

TS. HÀ MINH HIỆP (Chủ biên)

# SẢN XUẤT THÔNG MINH

TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0



NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT

Chịu trách nhiệm xuất bản:  
Q. GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP  
PHẠM CHÍ THÀNH

Chịu trách nhiệm nội dung:  
PHÓ GIÁM ĐỐC - PHÓ TỔNG BIÊN TẬP  
TS. ĐỖ QUANG DŨNG

Biên tập nội dung: ThS. PHẠM THỊ KIM HUẾ  
TS. HOÀNG MẠNH THẮNG  
ThS. TRỊNH THỊ NGỌC QUỲNH  
BÙI BỘI THU  
Trình bày bìa: ĐƯỜNG HỒNG MAI  
Chế bản vi tính: LAN HƯƠNG  
Đọc sách mẫu: PHÒNG BIÊN TẬP KỸ THUẬT  
VIỆT HÀ

---

Số đăng ký kế hoạch xuất bản: 1360-2020/CXBIPH/10-301/CTQG.

Số quyết định xuất bản: 5005-QĐ/NXBCTQG, ngày 09/06/2020.

Nộp lưu chiểu: tháng 6 năm 2020.

Mã số ISBN: 978-604-57-5663-8.

# SẢN XUẤT THÔNG MINH

TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

**Biên mục trên xuất bản phẩm của  
Thư viện Quốc gia Việt Nam**

Hà Minh Hiệp

Sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0/  
Hà Minh Hiệp (ch.b.), Nguyễn Văn Khôi. - H. : Chính trị Quốc gia,  
2019. - 296tr. ; 24cm

1. Sản xuất thông minh 2. Cách mạng công nghiệp 4.0

658.5 - dc23

CTM0314p-CIP

**TS. HÀ MINH HIỆP (Chủ biên)**

# SẢN XUẤT THÔNG MINH

## TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

**NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT**  
**Hà Nội - 2019**

**Tập thể tác giả**

TS. HÀ MINH HIỆP (Chủ biên)

ThS. NGUYỄN VĂN KHÔI

*Trong sản xuất thông minh, khoa học máy tính và công nghệ thông tin đã “thu hẹp” không gian của hệ thống sản xuất hiện nay.*

*“Hệ thống sản xuất thực” được ánh xạ  
trên “hệ thống sản xuất ảo”  
hình thành hệ thống sản xuất thông minh  
dựa trên nền tảng “hệ thống thực - ảo”.*



## LỜI NHÀ XUẤT BẢN

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang tạo ra cuộc cải biến đáng kể về công nghệ sản xuất, trong đó, sản xuất thông minh đang trở thành một xu thế tất yếu. Sự chuyển đổi nền sản xuất với việc ứng dụng hàng loạt công nghệ số hóa như Internet kết nối vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI) hay điện toán đám mây (Cloud Computing)... vào hoạt động sản xuất đã hình thành nên một nền sản xuất đặc biệt, đó là sản xuất thông minh (Smart Manufacturing). Sản xuất thông minh tích hợp các thiết bị sản xuất với các cảm biến dựa trên nền tảng điện toán, truyền thông, mô hình hóa dữ liệu, điều khiển, mô phỏng và kỹ thuật dự đoán... Với các công nghệ hệ thống thực - ảo, IoT, AI, điện toán đám mây,..., sản xuất thông minh trở thành trụ cột quan trọng của cách mạng công nghiệp 4.0. Các doanh nghiệp áp dụng mô hình, công cụ, giải pháp sản xuất thông minh trở thành doanh nghiệp sản xuất thông minh. Nhờ đó, doanh nghiệp có thể tối ưu hóa quá trình sản xuất, tăng năng suất, tạo ra các sản phẩm mới có chất lượng cao hơn, không gian sản xuất được mở rộng, nguồn nhân lực có sự am hiểu về công nghệ...

