẩy mạnh ứng dụng công nghệ số. Tuy nhiên, đa số doanh nghiệp chưa trang bị kỹ năng số cho người lao động; phần lớn công nhân có kỹ năng hạn chế và có nguy cơ bị thay thế bởi tự động hóa. Để thu hẹp khoảng cách kỹ năng, nghiên cứu đề xuất triển khai mô hình "Nhà máy học tập", một môi trường sản xuất mô phỏng giúp công nhân rèn luyện kỹ năng thực tế. Mô hình đào tạo này được xem là chìa khóa để các KCN chuyển đổi số thành công, đồng thời phát triển đội ngũ lao động, qua đó cho thấy cần có hỗ trợ chính sách và hợp tác đa bên nhằm xây dựng hệ sinh thái học tập suốt đời cho công nhân.

Từ khóa: KCN thông minh; Chuyển đổi số; Phát triển bền vững; Kỹ năng công nhân; Nhà máy học tập; CMCN 4.0.

1. Đặt vấn đề

KCN đóng vai trò quan trọng trong quá trình công nghiệp hóa và thu hút đầu tư tại Việt Nam. Trong thời đại CMCN 4.0 bùng nổ với công nghệ số, tự động hóa và trí tuệ nhân tạo, các KCN đứng trước yêu cầu phải chuyển đổi mô hình phát triển theo hướng thông minh và bền vững hơn. Nhiều KCN truyền thống đang được nâng cấp thành khu công nghệ cao, KCN sạch hoặc KCN sinh thái, nhằm ứng dụng công nghệ hiện đại và giảm tác động môi trường. Nhà nước cũng

ban hành chính sách khuyến khích phát triển các mô hình KCN mới này. Tuy nhiên, sự chuyển đổi này đi cùng thách thức lớn về nhân lực: phần lớn lao động trong KCN có kỹ năng thấp, thiếu kiến thức về công nghệ số và dễ bị máy móc thay thế. Tại Việt Nam, theo dự báo, đến năm 2045, có tới 38,1 % việc làm hiện tại ở Việt Nam có thể bị chuyển đổi hoặc thay thế do quá trình tự động hóa. Theo một đánh giá lạc quan hơn thì khoảng 15% trong tổng số các việc làm ở Việt Nam sẽ được tự động hóa vào năm 2033 [1]. Điều này đặt ra nhu cầu cấp bách phải nâng cao chất lượng

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: ngtrang.ipam@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1116/vnupam.4573>

nguồn nhân lực để đáp ứng yêu cầu của cuộc CMCN 4.0.

Trước bối cảnh đó, bài báo tập trung làm rõ những xu hướng phát triển mới của các KCN Việt Nam trong kỷ nguyên 4.0 và phân tích thực trạng công tác chuẩn bị nhân lực. Mục tiêu nghiên cứu nhằm xác định khoảng cách giữa yêu cầu của KCN thời kỳ chuyển đổi số với năng lực hiện có của lao động, từ đó đề xuất các giải pháp, đặc biệt nhấn mạnh mô hình đào tạo gắn với thực tiễn như *Nhà máy học tập*, để nâng cao kỹ năng cho công nhân KCN.

Bài viết này sử dụng phương pháp tổng quan tài liệu tích hợp làm phương pháp nghiên cứu chính nhằm có được cái nhìn bao quát về vấn đề nghiên cứu. Tổng quan tài liệu tích hợp được xem là một hình thức nghiên cứu đặc biệt và phổ biến, giúp tạo ra kiến thức mới về chủ đề được bàn luận [2]. Phương pháp này có thể vận dụng linh hoạt cho cả nghiên cứu định tính lẫn định lượng [3], do đó rất phù hợp với định hướng nghiên cứu định tính của bài báo. Thông qua việc đánh giá và tổng hợp kết quả từ nhiều tài liệu liên quan, phương pháp tổng quan tích hợp cho phép phát triển những góc nhìn và khung lý thuyết mới về vấn đề nghiên cứu [4]. Tổng quan tài liệu bán hệ thống bên cạnh việc xem xét tổng quan theo một chủ đề thì sẽ xem xét nghiên cứu trong một lĩnh vực xác định đã có biến đổi như thế nào theo thời gian hoặc một chủ đề nghiên cứu đã phát triển như thế nào qua lịch sử nghiên cứu [5].

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã tiến hành thu thập và xem xét nhiều tài liệu khác nhau (bao gồm các công trình nghiên cứu, báo cáo thực tiễn và văn bản chính sách trong và ngoài nước) có liên quan đến chủ đề phát triển KCN trong bối cảnh CMCN 4.0. Quá trình tổng quan được thực hiện một cách có hệ thống: các tài liệu được chọn lọc tập trung vào những nội dung cốt lõi của chủ đề (như mô hình KCN thông minh, KCN sinh thái, KCN hỗ trợ, KCN công nghệ cao,...) Tiếp đó, nhóm tác giả tiến hành phân tích, so sánh và đối chiếu các khung lý thuyết, quan điểm khác nhau trong các tài liệu này về xu hướng phát triển của các KCN hiện đại. Kết quả tổng hợp được hệ thống hóa thành một số xu hướng phát triển chính của KCN trong kỷ nguyên

CMCN 4.0, đồng thời rút ra những nhận định và hàm ý khoa học cho lĩnh vực nghiên cứu này.

Việc lựa chọn phương pháp tổng quan tài liệu tích hợp giúp đảm bảo nội dung nghiên cứu thống nhất và phù hợp với phạm vi đề tài. Đặc biệt, đối với một chủ đề tương đối mới mẻ như phát triển KCN trong bối cảnh CMCN 4.0, cách tiếp cận này tạo điều kiện đánh giá toàn diện nền tảng tri thức hiện có và xây dựng thêm những khái niệm, khung phân tích mới [4]. Nhờ đó, bài viết không chỉ tổng hợp các kết quả nghiên cứu trước đây mà còn đề xuất được cách nhìn nhận mới, đóng góp vào việc mở rộng cơ sở lý thuyết về phát triển KCN trong thời đại công nghiệp 4.0

2. Một số khái niệm liên quan

CMCN 4.0 được đặc trưng bởi sự hội tụ của các công nghệ số, kết nối vạn vật và trí tuệ nhân tạo trong sản xuất. Trong lĩnh vực phát triển KCN, CMCN 4.0 tạo ra mô hình “KCN thông minh”, nơi hệ thống cảm biến và IoT được triển khai để tự động thu thập dữ liệu, quản lý hạ tầng và dây chuyền sản xuất một cách tối ưu mà ít cần sự can thiệp của con người. Cùng với đó, xu hướng phát triển bền vững thúc đẩy hình thành các KCN sinh thái, tích hợp sản xuất và bảo vệ môi trường theo nguyên tắc kinh tế tuần hoàn.

CMCN 4.0 được đặc trưng bởi sự hội tụ của các công nghệ số, kết nối vạn vật và trí tuệ nhân tạo trong sản xuất. Trong lĩnh vực phát triển KCN, CMCN 4.0 tạo ra mô hình “KCN thông minh”, nơi hệ thống cảm biến và IoT được triển khai để tự động thu thập dữ liệu, quản lý hạ tầng và dây chuyền sản xuất một cách tối ưu mà ít cần sự can thiệp của con người. Cùng với đó, xu hướng phát triển bền vững thúc đẩy hình thành các KCN sinh thái, tích hợp sản xuất và bảo vệ môi trường theo nguyên tắc kinh tế tuần hoàn.