Sản xuất thông minh có vai trò hết sức quan trọng nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh của các quốc gia trong nền kinh tế toàn cầu. Nhiều quốc gia đã phát triển các sáng kiến để đáp ứng yêu cầu phát triển trong tương lai như Đức với chính sách Công nghiệp 4.0 (Industrie 4.0); Hoa Kỳ với Sản xuất Hoa Kỳ (Manufacturing USA); Trung Quốc với chiến lược quảng bá Sản xuất tại Trung Quốc năm 2025 (Made in China 2025); Hàn Quốc xây dựng Chương trình Đổi mới sản xuất 3.0 (Manufacturing Innovation 3.0); Pháp với sáng kiến Công nghiệp của tương lai (Industrie du Futur) và Nhật Bản với việc xây dựng kế hoạch phát triển Xã hội siêu thông minh 5.0 (Society 5.0)... Việt Nam hiện nay đang có đầy đủ cơ hội để tiếp cận sản xuất thông minh, tuy nhiên chúng

ta cần tiếp tục xây dựng và triển khai mạnh mẽ cơ chế, chính sách, giải pháp đột phá để sớm hình thành các mô hình sản xuất thông minh trong doanh nghiệp, từng bước thực hiện thành công việc chuyển đổi nền kinh tế số, đưa đất nước phát triển lên một tầm cao mới.

Cho đến nay, ở Việt Nam chưa có một tài liệu nào đề cập đến vấn đề này một cách toàn diện, cụ thể và hoàn chỉnh. Do đó, trước nhu cầu cấp thiết của việc áp dụng sản xuất thông minh trong các doanh nghiệp, đồng thời với mục đích mang đến cho các nhà lãnh đạo cấp Trung ương, địa phương, các nhà hoạch định chính sách, nhà khoa học, các chuyên gia, các doanh nghiệp, đặc biệt là doanh nghiệp khởi nghiệp và độc giả có nhu cầu tìm hiểu về vấn đề này, Nhà xuất bản Chính trị quốc gia Sự thật xuất bản cuốn sách **Sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0** do TS. Hà Minh Hiệp hiện đang công tác tại Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (Bộ Khoa học và Công nghệ) làm chủ biên.

Trong 5 chương đầu của cuốn sách, các tác giả đã trình bày các vấn đề xoay quanh sản xuất thông minh bao gồm: các khái niệm, nguồn gốc hình thành; các tiêu chuẩn với vai trò là nền tảng kết nối trong sản xuất thông minh; các công cụ thiết kế và cải tiến hệ thống sản xuất thông minh; bộ công cụ sản xuất thông minh cho doanh nghiệp. Từ các vấn đề chung đó, nhóm tác giả dành chương cuối để phân tích cụ thể vấn đề sản xuất thông minh ở Việt Nam, nhìn nhận những cơ hội tiếp cận và triển khai sản xuất thông minh thông qua việc phân tích SWOT, khảo sát, đánh giá hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của các doanh nghiệp Việt Nam, từ đó đề xuất các giải pháp nhằm thúc đẩy sản xuất thông minh tại Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

Mặc dù các tác giả và Ban biên tập đã hết sức cố gắng trong quá trình biên soạn, biên tập, song đây là vấn đề mới nên khó tránh khỏi còn hạn chế, thiếu sót, Nhà xuất bản và các tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để hoàn thiện nội dung cuốn sách trong lần xuất bản sau.

Xin giới thiệu cuốn sách cùng bạn đọc.

Tháng 5 năm 2019

NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT

## LỜI GIỚI THIỆU

Tiến bộ kỹ thuật từng bước làm thay đổi cách thức sản xuất của con người. Khác hoàn toàn so với trước đây, công nghệ sản xuất hiện nay được coi là nền tảng cốt lõi của cuộc cách mạng công nghiệp. Từ cuộc cách mạng công nghiệp đầu tiên đến cách mạng công nghiệp lần thứ tư, các công nghệ sản xuất mới về cơ bản đã thay đổi điều kiện làm việc và lối sống của con người.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất bắt đầu vào thế kỷ XVIII thông qua việc sử dụng năng lượng hơi nước và cơ giới hóa sản xuất. Cơ giới hóa sản xuất giúp đạt được năng suất lao động cao gấp tám lần so với sản xuất với các bánh xe quay đơn giản trong cùng một khoảng thời gian. Sức mạnh hơi nước đã được biết đến sau đó. Việc sử dụng năng lượng hơi nước cho mục đích công nghiệp là bước đột phá lớn nhất để tăng năng suất lao động của con người. Thay thế cho các máy dệt chạy bằng cơ, máy hơi nước có thể cung cấp năng lượng để sử dụng trong các nhà máy dệt. Tàu hơi nước, đầu máy chạy bằng hơi nước đã mang lại những thay đổi “cách mạng” bởi vì con người và hàng hóa có thể di chuyển khoảng cách lớn trong khoảng thời gian ngắn hơn.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ hai bắt đầu vào nửa sau thế kỷ XIX, đầu thế kỷ XX thông qua việc phát hiện ra sản xuất điện và dây chuyền lắp ráp. Henry Ford (1863-1947) đã lấy ý tưởng sản xuất hàng loạt từ một lò mổ ở Chicago, trong đó, những con lợn được treo trên băng chuyền và mỗi người bán thịt chỉ thực hiện một phần nhiệm vụ xẻ thịt con vật. Henry Ford đã áp dụng các nguyên tắc này vào sản xuất ôtô và làm thay đổi mạnh mẽ quá trình sản

xuất. Một trạm lắp ráp toàn bộ một chiếc ôtô trước đó được thay thế bằng sản xuất theo từng cấu phần trên băng chuyên, do đó, tốc độ lắp ráp nhanh hơn đáng kể và chi phí thấp hơn.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba bắt đầu vào những năm 70 của thế kỷ XX thông qua tự động hóa bằng cách sử dụng các bộ điều khiển và máy tính được lập trình trong bộ nhớ. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba giúp tự động hóa toàn bộ quy trình sản xuất. Ví dụ như các robot thực hiện các hành động được lập trình từ trước mà không cần sự can thiệp của con người.

Loài người hiện nay đang thực hiện cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Cuộc cách mạng này có đặc trưng là ứng dụng công nghệ thông tin và truyền thông vào công nghiệp, do đó, cuộc cách mạng này còn được gọi là cách mạng công nghiệp 4.0. Nó dựa trên sự phát triển của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba. Các hệ thống sản xuất được mở rộng bằng kết nối mạng và Internet. Điều này cho phép các hệ thống sản xuất có thể thực hiện giao tiếp thông tin trong quá trình sản xuất. Đây là bước tiếp theo trong tự động hóa sản xuất. Mạng lưới của tất cả các hệ thống này dẫn đến việc hình thành “hệ thống thực - ảo” (Cyber-Physical Systems, CPS) của các nhà máy thông minh với hệ thống sản xuất, máy móc và con người được kết nối, giao tiếp qua hệ thống sản xuất và hệ thống mạng.

Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đã và đang tạo ra sự thay đổi nhanh chóng và mạnh mẽ về phương thức sản xuất và tiêu dùng. Với đặc trưng là điều khiển hệ thống, trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence, AI), Internet kết nối vạn vật (Internet of Things, IoT),... Nền tảng công nghệ số tích hợp sản xuất thông minh đã tối ưu hóa quy trình, phương thức sản xuất. Tất cả những vấn đề này đòi hỏi tìm ra các giải pháp công nghệ, tối ưu hóa quá trình sản xuất theo hướng bền vững với các công nghệ chủ chốt là: công nghệ in 3D, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu mới, công nghệ tự

đóng hóa, robot, công nghệ Internet kết nối vạn vật (IoT) và Internet kết nối dịch vụ (IoS).

Sự kết nối của “hệ thống sản xuất thực” (hệ thống sản xuất trong điều kiện thực tế gồm: máy móc, phương tiện, các quy trình sản xuất...) và “hệ thống sản xuất ảo” (hệ thống sản xuất dựa trên công nghệ mạng gồm: công nghệ nhận dạng qua tần số vô tuyến (Radio Frequency Identification, RFID), công nghệ cảm biến, công nghệ vi xử lý, công nghệ thông tin viễn thông...) đã hình thành hệ thống thực - ảo. Sự tích hợp giữa quy trình sản xuất dựa trên nền tảng hệ thống thực - ảo và quy trình tổ chức và quản lý sản xuất đã hình thành hệ thống sản xuất thông minh. Đây là điểm “đòn bẩy” trong cách mạng công nghiệp 4.0.

Sản xuất thông minh được đặc trưng bởi hệ thống thực - ảo, trong đó, việc ứng dụng công nghệ thông tin hiện đại sẽ mang lại các lợi thế về chất lượng, thời gian và chi phí so với sản xuất truyền thống. Sản xuất thông minh được thiết kế theo mô hình tích hợp giữa hoạt động sản xuất và hoạt động kinh doanh của doanh nghiệp trong một thể thống nhất, giúp doanh nghiệp có khả năng thích ứng, tự thích ứng, đáp ứng linh hoạt, hạn chế rủi ro và phát triển bền vững.