2.1. Khái niệm khu công nghiệp xanh

KCN xanh là mô hình KCN được thiết kế và vận hành nhằm giảm thiểu tối đa tác động tiêu cực tới môi trường, tiết kiệm năng lượng và tài nguyên, đồng thời tạo môi trường làm việc an toàn, thân thiện cho người lao động [6]. Một

KCN xanh thường áp dụng công nghệ sạch, năng lượng tái tạo, giảm phát thải khí nhà kính và quản lý chất thải hiệu quả. Ngoài ra, mô hình này khuyến khích sự hợp tác giữa các doanh nghiệp trong việc tái sử dụng tài nguyên, chia sẻ hạ tầng và thực hiện cộng sinh công nghiệp hướng đến phát triển bền vững [6].

Khái niệm “KCN xanh” thường gắn liền với xu hướng phát triển eco-industrial park (KCN sinh thái). Theo định nghĩa của EIP Handbook (UNIDO), một KCN xanh/sinh thái là một cộng đồng các doanh nghiệp sản xuất và dịch vụ cùng tọa lạc trên một địa bàn, cùng hợp tác nâng cao hiệu quả môi trường và kinh tế thông qua quản lý chung các vấn đề về môi trường và tài nguyên [7]. Nói cách khác, các thành viên trong KCN cam kết giảm chất thải, ô nhiễm, chia sẻ hiệu quả các nguồn lực (thông tin, nguyên vật liệu, nước, năng lượng, hạ tầng) và hướng tới phát triển bền vững, đồng thời gia tăng lợi ích kinh tế cũng như cải thiện chất lượng môi trường.

Nhiều tổ chức quốc tế coi mô hình KCN sinh thái là trụ cột của chiến lược công nghiệp xanh, nhấn mạnh cả yếu tố môi trường lẫn liên kết cộng đồng. Tại Việt Nam, phong trào phát triển KCN xanh được xem như động lực mới cho tăng trưởng bền vững, gắn với mục tiêu đạt phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 [6]. Các chuyên gia nhận định KCN xanh không chỉ bảo vệ môi trường mà còn tạo lợi thế cạnh tranh, thu hút dòng vốn đầu tư chất lượng cao quan tâm tới các tiêu chí ESG (Môi trường, Xã hội, Quản trị) [8]. Tuy nhiên, hiện vẫn chưa có định nghĩa hoàn toàn thống nhất về KCN xanh; nhìn chung KCN xanh được hiểu là những KCN thân thiện với môi trường, đáp ứng các tiêu chuẩn bền vững, từ tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải đến có tỷ lệ không gian xanh cao và quản lý đạt chứng nhận môi trường [8].

2.2. Khu công nghiệp sinh thái (Eco-Industrial Park)

KCN sinh thái (Eco-Industrial Park – EIP) được định nghĩa là một cộng đồng các doanh nghiệp sản xuất và dịch vụ cùng tọa lạc trong một khu vực địa lý nhất định, hợp tác nhằm giảm thiểu tác động môi trường, gia tăng lợi ích kinh

tế và nâng cao phúc lợi xã hội [9]. Theo Gibbs và Deutz (2005) cũng như Côté và Cohen-Rosenthal (1998), đặc trưng cốt lõi của EIP là sự trao đổi chất thải, năng lượng và các phụ phẩm giữa các doanh nghiệp, qua đó chất thải của đơn vị này trở thành nguyên liệu đầu vào cho đơn vị khác, phản ánh nguyên tắc cộng sinh công nghiệp và mô phỏng hệ sinh thái tự nhiên [10, 11]. Các EIP thường được thiết kế với hạ tầng dùng chung, bao gồm nước, năng lượng, nguyên liệu, giao thông và logistics, đòi hỏi sự phối hợp chặt chẽ giữa doanh nghiệp, cộng đồng và chính quyền địa phương để vận hành hiệu quả. Quá trình hình thành EIP có thể theo hướng “từ trên xuống” thông qua quy hoạch và chính sách, “từ dưới lên” dựa trên hợp tác tự nguyện của doanh nghiệp, hoặc “từ trung gian” với sự kết hợp cả hai cách tiếp cận [10]. Vai trò của EIP không chỉ dừng lại ở việc tiết kiệm tài nguyên và giảm phát thải mà còn thúc đẩy đổi mới xanh, nâng cao năng lực cạnh tranh, cải thiện chất lượng sống của cộng đồng địa phương và góp phần thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs) bằng cách kết hợp hài hòa lợi ích kinh tế, môi trường và xã hội [9, 10].

2.3. Khu công nghiệp thông minh (Smart Industrial Park)

KCN thông minh là KCN thông minh (Smart Industrial Park) tích hợp các công nghệ thông tin và truyền thông (ICT) tiên tiến cùng hạ tầng thông minh để cung cấp dịch vụ hiệu quả, bảo đảm tính bền vững và thúc đẩy tăng trưởng dựa trên đổi mới sáng tạo cho các doanh nghiệp trong khu [12]. KCN thông minh được đặc trưng bởi việc triển khai hạ tầng số, sử dụng dữ liệu lớn (big data) và Internet vạn vật (IoT) cho giám sát theo thời gian thực, bảo trì dự đoán và quản lý tài nguyên hiệu quả [13]. Cùng với sự phát triển của các KCN thông minh, nhiều nghiên cứu đã đồng thuận rằng sự hợp tác trong các KCN thông minh đóng vai trò then chốt trong việc thúc đẩy phát triển bền vững [14, 15].

Nhân lực vận hành trong mô hình này được tinh giản; con người chủ yếu đảm nhận vai trò giám sát hệ thống và giải quyết những tình huống phức tạp vượt ngoài khả năng của máy móc.

Toàn bộ KCN được “số hóa”, cho phép người quản lý thậm chí có thể điều khiển từ xa nhiều hoạt động chỉ bằng các thiết bị thông minh. Những ưu điểm này giúp KCN thông minh nâng cao đáng kể hiệu suất sản xuất và tiết kiệm chi

phí (nhờ giảm lao động trực tiếp, giảm thời gian ngừng máy, tối ưu sử dụng năng lượng), đồng thời tạo môi trường làm việc hiện đại, an toàn hơn cho người lao động.

Bảng 1. So sánh các mô hình KCN dựa trên một số tiêu chí

Tiêu chí	Khu CN xanh	Khu CN sinh thái	Khu CN thông minh
Mục tiêu trọng tâm	Bền vững môi trường song song với phát triển kinh tế; giảm thiểu ô nhiễm, tiết kiệm tài nguyên [8].	Tối ưu hoá hệ sinh thái công nghiệp thông qua hợp tác giữa các doanh nghiệp để giảm chất thải và sử dụng hiệu quả mọi nguồn lực.	Nâng cao hiệu suất và tính tự động hóa trong sản xuất thông qua chuyển đổi số và công nghệ cao; tăng kết nối & minh bạch hệ thống [10].
Chiến lược chính	Tích hợp yếu tố xanh từ khâu quy hoạch (không gian xanh, hạ tầng thân thiện môi trường) [6]. Áp dụng công nghệ sạch, năng lượng tái tạo; quản lý chất thải tiên tiến [6]. Có thể thực hiện cộng sinh công nghiệp nếu điều kiện phù hợp (gần giống Eco-IP)[8].	Thiết lập mạng lưới cộng sinh công nghiệp: trao đổi năng lượng, nước, phụ phẩm giữa các xí nghiệp. Dùng chung hạ tầng xử lý môi trường, logistics; quản trị KCN theo chuẩn bền vững (ISO 14001, 50001,...). Liên kết với cộng đồng địa phương (về lao động, trách nhiệm XH).	Số hoá toàn bộ hoạt động KCN: cảm biến IoT giám sát mọi khâu, dữ liệu thời gian thực về trung tâm. Tự động hóa: AI điều khiển máy móc, dự báo sự cố; robot hỗ trợ sản xuất, logistics không người lái. Kết nối các hệ thống (sản xuất, an ninh, năng lượng) trên nền tảng số để quản lý tập trung.
Lợi ích mang lại	Cải thiện đáng kể chất lượng môi trường (giảm phát thải, nước thải sạch hơn) [8]. Nâng cao sức khỏe và điều kiện làm việc cho người lao động và cộng đồng xung quanh. Thu hút nhà đầu tư quan tâm đến phát triển bền vững; tăng uy tín thương hiệu KCN.	Giảm chi phí nguyên nhiên liệu nhờ tận dụng phế phẩm; giảm chi phí xử lý chất thải cho từng doanh nghiệp. Tổng phát thải và chất thải giảm mạnh so với KCN thường (do tuần hoàn nội bộ). Tạo cộng đồng doanh nghiệp gắn kết, học hỏi lẫn nhau; cải thiện.	Tăng năng suất và hiệu quả vận hành (giảm thời gian chết, hạn chế lỗi nhờ tự động hóa). Giảm phụ thuộc lao động thủ công, khắc phục tình trạng thiếu lao động kỹ năng thấp. Minh bạch dữ liệu, ra quyết định nhanh; hấp dẫn nhà đầu tư công nghệ cao, nâng tầm chuỗi cung ứng (đáp ứng tiêu chí 4.0 và carbon thấp).

Nguồn: [8-11].

2.4. Khái niệm mô hình “Nhà máy học tập” (Learning Factory Model)

Nhà máy học tập (Learning Factory) là một mô hình nhà máy mô phỏng nhưng chân thực, được thiết kế dành cho mục đích đào tạo và nghiên cứu kỹ thuật. Mô hình này tạo ra một môi trường sản xuất thực tế nơi học viên có thể tiếp cận trực tiếp quy trình và điều kiện của một nhà máy hiện đại, qua đó thực hành các bài học lý thuyết ngay trong bối cảnh sản xuất thực tiễn. Về bản chất, learning factory kết hợp hài hòa giữa

thế giới học thuật và môi trường công nghiệp: học viên vừa học lý thuyết, vừa tham gia học không chính quy và tự học qua thực hành ngay tại chỗ.

Theo CIRP (Hội đồng Sản xuất Quốc tế), một Nhà máy học tập bao gồm quy trình sản xuất thực tế, nhiều trạm công việc liên kết theo chuỗi giá trị thực, tạo ra sản phẩm vật lý hoàn chỉnh, đồng thời tích hợp khung giảng dạy kết hợp giữa học chính quy, không chính quy và tự học ngay tại chỗ [16]. Nói cách khác, học viên trong nhà máy học tập được trải nghiệm mọi khâu của dây

chuyên sản xuất thực (từ thiết kế, vận hành máy móc đến quản lý chất lượng), trong khi vẫn có sự hướng dẫn sự phạm bài bản để rút ra kiến thức và kỹ năng.

Trong bối cảnh CMCN 4.0, người lao động không chỉ cần tay nghề vận hành, mà còn phải có năng lực tư duy hệ thống, làm việc với công nghệ số, và cải tiến liên tục. Learning factory được coi là giải pháp then chốt để phát triển những năng lực này. Thông qua môi trường học tập trải nghiệm, học viên (có thể là sinh viên kỹ thuật, công nhân kỹ thuật hay kỹ sư) vừa rèn kỹ năng chuyên môn, vừa nâng cao kỹ năng mềm trong bối cảnh như tại nhà máy thật. Các nghiên cứu cho thấy learning factory có thể giúp tăng cường đáng kể hiệu quả đào tạo kỹ sư và công nhân cho nền sản xuất thông minh.

Abele và cộng sự (2015) mô tả nhiều “nhà máy học tập” tại Đức đã cho phép sinh viên tham gia sản xuất những sản phẩm hoàn chỉnh (như lắp ráp máy móc, sản xuất linh kiện) dưới sự giám sát của giảng viên, qua đó hiểu sâu sắc nguyên lý kỹ thuật và cải thiện kỹ năng thực hành [16]. Bên cạnh đào tạo, mô hình này còn phục vụ hoạt động nghiên cứu. Các nhà khoa học có thể thử nghiệm triển khai công nghệ mới trong môi trường nhà máy học tập trước khi áp dụng vào sản xuất thực tế. Nhờ tính linh hoạt vừa như xưởng sản xuất, vừa là phòng thí nghiệm, nhà máy học tập trở thành nền tảng để phát triển và đưa các cải tiến công nghệ vào doanh nghiệp.

Song song với xu hướng trên, vấn đề nguồn nhân lực trở thành yếu tố then chốt quyết định thành công của quá trình chuyển đổi KCN trong bối cảnh CMCN 4.0 và tương lai hướng tới Công nghiệp 5.0 đều nhấn mạnh vai trò trung tâm của con người trong hệ thống sản xuất thông minh. Người lao động được kỳ vọng sẽ đảm nhiệm những công việc sáng tạo, giá trị gia tăng cao, phối hợp với robot và hệ thống tự động, trong khi các thao tác lặp lại, nguy hiểm sẽ do máy móc thực hiện. Điều này đòi hỏi lực lượng công nhân phải có kỹ năng số, tư duy phân biện và năng lực đổi mới liên tục. Điều này đặt ra nhu cầu phát triển mô hình đào tạo mới để nâng cao kỹ năng cho người lao động trong môi trường sản xuất thông minh.

3. Một số xu hướng chuyển đổi mô hình khu công nghiệp trong thời đại 4.0

Trong bối cảnh cuộc CMCN 4.0, các KCN tại Việt Nam đang chuyển dịch theo hướng hiện đại hóa, thông minh hóa và phát triển bền vững. Xu hướng này thể hiện qua việc tích hợp công nghệ số vào quản lý hạ tầng, xúc tiến đầu tư, giám sát môi trường và hỗ trợ doanh nghiệp chuyển đổi số. Nhiều địa phương đã tiên phong phát triển các KCN thông minh, sinh thái và công nghệ cao, đáp ứng yêu cầu của các ngành công nghiệp hiện đại như điện tử, tự động hóa, và công nghệ thông tin. Bên cạnh đó, việc số hóa quy trình hành chính và xây dựng hệ sinh thái đầu tư minh bạch, kết nối đã giúp nâng cao năng lực cạnh tranh của các KCN, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho thu hút vốn FDI chất lượng cao. Xu hướng này phản ánh chiến lược của Việt Nam trong việc gắn kết phát triển công nghiệp với chuyển đổi số quốc gia và tăng trưởng xanh.