Trình độ tự động hóa cao là một trong những tiêu chuẩn quan trọng của sản xuất thông minh. Sản xuất thông minh có lợi thế vượt trội về thời gian và không gian so với sản xuất truyền thống. Điều này được thực hiện nhờ tính linh hoạt của các hệ thống sản xuất dựa trên hệ thống thực - ảo, tự động giám sát các quy trình sản xuất trong một phạm vi lớn. Sản xuất thông minh là hệ thống có khả năng đáp ứng linh hoạt với thời gian sản xuất thực tế, qua đó cho phép tối ưu hóa tốt nhất quy trình sản xuất của doanh nghiệp. Sản xuất thông minh không chỉ giới hạn ở một địa điểm, nhà máy hoặc phân xưởng (còn gọi là đơn vị sản xuất), mà có thể được tối ưu hóa theo mạng lưới của nhiều đơn vị sản xuất trong cùng hệ thống.

Đây có thể coi là một cuộc cách mạng về sản xuất. Sản xuất thông minh là giải pháp giúp doanh nghiệp thực hiện “chuyển đổi số” thành công trong cách mạng công nghiệp 4.0, giúp doanh nghiệp đổi mới công nghệ, nâng cao năng suất, tiết kiệm chi phí, thời gian, tạo ra sự kết nối giữa các đối tượng sản xuất (máy móc, phương tiện, các quy trình sản xuất...). Sản xuất thông minh có nhiều ưu điểm so với sản xuất tự động hóa và sản xuất thông thường. Đó là: tối ưu hóa quy trình sản xuất với hệ thống thực - ảo; tối ưu hóa điều kiện sản xuất theo yêu cầu của khách hàng; tối ưu hóa nguồn nhân lực và máy móc để phù hợp với quy trình sản xuất thông minh...

Cuốn sách này tập trung giới thiệu một số kiến thức, vấn đề có liên quan đến sản xuất thông minh trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

Chương 1 giới thiệu tổng quan về sản xuất thông minh, tương lai của sản xuất tự động hóa trong cách mạng công nghiệp 4.0. Nền tảng của hệ thống sản xuất thông minh là “hệ thống thực - ảo” bao gồm: “hệ thống sản xuất thực” và “hệ thống sản xuất ảo”.

Chương 2 đánh giá hiện trạng về tổ chức sản xuất thông minh. Các vấn đề nghiên cứu hiện tại và tương lai về sản xuất thông minh được thống kê và tóm tắt trong Chương này. Sản xuất thông minh là một sáng kiến bao trùm, thay đổi mô hình sản xuất hiện tại, do đó, nghiên cứu về sản xuất thông minh sẽ gồm nhiều vấn đề, nội dung có liên quan ở hiện tại và tương lai. Nhiều khái niệm, thuật ngữ, quan điểm, mô hình sản xuất thông minh mới được giới học giả và doanh nghiệp chấp nhận, tiếp tục phát triển để mở rộng tiềm năng của sản xuất thông minh.

Chương 3 tổng hợp các vấn đề về tiêu chuẩn với vai trò là nền tảng kết nối sản xuất thông minh. Sản xuất thông minh là động lực đóng góp cho GDP của mỗi nước nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia trong nền kinh tế toàn cầu trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0. Trong sản xuất thông minh, các tiêu chuẩn

là yếu tố quan trọng, áp dụng khoa học tư duy hệ thống trong quản lý và tổ chức sản xuất giúp các tập đoàn công nghiệp, doanh nghiệp sản xuất và cung cấp hàng hóa, dịch vụ theo cách thống nhất hơn, hiệu quả hơn, an toàn và bền vững hơn. Cùng với đổi mới công nghệ, các tiêu chuẩn giúp sản xuất thông minh kết nối các cấu phần trong hệ sinh thái sản xuất.

Chương 4 giới thiệu về các công cụ để thiết kế và cải tiến hệ thống sản xuất thông minh. Trong sản xuất thông minh, quy trình thiết kế và cải tiến nhà máy (Factory Design and Improvement, FDI) cùng với các hệ thống điều khiển sản xuất cho phép phân tích các chức năng của công cụ, phần mềm và các tiêu chuẩn để cải tiến nhà máy hiện có hoặc thiết kế nhà máy mới. Ở giai đoạn ban đầu, các công cụ phần mềm thương mại có sẵn có thể được sử dụng để tăng cường hệ thống sản xuất của doanh nghiệp. Trên cơ sở đó, doanh nghiệp tiếp tục sử dụng các công cụ phần mềm và tiêu chuẩn để lập kế hoạch cải tiến hệ thống sản xuất, xác định các lỗ hổng trong hệ thống sản xuất, lập kế hoạch để giải quyết hoặc hạn chế các lỗ hổng đó.