- *Chuyển đổi sang mô hình các khu công nghệ cao*: bên cạnh các KCN đa ngành truyền thống, các KCN theo định hướng công nghệ cao, chuyên sâu, bền vững đang dần được các đơn vị phát triển chú trọng nghiên cứu và đầu tư trong những năm gần đây. Theo nghiên cứu của HOUSELINK (2024) dựa trên cơ sở dữ liệu các KCN mới chuẩn bị triển khai, loại hình KCN đa ngành vẫn chiếm tỉ trọng lớn (chiếm khoảng 53%) song, các loại hình KCN khác cũng đang được chú trọng hình thành. Trong đó, KCN phát triển theo định hướng công nghệ cao chiếm 23%, KCN sạch chiếm 17%, KCN hỗ trợ chiếm 5% và KCN sinh thái chiếm 3%. Ngoài ra các KCN chuyên ngành dành riêng cho các ngành nghề đặc biệt chú trọng phát triển như Dược phẩm -Y tế, bán dẫn cũng đang được các đơn vị phát triển KCN đặc biệt quan tâm và lên kế hoạch phát triển thí điểm. Hiện có một số khu CNC trọng điểm như Khu công nghệ cao Hòa Lạc (Hà Nội), Khu công nghệ cao Đà Nẵng và Khu công nghệ cao thành phố Hồ Chí Minh. Các khu này tập trung vào các lĩnh vực như công nghệ sinh học, vi điện tử, tự động hóa, vật liệu mới, công nghệ thông tin và môi trường, thu hút sự đầu tư của các doanh nghiệp trong và ngoài nước.

- *Chuyển đổi sang mô hình khu công nghệ sinh thái*: mô hình KCN sinh thái tại Việt Nam bắt đầu triển khai từ năm 2014. Trong giai đoạn này, Tổ chức Phát triển công nghiệp Liên Hợp quốc tại Việt Nam (UNIDO) cùng Bộ Kế hoạch và Đầu tư đã phối hợp xây dựng 3 KCN sinh thái tại các tỉnh Ninh Bình, Đà Nẵng và Cần Thơ. Tính tới hết năm 2023, Việt Nam chỉ có khoảng 7 KCN sinh thái đang được thí điểm ở các tỉnh như Đà Nẵng, Hải Phòng, Thành phố Hồ Chí Minh,... Hiện nay, KCN Nam Cầu Kiền (Thủy Nguyên) với diện tích hơn 260 ha, là một trong những KCN sinh thái theo mô hình kinh tế tuần hoàn đầu tiên tại Việt Nam, kết hợp phát triển công nghiệp với bảo vệ môi trường, hướng tới hài hoà lợi ích của các bên liên quan thông qua các khía cạnh ESG (Môi trường – xã hội – quản trị) [17].

Định hướng phát triển KCN sinh thái tại Việt Nam đã được thể hiện rõ trong Nghị định 82/2018/NĐ-CP ngày 22/05/2018. Nội dung của nghị định chính là nhà nước luôn khuyến khích và hỗ trợ tối đa để các tổ chức thành lập mới hoặc chuyển đổi KCN sang hoạt động theo mô hình KCN sinh thái. Việc triển khai mô hình KCN sinh thái chính là thực hiện Chiến lược quốc gia về Tăng trưởng xanh giai đoạn 2021 - 2030, các cam kết trong thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững. Trong bối cảnh CMCN 4.0, việc chuyển đổi các KCN truyền thống sang mô hình KCN sinh thái tại Việt Nam không chỉ là xu thế tất yếu nhằm giảm thiểu tác động môi trường mà còn là yêu cầu cấp thiết để nâng cao năng lực cạnh tranh, đáp ứng các tiêu chuẩn sản xuất xanh và tuần hoàn trong chuỗi cung ứng toàn cầu. Các công nghệ số như IoT, AI, dữ liệu lớn và hệ thống giám sát thông minh giúp tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên, thúc đẩy mô hình cộng sinh công nghiệp và kiểm soát vòng đời sản phẩm. Tại Việt Nam, định hướng này đã được thể hiện rõ trong Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021–2030, tầm nhìn đến năm 2050, và Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện sản xuất và tiêu dùng bền vững đến năm 2030. Đồng thời, theo Thông tư 01/2021/TT-BKHĐT hướng dẫn phát triển KCN sinh thái, Nhà nước đã khuyến khích ứng dụng công nghệ số và kết nối

chuỗi giá trị xanh giữa các doanh nghiệp trong khu. Việc chuyển đổi sang KCN sinh thái gắn liền với yêu cầu tái cấu trúc mô hình sản xuất – tiêu dùng, quản trị môi trường và phát triển bền vững trong kỷ nguyên số [18].

- *Chuyển đổi sang mô hình KCN thông minh*: các KCN đang chuyển dịch từ mô hình truyền thống sang mô hình thông minh, tích hợp công nghệ số trong quản lý, vận hành và sản xuất. KCN thông minh có thể hiểu là một chuỗi các nhà xưởng thông minh sử dụng các công nghệ tiên tiến và có mối quan hệ mật thiết với nhau. Khả năng lớn nhất mà mô hình KCN này mang lại chính là khả năng hiển thị và kết nối. Nơi đây, quy trình làm việc được tự động hóa, phần lớn máy móc sẽ tự thực hiện các công việc đơn giản mà không cần đến sự tham gia của con người. Tại khu công nghiệp thông minh, mọi thứ sẽ được gắn cảm biến và thiết bị IoT (Internet of Thing). Bộ đôi này sẽ cho phép doanh nghiệp nắm được tình trạng, quá trình vận hành của thiết bị. Đi cùng với đó là trí thông minh nhân tạo sẽ nghiên cứu và tổng hợp để đưa ra những lời khuyên, tự động sửa chữa sai sót của trang thiết bị.

Một điểm nữa để nhận dạng KCN thông minh chính là nhân công lao động. Số người cần để vận hành mô hình này là rất ít. Mọi thứ đã được máy tính, hệ thống AI giải quyết nhanh chóng và tự động. Thay vì trực tiếp sản xuất, công việc của con người nay chỉ là điều khiển và vận hành hệ thống, kiểm tra những vấn đề phát sinh. Bên cạnh đó con người còn có nhiệm vụ tập trung giải quyết những vấn đề phức tạp nằm ngoài khả năng của máy tính [19]. Hiện nay, tại Việt Nam, một số KCN đang được quy hoạch và phát triển theo mô hình KCN thông minh, tập trung ở các địa phương có nền công nghiệp phát triển mạnh và định hướng chuyển đổi số rõ rệt. Tại Bắc Ninh, ROX iPark là một trong những điển hình tiêu biểu với hệ sinh thái KCN tích hợp công nghệ số trong quản lý, vận hành và kết nối chuỗi cung ứng thông minh (Diễn đàn Doanh nghiệp, 2023) [20]. Ở Thành phố Hồ Chí Minh, KCN Hiệp Phước cũng đang từng bước số hóa hệ thống giám sát môi trường, tự động hóa quy trình vận hành và hỗ trợ doanh nghiệp chuyển đổi sang mô hình sản xuất thông minh [21]. Bên

cạnh đó, các KCN như VSIP (Bình Dương, Bắc Ninh, Hải Phòng) và DEEP C (Hải Phòng) cũng đã tích hợp các giải pháp công nghệ tiên tiến như Internet vạn vật (IoT), hệ thống năng lượng tái tạo và nền tảng quản trị thông minh để hướng tới mô hình phát triển bền vững và thân thiện môi trường [22]. Các mô hình này không chỉ nâng cao năng lực cạnh tranh, thu hút đầu tư mà còn tạo nền tảng để Việt Nam tiếp cận sâu hơn với cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Các mô hình KCN tích hợp đang ngày càng phổ biến, đặc biệt trong các dự án mới, hướng đến tạo lập hệ sinh thái công nghiệp đồng bộ, bao gồm khu sản xuất, khu ở cho công nhân và chuyên gia, hệ thống logistic, dịch vụ thương mại và giáo dục.

Khi chuyển đổi từ mô hình KCN cũ sang các mô hình KCN mới như công nghệ cao, sinh thái và thông minh, người lao động cũng phải đối mặt với những áp lực trong quá trình làm việc.

Đối với mô hình KCN công nghệ cao, công nhân phải chịu áp lực nâng cao trình độ tay nghề do phần lớn chưa đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật hiện đại. Việc thiếu kỹ năng công nghệ mới không chỉ khiến họ dễ bị thay thế bởi lao động bên ngoài mà còn làm gia tăng khoảng cách trình độ giữa các nhóm lao động. Đồng thời, môi trường làm việc trong các KCN công nghệ cao có xu hướng khắt khe và đặt ra yêu cầu năng suất cao, dẫn đến tình trạng cạnh tranh nội bộ gay gắt, đặc biệt với sự hiện diện của KPI và công nghệ giám sát. Người lao động lớn tuổi tỏ ra lo lắng trước nguy cơ bị đào thải nếu không kịp thích ứng. Ngoài ra, công nhân còn phải làm quen với văn hóa làm việc mới mang tính chuyên nghiệp và tiêu chuẩn hóa cao hơn, đòi hỏi khả năng làm việc nhóm, kỹ năng mềm và sự tự chủ thấp hơn trong sản xuất.

Trong khi đó, mô hình KCN sinh thái lại gây ra những thay đổi đáng kể trong thói quen sinh hoạt và làm việc của công nhân. Việc tuân thủ nghiêm ngặt các quy chuẩn môi trường, từ phân loại rác, kiểm soát tiếng ồn đến xử lý chất thải, là điều không dễ dàng đối với những thói quen lao động cũ. Chi phí sinh hoạt và tái định cư cũng tăng cao khi quy hoạch lại nhà ở và thiết lập các khu đô thị sinh thái, trong khi phần lớn công nhân chưa đủ điều kiện tài chính để thích nghi

với môi trường sống "xanh", đồng thời thiếu sự hỗ trợ từ phía doanh nghiệp. Ngoài ra, những quy định và huấn luyện liên quan đến an toàn môi trường tạo ra áp lực tâm lý, đặc biệt đối với nhóm lao động lớn tuổi vốn gặp khó khăn trong tiếp cận các thiết bị mới thân thiện với môi trường.

Với mô hình KCN thông minh, công nhân phải đối mặt với thách thức thích nghi với số hóa và tự động hóa. Sự thay thế lao động tay chân bằng robot và phần mềm khiến nhiều vị trí bị xóa bỏ, trong khi công nhân lại thiếu kỹ năng vận hành công cụ số và không được đào tạo đầy đủ. Hệ thống giám sát thời gian thực làm gia tăng áp lực khi quyền riêng tư bị thu hẹp và hiệu suất làm việc bị công khai, khiến nhiều người cảm thấy bị theo dõi liên tục. Đặc biệt, việc số hóa quy trình giao tiếp làm suy giảm các tương tác trực tiếp, khiến công nhân cảm thấy cô lập, nhất là những người lớn tuổi vốn quen với hình thức trao đổi truyền thống.

Quá trình chuyển đổi mô hình KCN, dù cần thiết cho phát triển bền vững và hiện đại hóa, đã và đang tạo ra nhiều áp lực đa chiều đối với lực lượng lao động. Những áp lực này không chỉ dừng ở việc nâng cao kỹ năng nghề mà còn liên quan đến văn hóa làm việc, điều kiện sống và sức khỏe tinh thần của công nhân. Trong bối cảnh đó, việc xây dựng các chính sách hỗ trợ phù hợp từ đào tạo chuyển tiếp, hỗ trợ sinh hoạt, nhà ở, đến các chương trình tạo kết nối xã hội trong môi trường số hóa là điều cấp thiết để đảm bảo quá trình chuyển đổi diễn ra một cách công bằng và bền vững.

Nhìn chung, CMCN 4.0 đang thúc đẩy mạnh mẽ quá trình chuyển đổi mô hình KCN. Những xu hướng như phát triển KCN thông minh, KCN sinh thái và ứng dụng chuyển đổi số giúp KCN Việt Nam tiến gần hơn tới chuẩn mực quốc tế về hiệu quả và bền vững. Tuy nhiên, đi đôi với thay đổi về công nghệ và mô hình phát triển là áp lực thích ứng đối với lực lượng lao động. Môi trường KCN hiện đại đòi hỏi người công nhân phải đổi mới kỹ năng, nâng cao tay nghề và thích ứng nhanh với công nghệ mới để đáp ứng yêu cầu sản xuất và quản lý. Đây chính là thách thức trọng tâm mà các doanh nghiệp KCN và nhà quản lý cần giải quyết trong giai đoạn hiện nay.

4. Mô hình “Nhà máy học tập” trong phát triển nhân lực khu công nghiệp

Hiện nay, Chính phủ và doanh nghiệp đang đề cao mục tiêu bền vững, lấy con người làm trung tâm và tăng cường khả năng thích ứng. Trong bối cảnh này, vai trò của người lao động được kỳ vọng sẽ thay đổi căn bản. Thay vì thực hiện các công việc đơn điệu, lặp lại, người lao động sẽ đảm nhiệm những nhiệm vụ sáng tạo, có giá trị gia tăng cao. Công nhân trong cần có kiến

thức chuyên môn sâu, tư duy phản biện và năng lực đổi mới, đồng thời đóng vai trò quản lý và phối hợp với hệ thống robot, thiết bị tự động. Các công việc nguy hiểm, nhàm chán sẽ được giao cho robot (bao gồm robot tự động và robot cộng tác), giúp con người tập trung vào những nhiệm vụ đòi hỏi trí tuệ và kỹ năng cao hơn. Như vậy, người lao động trong ngành sản xuất trở thành lực lượng sáng tạo cốt lõi, có khả năng điều khiển, giám sát quá trình sản xuất thông minh và tham gia cải tiến liên tục.