Chương 5 trình bày về định hướng xây dựng bộ công cụ sản xuất thông minh cho doanh nghiệp. Mục tiêu của sản xuất thông minh là tối ưu hóa hệ thống sản xuất với sự trợ giúp của kỹ thuật số, công nghệ và các yếu tố khác cho phép hỗ trợ hoạt động sản xuất của một doanh nghiệp. Sự tổ hợp của kỹ thuật số, công nghệ và các yếu tố khác sẽ quyết định “mức độ số hóa” của một doanh nghiệp sản xuất. Các bộ công cụ sản xuất thông minh bao gồm một loạt các giải pháp từ công nghệ hỗ trợ máy tính, công cụ làm việc, nguyên tắc quản lý, phương pháp đào tạo, thực hành tổ chức... giúp các doanh nghiệp phát triển khả năng sản xuất thông minh.

Chương 6 trình bày cơ hội tiếp cận, triển khai sản xuất thông minh ở Việt Nam. Theo đó, cách mạng công nghiệp 4.0 đang mở ra nhiều cơ hội cho các nước, đặc biệt là các nước đang phát triển như Việt Nam trong việc nâng cao năng suất và rút ngắn khoảng cách

với các quốc gia phát triển. Từ việc khảo sát thực tế đối với 302 doanh nghiệp ở Việt Nam, nhóm tác giả đánh giá hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của doanh nghiệp qua 5 vấn đề: hoạt động quản lý doanh nghiệp; hoạt động ứng dụng công nghệ trong sản xuất kinh doanh; hoạt động phát triển lực lượng lao động; khả năng xây dựng nền tảng sản xuất; nhu cầu của doanh nghiệp khi tham gia các chương trình, dự án thúc đẩy sản xuất thông minh. Phân tích SWOT về sản xuất thông minh tại Việt Nam cho thấy, Việt Nam đang có đầy đủ cơ hội tiếp cận sản xuất thông minh trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0. Việt Nam cần tiếp tục xây dựng và triển khai mạnh mẽ cơ chế, chính sách, giải pháp đột phá để sớm hình thành các mô hình sản xuất thông minh trong doanh nghiệp, từng bước thực hiện thành công việc chuyển đổi nền kinh tế số, đưa đất nước phát triển lên một tầm cao mới.

\*

\* \* \*

Nhóm tác giả xin bày tỏ sự cảm ơn chân thành và sâu sắc tới Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (Bộ Khoa học và Công nghệ) và các đơn vị trực thuộc Tổng cục: Vụ Hợp tác quốc tế, Vụ Kế hoạch tài chính, Vụ Tổ chức cán bộ, Trung tâm Chứng nhận phù hợp (Quacert) và Trung tâm Đào tạo nghiệp vụ Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (QTC) đã hỗ trợ nhóm tác giả hoàn thành một số nội dung trong cuốn sách này, đặc biệt là nội dung khảo sát về hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của doanh nghiệp. Nhóm tác giả cũng xin gửi lời cảm ơn đến Tổ chức Năng suất châu Á (Asian Productivity Organization, APO), TS. Santhi Kanoktanaporn (Tổng Thư ký của APO) và ThS. Ngô Thu Hương (Cán bộ quản lý dự án của APO) đã hỗ trợ nhóm tác giả tiếp cận các nội dung mới về sản xuất thông minh của Tổ chức Năng suất châu Á.

*Hà Nội, tháng 5 năm 2019*

TM. Nhóm tác giả

TS. HÀ MINH HIỆP

# MỤC LỤC

Trang

Danh mục từ viết tắt	20
Chương 1	
SẢN XUẤT THÔNG MINH, TƯƠNG LAI CỦA SẢN XUẤT TỰ ĐỘNG HÓA TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0	27
1. Sản xuất thông minh	27
1.1. Sản xuất thông minh là gì?	27
1.2. Một số đặc điểm chính của sản xuất thông minh	31
2. Nguồn gốc của sản xuất thông minh	32
3. Sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0	35
3.1. Lịch sử hình thành các cuộc cách mạng công nghiệp	35
3.2. Các xu hướng công nghệ trong cách mạng công nghiệp 4.0	37
3.3. Lợi ích của sản xuất thông minh	42
3.4. Nền tảng cốt lõi của sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0	43
3.5. Đặc điểm và mô hình tương tác trong hệ thống thực - ảo	45
4. Các trụ cột trong sản xuất thông minh	48
5. Một số mô hình doanh nghiệp áp dụng sản xuất thông minh trên thế giới	52
5.1. Nhà sản xuất công cụ điện Black & Decker (Power tool manufacturer Black & Decker)	54