Bảng 2. Bốn dạng thức chính của mô hình Nhà máy học tập

TT	Dạng thức Nhà máy học tập	Mô tả	Mục tiêu
1	Định hướng công nghệ	Mô hình học tập mô phỏng theo quy trình sản xuất thực tiễn, tích hợp các công nghệ hiện đại như Internet vạn vật công nghiệp (IIoT), trí tuệ nhân tạo, hệ thống sản xuất linh hoạt.	Tăng cường năng lực tiếp cận công nghệ sản xuất tiên tiến, phục vụ chuyển đổi số trong lĩnh vực công nghiệp.
2	Định hướng nâng cao tay nghề cho công nhân	Mô hình đào tạo được thiết kế phù hợp với các nhóm lao động yếu thế, lao động phổ thông hoặc lao động tại các doanh nghiệp nhỏ và vừa (SMEs).	Tạo điều kiện tiếp cận công bằng tới cơ hội học tập, giảm bất bình đẳng kỹ năng trong khu công nghiệp.
3	Nhà máy học tập trong KCN sinh thái	Kết hợp đào tạo với thực hành sản xuất xanh, hướng đến mô hình kinh tế tuần hoàn và phát triển bền vững.	Trang bị kỹ năng “xanh” cho lực lượng lao động nhằm đáp ứng yêu cầu chuyển đổi sinh thái – xã hội trong công nghiệp.
4	Kết hợp nhà máy – trường nghề	Mô hình hợp tác giữa nhà máy sản xuất và trường dạy nghề: công nhân vừa học lý thuyết tại trường, vừa thực hành trong dây chuyền sản xuất thực tế.	Cung cấp lao động lành nghề, giảm chi phí tuyển dụng, tăng gắn kết giữa giáo dục đào tạo và nhu cầu sản xuất của doanh nghiệp.

Nguồn: Tổng hợp từ [23, 24].

Trong điều kiện tại Việt Nam, việc xây dựng mô hình Nhà máy học tập cần được thí điểm ở các doanh nghiệp có nhiều hoạt động R&D. Tại đó, sự tham gia của đội ngũ nhân lực khoa học công nghệ và nhóm công nhân trình độ tay nghề cao cần được ưu tiên nhằm góp phần cải tiến, đổi mới công nghệ cả về chiều rộng và chiều sâu, đặc biệt là tạo ra các ý tưởng, giải pháp công nghệ mới. Việc xây dựng môi trường học tập ngay trong doanh nghiệp sẽ tạo điều kiện cho công nhân áp dụng và thực hành công nghệ gắn với chuyên môn của họ. Nói cách khác, tạo ra các môi trường học tập về công nghệ trong doanh nghiệp chính là giải pháp kết nối mục tiêu phát triển năng lực tiếp cận, làm chủ công nghệ của

người lao động với mục tiêu đổi mới công nghệ, nâng cao năng suất của doanh nghiệp.

Để triển khai hiệu quả mô hình này, không chỉ cần sự nhận thức và cam kết từ lãnh đạo doanh nghiệp, mà còn cần phát huy vai trò của công đoàn trong việc vận động, giải thích và khích lệ công nhân tham gia các hoạt động học tập tại doanh nghiệp. Phương pháp “learning by doing” (học qua làm) là cốt lõi của mô hình Nhà máy học tập. Trong mỗi buổi thực hành, công nhân được giao các tình huống lỗi hoặc sự cố điển hình để tự tìm hiểu nguyên nhân, sử dụng phần mềm chẩn đoán, điều chỉnh thông số máy hoặc áp dụng quy trình bảo trì nhanh. Giảng viên chỉ đóng vai trò cố vấn và chỉ can thiệp khi thực

sự cần thiết, nhằm khuyến khích tư duy phản biện và khả năng tự chủ của người học trong vận hành công nghệ. Bên cạnh đó, việc thu thập dữ liệu quá trình thực hành cho phép đánh giá năng lực người lao động thông qua các chỉ số như thời gian xử lý, tỷ lệ lỗi, mức độ tuân thủ quy trình; từ đó xây dựng lộ trình đào tạo cá nhân hóa phù

hợp cho từng công nhân trong giai đoạn tiếp theo. Để đánh giá toàn diện tính khả thi của việc áp dụng mô hình Nhà máy học tập tại Việt Nam, nhóm nghiên cứu đã tiến hành phân tích SWOT (điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức) dựa trên bối cảnh các KCN hiện nay như sau:

Bảng 3. Phân tích SWOT mô hình Nhà máy học tập và điều kiện áp dụng ở Việt Nam

Điểm mạnh	Điểm yếu
Đào tạo thực hành sát với quy trình sản xuất thực tế, phù hợp với cách học phổ biến hiện nay của công nhân Việt Nam (học tại chỗ) nên nâng cao hiệu quả tiếp thu kiến thức. Mô hình tăng cường tương tác và trải nghiệm thực tế cho người học, giúp nâng cao hiệu quả đào tạo. Đáp ứng nhu cầu nâng cao kỹ năng công nghệ số cho công nhân, một nhu cầu ngày càng cấp thiết trong bối cảnh các doanh nghiệp Việt Nam chuyển đổi sang số hóa. Kết nối chặt chẽ doanh nghiệp với hoạt động đào tạo thực tiễn, khai thác tiềm năng hợp tác giữa doanh nghiệp và các trung tâm đào tạo vốn còn nhiều dư địa phát triển tại Việt Nam. Góp phần cải thiện năng suất và chất lượng lao động, qua đó giúp doanh nghiệp Việt Nam nâng cao năng lực cạnh tranh trên thị trường quốc tế.	Chi phí đầu tư ban đầu cao. Nhiều doanh nghiệp nhỏ và vừa gặp khó khăn về tài chính để xây dựng mô hình này. Thiếu nguồn nhân lực đào tạo chuyên sâu. Đội ngũ giảng viên và kỹ thuật viên am hiểu công nghệ số trình độ cao còn hạn chế, đặc biệt tại các địa phương ngoài trung tâm. Khó mở rộng nhanh. Việt Nam có nhiều KCN với điều kiện hạ tầng và quy mô khác nhau, gây khó khăn trong việc triển khai đồng bộ mô hình trên diện rộng. Nhận thức chưa đầy đủ. Nhiều doanh nghiệp và công nhân chưa hiểu rõ lợi ích của mô hình đào tạo thực hành mới, dẫn đến khó khăn trong việc thu hút sự tham gia ban đầu.
Cơ hội	Thách thức
Nhà nước có nhiều chính sách và quỹ hỗ trợ phát triển nguồn nhân lực, thúc đẩy chuyển đổi số trong công nghiệp, tạo môi trường thuận lợi để triển khai mô hình. Doanh nghiệp Việt Nam đang chịu áp lực đổi mới công nghệ, đòi hỏi phải nâng cao trình độ công nhân nhanh chóng; điều này tạo động lực mạnh mẽ cho các chương trình đào tạo như Learning Factory. Hiện nay việc hình thành hệ sinh thái liên kết giữa doanh nghiệp với trường đại học, viện nghiên cứu và tổ chức quốc tế trong đào tạo nhân lực; mô hình Nhà máy học tập có thể tận dụng và thúc đẩy thêm các hợp tác này. Việc nâng cao kỹ năng số cho công nhân sẽ giúp doanh nghiệp trong nước tăng sức cạnh tranh cả ở thị trường trong nước lẫn quốc tế, nhất là trong bối cảnh hội nhập và yêu cầu sản xuất xanh, bền vững.	Lao động có kỹ năng cao dễ chuyển việc, gây khó khăn cho doanh nghiệp trong việc giữ chân nhân tài sau khi đã đào tạo. Công nghệ phát triển liên tục khiến việc cập nhật chương trình đào tạo và thiết bị trở nên khó khăn, dễ lạc hậu. Áp lực sản xuất tại các KCN khiến thời gian dành cho đào tạo bị hạn chế; doanh nghiệp khó sắp xếp cho công nhân vừa làm vừa học mà không ảnh hưởng tiến độ. Một bộ phận công nhân (đặc biệt là lao động di cư) còn e ngại thay đổi, thiếu chủ động và động lực tham gia các chương trình đào tạo nâng cao.