<i>5.2. Công ty Hirotec Nhật Bản (Japanese Company Hirotec Group)</i>	55
<i>5.3. Tập đoàn AW North Carolina (AWNC)</i>	56
<i>Chương 2</i>	
<b>MỘT SỐ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU HIỆN TẠI VÀ TƯƠNG LAI VỀ SẢN XUẤT THÔNG MINH</b>	57
1. Một số vấn đề nghiên cứu về sản xuất thông minh	57
<i>1.1. Phương pháp mô hình tham chiếu (Reference Models)</i>	57
<i>1.2. Phương pháp trực quan hóa (Visualization)</i>	61
<i>1.3. Phương pháp phân tích thị trường</i>	64
2. Một số vấn đề nghiên cứu về công nghệ trong sản xuất thông minh	65
<i>2.1. Tiêu chuẩn</i>	65
<i>2.2. Phân tích dữ liệu</i>	66
<i>2.3. Bảo mật dữ liệu</i>	69
<i>2.4. Chất lượng dữ liệu</i>	71
<i>2.5. Cảm biến</i>	73
3. Một số vấn đề nghiên cứu về hoạt động kinh doanh trong sản xuất thông minh	74
<i>3.1. Bảo mật kinh doanh</i>	74
<i>3.2. Hoạt động kinh doanh phục vụ (Servitized Business)</i>	74
<i>Chương 3</i>	
<b>TIÊU CHUẨN VÓI VAI TRÒ LÀ NỀN TẢNG KẾT NỐI TRONG SẢN XUẤT THÔNG MINH</b>	79
1. Sự cần thiết xây dựng tiêu chuẩn trong sản xuất thông minh	80
<i>1.1. Tâm quan trọng của tiêu chuẩn trong sản xuất thông minh</i>	80

1.2. Một số tổ chức tiêu chuẩn hóa xây dựng tiêu chuẩn sản xuất thông minh	81
2. Tiêu chuẩn trong sản xuất thông minh	85
2.1. Tiêu chuẩn và hệ sinh thái sản xuất thông minh	85
2.2. Tiêu chuẩn và các vấn đề công nghệ trong sản xuất thông minh	113
3. Một số thuận lợi, khó khăn, cơ hội và thách thức trong xây dựng tiêu chuẩn sản xuất thông minh	116
3.1. Thuận lợi	116
3.2. Khó khăn	118
3.3. Cơ hội	120
3.4. Thách thức	121
<i>Chương 4</i>	
<b>CÔNG CỤ THIẾT KẾ VÀ CẢI TIẾN HỆ THỐNG SẢN XUẤT THÔNG MINH</b>	
1. Mô hình thiết kế và cải tiến nhà máy (FDI)	124
1.1. Mô hình FDI	124
1.2. Một số công cụ cho FDI	127
2. Công cụ quản lý vòng đời sản phẩm (PLM)	131
2.1. Giới thiệu chung	131
2.2. Ý nghĩa của vòng đời sản phẩm	133
2.3. Vai trò của PLM trong sản xuất thông minh	135
3. Công cụ sản xuất kỹ thuật số (DM)	138
3.1. Giới thiệu chung	138
3.2. Sử dụng công cụ sản xuất kỹ thuật số trong sản xuất thông minh	139
4. Công cụ hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (ERP)	149
4.1. Giới thiệu chung	149
4.2. Lợi ích và đặc điểm của ERP	151
4.3. Triển khai ERP	156
4.4. Khó khăn trong triển khai ERP	160

<i>4.5. Các yếu tố thành công quan trọng trong triển khai ERP</i>	162
5. Công cụ quản lý chuỗi cung ứng (SCM)	166
<i>5.1. Định nghĩa SCM</i>	166
<i>5.2. Lợi ích của SCM</i>	169
<i>5.3. Thách thức của SCM</i>	172
<i>5.4. Phần mềm SCM</i>	173
<i>5.5. Tương lai nghiên cứu SCM</i>	175
6. Công cụ hệ thống thực thi sản xuất (MES)	177
<i>6.1. Giới thiệu chung</i>	177
<i>6.2. Các chức năng của MES</i>	179
<i>6.3. Lợi ích của MES</i>	182
<i>6.4. Mối quan hệ của MES với các hệ thống khác</i>	183
<i>6.5. Ứng dụng MES trong công nghiệp</i>	185

*Chương 5*

<b>ĐỊNH HƯỚNG XÂY DỰNG BỘ CÔNG CỤ SẢN XUẤT THÔNG MINH CHO DOANH NGHIỆP</b>		189
1. Các công cụ hỗ trợ sản xuất thông minh	190	
<i>1.1. Công cụ tinh gọn (Lean Tools) đối với hiệu suất hoạt động sản xuất</i>	191	
<i>1.2. Công cụ sản xuất kỹ thuật số (Digital Manufacturing Toolbox)</i>	195	
<i>1.3. Công cụ sản xuất điện tử (E-manufacturing)</i>	196	
<i>1.4. Công cụ hệ thống sản xuất thông minh quy mô nhỏ (Small-scale Intelligent Manufacturing)</i>	197	
<i>1.5. Công cụ công nghiệp 4.0</i>	197	
2. Mô hình “cấp độ thông minh” và các yếu tố ảnh hưởng đến “cấp độ thông minh”	199	
<i>2.1. Các “cấp độ thông minh” của doanh nghiệp</i>	199	
<i>2.2. Mô hình “cấp độ thông minh”</i>	200	
<i>2.3. Mô hình “cấp độ thông minh” cho các doanh nghiệp</i>	202	

3. Bộ công cụ sản xuất thông minh	206
3.1. Một số bộ công cụ sản xuất thông minh cụ thể	206
3.2. Định hướng xây dựng bộ công cụ sản xuất thông minh cho doanh nghiệp	215
<i>Chương 6</i>	
VIỆT NAM VÀ CƠ HỘI TIẾP CẬN, TRIỂN KHAI SẢN XUẤT THÔNG MINH	218
1. Cơ hội tiếp cận sản xuất thông minh trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0	219
2. Định hướng xây dựng khung tiêu chuẩn sản xuất thông minh tại Việt Nam	226
2.1. Thực trạng	226
2.2. Định hướng xây dựng khung tiêu chuẩn phục vụ sản xuất thông minh	228
3. Khảo sát, đánh giá sơ bộ về hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của doanh nghiệp Việt Nam	231
4. Phân tích SWOT và một số đề xuất áp dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam	245
4.1. Phân tích SWOT	245
4.2. Một số đề xuất áp dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam	248
5. Đề xuất một số giải pháp thúc đẩy sản xuất thông minh tại Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0	253
PHỤ LỤC	259
Phụ lục 1: Một số vấn đề nghiên cứu về công nghệ trong sản xuất thông minh tại Việt Nam	259
Phụ lục 2: Danh mục tham khảo một số tiêu chuẩn phục vụ sản xuất thông minh	275
TÀI LIỆU THAM KHẢO	286

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
1	A2A	Application-to-Application	Ứng dụng với ứng dụng
2	AI	Artificial Intelligence	Trí tuệ nhân tạo
3	ANSI	American National Standards Institute	Viện Tiêu chuẩn quốc gia Hoa Kỳ
4	AMR	Advanced Manufacturing Research	Tổ chức nghiên cứu sản xuất tiên tiến
5	ASME	The American Society of Mechanical Engineers	Hiệp hội Kỹ sư cơ khí Hoa Kỳ
6	B2B	Business-to-Business	Doanh nghiệp với doanh nghiệp
7	B2MML	Business to Manufacturing Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu doanh nghiệp sản xuất
8	BD	Big Data	Dữ liệu lớn
9	BDBA	Big Data Business Analytics	Phân tích kinh doanh dữ liệu lớn
10	BMT	Business Management Tools	Công cụ quản lý doanh nghiệp
11	BOL	Beginning of life	Bắt đầu vòng đời sản phẩm
12	CAD	Computer-Aided Design	Thiết kế hỗ trợ máy tính
13	CAE	Computer-Aided Engineering	Kỹ thuật hỗ trợ máy tính
14	CAM	Computer-Aided Manufacturing	Sản xuất hỗ trợ máy tính
15	CAN	Controller Area Network	Mạng khu vực điều khiển