Nguồn: Kết quả nghiên cứu.

Mặc dù có những điểm yếu và thách thức nêu trên, việc triển khai mô hình Nhà máy học tập vẫn khả thi nếu có giải pháp phù hợp. Doanh

nh nghiệp và các cơ sở đào tạo cần đầu tư bài bản về cơ sở vật chất, đội ngũ giảng viên, đồng thời thiết lập cơ chế cập nhật chương trình huấn luyện

liên tục để bắt kịp công nghệ mới. Chi phí ban đầu cao có thể được giảm thiểu nhờ sự hỗ trợ chính sách từ Nhà nước, thúc đẩy các mô hình hợp tác công – tư và liên kết với các viện nghiên cứu, trường nghề quốc tế nhằm chia sẻ nguồn lực. Một cách tiếp cận hiệu quả là thành lập các trung tâm mô phỏng dùng chung, nơi nhiều doanh nghiệp cùng đóng góp và sử dụng, qua đó san sẻ chi phí đầu tư, đồng thời tạo ra cộng đồng thực hành và học hỏi lẫn nhau.

Về lâu dài, việc tích hợp mô hình Nhà máy học tập vào hệ sinh thái đào tạo nghề của ngành công nghiệp sẽ không chỉ nâng cao năng lực người lao động mà còn góp phần thu hẹp khoảng cách kỹ năng giữa các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài và doanh nghiệp trong nước, cũng như giữa các vùng miền. Khi công nhân được trang bị đầy đủ kiến thức và kỹ năng công nghệ, họ không chỉ trở thành lực lượng lao động linh hoạt, sẵn sàng tiếp nhận đổi mới, mà còn là nhân tố quan trọng thúc đẩy sáng kiến cải tiến và nâng cao sức cạnh tranh cho doanh nghiệp trên thị trường toàn cầu. Do đó, Learning Factory xứng đáng được xem là chìa khóa mở ra tương lai bền vững cho đào tạo nhân lực ngành sản xuất tại Việt Nam.

5. Kết luận và kiến nghị

5.1. Kết luận

Nghiên cứu đã làm rõ rằng dưới tác động của CMCN 4.0, các KCN Việt Nam đang chuyển mình theo hướng hiện đại hóa, với sự xuất hiện của những mô hình KCN thông minh, sinh thái và việc tăng cường ứng dụng công nghệ số trong quản lý. Những xu hướng này mang lại cơ hội lớn để nâng cao hiệu quả và sức cạnh tranh cho nền công nghiệp nước nhà, song cũng đặt ra thách thức không nhỏ về phát triển nguồn nhân lực. Kết quả khảo sát cho thấy phần đông doanh nghiệp KCN chưa chủ động chuẩn bị cho công nhân những kỹ năng cần thiết để thích ứng với chuyển đổi số. Trong khi đó, đại bộ phận lao động KCN hiện nay vẫn là lao động phổ thông, kỹ năng hạn chế, đứng trước nguy cơ bị đào thải nếu không được đào tạo lại. Điều này đòi hỏi một

chiến lược đồng bộ nhằm nâng cao chất lượng nhân lực trong các KCN, đảm bảo quá trình chuyển đổi KCN diễn ra thành công và bền vững.

5.2. Kiến nghị

Trên cơ sở các phân tích trên, nhóm nghiên cứu đề xuất một số kiến nghị chính sách và giải pháp như sau:

- Tăng cường vai trò của Nhà nước và các cấp quản lý: Nhà nước cần ban hành các chính sách khuyến khích doanh nghiệp đào tạo nhân lực một cách mạnh mẽ và cụ thể hơn. Ví dụ, có thể áp dụng ưu đãi thuế cho chi phí đào tạo công nhân, thành lập Quỹ phát triển kỹ năng nghề trong các KCN để hỗ trợ tài chính cho các chương trình đào tạo chung. Bên cạnh đó, cần sớm xây dựng khung năng lực quốc gia cho các kỹ năng trong thời đại 4.0 và thúc đẩy hệ sinh thái học tập suốt đời cho công nhân. Khi người lao động có thể học tập nâng cao kỹ năng một cách thường xuyên và được công nhận trình độ, họ sẽ chủ động hơn trong việc thích ứng với yêu cầu mới. Nhà nước cũng nên hoàn thiện khung pháp lý cho các mô hình KCN mới (như KCN sinh thái, KCN Xanh, KCN đổi mới sáng tạo) và mô hình đào tạo mới để tạo hành lang thuận lợi triển khai trên thực tế. Vai trò của Ban quản lý các KCN địa phương cũng cần được phát huy trong việc kết nối doanh nghiệp với cơ sở đào tạo, tổ chức các khóa tập huấn chung cho nhiều doanh nghiệp trong KCN.

- Hành động từ phía doanh nghiệp: Các doanh nghiệp trong KCN, đặc biệt là doanh nghiệp nội địa cần thay đổi tư duy, coi đầu tư phát triển nhân lực là đầu tư cho tương lai. Doanh nghiệp nên xây dựng kế hoạch đào tạo dài hạn gắn với lộ trình chuyển đổi công nghệ của mình, dành một tỷ lệ ngân sách thích hợp cho hoạt động đào tạo hàng năm. Cần chủ động phối hợp với các trường nghề, trung tâm đào tạo để thiết kế chương trình đào tạo phù hợp nhu cầu thực tế, thậm chí tham gia trực tiếp vào quá trình giảng dạy. Doanh nghiệp lớn có thể tiên phong xây dựng mô hình Nhà máy học tập nội bộ hoặc liên kết với các doanh nghiệp khác lập trung tâm đào tạo dùng chung. Ngoài ra, doanh nghiệp nên tạo động lực cho người lao động học tập bằng

cách gắn kết qua đào tạo với lộ trình thăng tiến, chế độ lương thưởng, qua đó khuyến khích công nhân tích cực trau dồi kỹ năng.

- Nâng cao năng lực cơ sở đào tạo và gắn kết với KCN: các trường cao đẳng, trung cấp nghề ở địa phương cần đổi mới chương trình đào tạo theo hướng cập nhật công nghệ hiện đại, tăng thời lượng thực hành và mời chuyên gia doanh nghiệp tham gia giảng dạy. Cơ sở đào tạo nên chủ động liên hệ với các doanh nghiệp trong KCN để nắm bắt nhu cầu kỹ năng, từ đó mở các lớp đào tạo ngắn hạn chuyên biệt. Song song, cần đào tạo và bồi dưỡng đội ngũ giảng viên của các trường nghề về kiến thức 4.0 để khắc phục tình trạng khoảng cách giữa lý thuyết và thực hành hiện nay.

- Vai trò của tổ chức công đoàn và người lao động: Tổ chức công đoàn tại các KCN cần tích cực hơn trong việc tuyên truyền, nâng cao nhận thức cho công nhân về CMCN 4.0. Công đoàn có thể phối hợp với doanh nghiệp tổ chức seminar, hội thảo nhỏ về chủ đề chuyển đổi số, qua đó giúp công nhân hiểu rõ thách thức và cơ hội, từ đó chủ động học tập. Đồng thời, công đoàn nên đại diện người lao động đề xuất với doanh nghiệp bố trí thời gian, hỗ trợ kinh phí học nghề cho công nhân, coi đó như một phúc lợi thiết thực. Về phía người lao động, mỗi công nhân cần tự nâng cao ý thức học hỏi, không ngừng rèn luyện kỹ năng mới thông qua các khóa đào tạo tại doanh nghiệp hoặc các kênh học trực tuyến, tự học. Trong bối cảnh công nghệ thay đổi nhanh, tinh thần học tập suốt đời là chìa khóa để người lao động giữ vững việc làm và phát triển sự nghiệp.

Tóm lại, quá trình chuyển đổi các KCN trong bối cảnh CMCN 4.0 sẽ không thể tách rời quá trình nâng cấp nguồn nhân lực. Việc kết hợp đồng bộ các giải pháp về chính sách, công nghệ và giáo dục đào tạo như trên sẽ giúp các KCN Việt Nam vừa bắt kịp xu thế phát triển thông minh, xanh, vừa xây dựng được đội ngũ lao động có kỹ năng cao, đáp ứng yêu cầu của cuộc cách mạng công nghiệp mới.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi nhiệm vụ khoa học và công nghệ năm 2023: “Nhận diện những biến đổi trong lối sống của công nhân Việt Nam sau dịch COVID-19 và hàm ý chính sách” của Đại học Quốc gia Hà Nội.

Tài liệu tham khảo

- [1] Ministry of Science and Technology, CSIRO, The Future of Vietnam's Digital Economy Towards 2030-2045, 2019 (in Vietnamese).
- [2] R. J. Torraco, Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples, Human Resource Development Review, Vol. 4, No. 3, 2005, pp. 356-367.
- [3] J. W. Creswell, Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Method Approaches, 2nd ed., Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 2002.
- [4] H. Snyder, Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines, Journal of Business Research, Vol. 104, 2019, pp. 333-339.
- [5] G. Wong, T. Greenhalgh, G. Westhorp, J. Buckingham, R. Pawson, RAMESES Publication Standards: Meta-Narrative Reviews, Journal of Advanced Nursing, Vol. 69, No. 5, 2013, pp. 987-1004.
- [6] iLotusLand, Green Industrial Parks: The Leading Sustainable Development Trend of 2024, <https://ilotusland.com/en/green-industrial-parks-the-leading-sustainable-development-trend-of-2024>, 2024 (accessed on: August 11th, 2025) (in Vietnamese).
- [7] United Nations Industrial Development Organization, EIP Implementation Handbook [PDF], <https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/UNIDO%20EIP%20Implementation%20Handbook%20-%20English.pdf> (accessed on: August 11th, 2025).
- [8] J. James, D. E. Dolly, M. Mathew, Design Concepts of Green and Sustainable Industrial Park, International Journal of Scientific Research & Engineering Trends, Vol. 6, No. 2, 2020, pp. 734-738.
- [9] S. Jarusen, P. Cheunkamon, The Sustainable Development of Eco-Industrial Parks Affecting the Satisfaction of the Map Ta Phut Industrial Estate Community, 2025.
- [10] P. Xiang, Y. Wang, H. Li, Can We Replicate Eco-Industrial Parks? Recommendations Based on a

- Process Model of EIP Evolution, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 236, 2019, pp. 117666.
- [11] D. Gibbs, P. Deutz, Implementing Industrial Ecology? Planning for Eco-Industrial Parks in the USA, *Geoforum*, Vol. 36, No. 4, 2005, pp. 452–464.
- [12] United Nations Industrial Development Organization, *International Guidelines for Industrial Parks: Inclusive and Sustainable Industrial Development*, 2019, https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/International_Guidelines_for_Industrial_Parks.pdf (accessed on: August 11th, 2025).
- [13] United Nations Industrial Development Organization, *Strategic Framework for Leveraging a New Generation of Industrial Parks and Zones for Inclusive and Sustainable Development*, 2018.
- [14] A. P. M. Velenturf, P. D. Jensen, Promoting Industrial Symbiosis: Using the Concept of Proximity to Explore Social Network Development, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 20, No. 4, 2016, pp. 700–709.
- [15] M. A. Martin, S. Harris, Prospecting the Sustainability Implications of an Emerging Industrial Symbiosis Network, *Resources, Conservation & Recycling*, Vol. 138, 2018, pp. 37–49.
- [16] E. Abele, J. Metternich, M. Tisch, G. Chrysosouris, W. Sihn, H. ElMaraghy, V. Hummel, F. Ranz, Learning Factories for Research, Education, and Training, *Procedia CIRP*, Vol. 32, 2015, pp. 1-6.
- [17] H. Nguyen, Eco-Industrial Parks: Enhancing Competitiveness Towards Sustainable Development, Ministry of Industry and Trade Information Portal, 2024, <https://moit.gov.vn/tin-tuc/phan-tien-cong-nghiep/khu-cong-nghiep-sinh-thai-tang-loi-the-canh-tranh-huong-toi-phan-tien-ben-vung.html> (accessed on: August 11th, 2025) (in Vietnamese).
- [18] Ministry of Planning and Investment, Circular No. 05/2025/TT-BKHDT Guiding the Development of Eco-Industrial Parks, Issued on January 24, 2025 (in Vietnamese).
- [19] VR360, Smart Industrial Parks, <https://vr360.com.vn/khu-cong-nghiep-thong-minh> (accessed on: August 11th, 2025) (in Vietnamese).
- [20] Business Forum Magazine, ROX iPark – Smart Industrial Park in the New Era, 2023, <https://diendandoanhnghiep.vn/rox-ipark-khu-cong-nghiep-thong-minh-trong-ky-nguyen-moi-10148681.html> (accessed on: August 11th, 2025) (in Vietnamese).
- [21] VR360, Smart Industrial Parks – An Inevitable Trend, 2023, <https://vr360.com.vn/khu-cong-nghiep-thong-minh> (accessed on: August 11th, 2025) (in Vietnamese).
- [22] Nhan Dan Newspaper, Promoting the Sustainable Development of Smart Industrial Parks, 2024, <https://nhandan.vn/thuc-day-phan-tien-khu-cong-nghiep-thong-minh-ben-vung-post851473.html> (accessed on: August 11th, 2025) (in Vietnamese).
- [23] Festo, Training Room in the Factory, Festo Web, 2025, https://www.festo.com/vn/vi/e/ve-festo/blog/insights/phong-hoc-trong-nha-may-id_28674/ (accessed on: August 11th, 2025).
- [24] UNIDO Knowledge Hub, Online Training Course on Eco-Industrial Parks, <https://hub.unido.org/training-modules-eco-industrial-parks> (accessed on: August 11th, 2025).