**Danh mục từ viết tắt**

21

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
16	CAQS	Computer-Aided Quality System	Hệ thống chất lượng hỗ trợ máy tính
17	CAx	Computer-Aided Technology	Công nghệ hỗ trợ máy tính
18	CIM	Computer-Integrated Manufacturing	Sản xuất tích hợp máy tính
19	CIO	Chief Information Officer	Giám đốc công nghệ thông tin
20	CMSD	Core Manufacturing Simulation Data	Thông tin dữ liệu mô phỏng sản xuất lõi
21	CMSD	Core Manufacturing Simulation Data	Dữ liệu mô phỏng sản xuất lõi
22	CNC	Computer Numerical Control	Điều khiển số máy tính
23	CPI	Continuous Process Improvement	Mô hình cải tiến quá trình liên tục
24	CPS	Cyber-Physical Systems	Hệ thống thực - ảo
25	CRM	Customer Relationship Management	Quản lý mối quan hệ với khách hàng
26	CST	Cloud, Storage Tools	Công cụ lưu trữ, đám mây
27	DAT	Data Analytics Tools	Công cụ phân tích dữ liệu
28	DCS	Distributed Control System	Hệ thống điều khiển phân tán
29	DES	Discrete Event Simulation	Mô phỏng sự kiện rời rạc
30	DFMA	Design for Manufacturing and Assembly	Mô hình thiết kế sản xuất và lắp ráp
31	DM	Digital Manufacturing	Sản xuất kỹ thuật số
32	DNC	Distributed Numerical Control	Điều khiển số phân tán
33	DST	Design and Simulation Tools	Công cụ thiết kế và mô phỏng

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
34	EDDL	Electronic Device Description Language	Ngôn ngữ mô tả thiết bị điện tử
35	EDI	Electronic Data Interchange	Trao đổi dữ liệu điện tử
36	EOL	End of life	Cuối vòng đời sản phẩm
37	EP	Extended Products	Sản phẩm mở rộng
38	ERP	Enterprise Resource Planning	Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp
39	ETSI	European Telecommunications Standards Institute	Viện Tiêu chuẩn viễn thông châu Âu
40	FB	Function Blocks	Các khối chức năng
41	FDI	Factory Design and Improvement	Thiết kế và cải tiến nhà máy
42	FEA	Finite Element Analysis	Phân tích phần tử hữu hạn
43	FMS	Flexible Manufacturing System	Mô hình sản xuất linh hoạt
44	FMT	Fabrication, Manufacturing Tools	Công cụ chế tạo, sản xuất
45	GDP	Gross Domestic Product	Tổng sản phẩm quốc nội
46	GSM	Global System for Mobile Communications	Hệ thống toàn cầu cho thông tin di động
47	HMI	Human Machine Interface	Giao diện người và máy
48	ICT	Information and Communications Technology	Công nghệ thông tin và truyền thông
49	IEC	The International Electrotechnical Commission	Ủy ban Kỹ thuật điện quốc tế

## Danh mục từ viết tắt

23

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
50	IFC	Industry Foundation Class	Lớp nền tảng công nghiệp
51	IIC	Industrial Internet Consortium	Hiệp hội Internet công nghiệp
52	IIoT	Industrial Internet of Things	Internet kết nối vạn vật trong công nghiệp
53	IMS	Intelligent Manufacturing Systems	Hệ thống sản xuất thông minh
54	IoT	Internet of Things	Internet kết nối vạn vật
55	IoS	Internet of Services	Internet kết nối dịch vụ
56	ISA	The International Society of Automation	Hiệp hội Tự động hóa quốc tế
57	ISO	The International Organization for Standardization	Tổ chức Tiêu chuẩn hóa quốc tế
58	JIT	Just-in-Time	Hệ thống sản xuất tức thời
59	KPI	Key Performance Indicators	Chỉ số hiệu suất chính
60	LMC	Line and Machine Controls	Điều khiển máy và dây chuyền
61	M2M	Machine-to-Machine	Kết nối máy - máy
62	MES	Manufacturing Execution Systems	Hệ thống thực thi sản xuất
63	MESA	Manufacturing Execution System Association	Hiệp hội hệ thống thực thi sản xuất
64	MESA International	The Manufacturing Enterprise Solutions Association	Hiệp hội giải pháp doanh nghiệp sản xuất quốc tế
65	MIMOSA	An Operations and Maintenance Information Management Open System Alliance	Liên minh hệ thống mở quản lý, vận hành và bảo trì thông tin

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
66	ML	Machine Learning	Học máy
67	MOL	Middle of life	Giữa vòng đời sản phẩm
68	MOM	Manufacturing Operations Management	Quản lý hoạt động sản xuất
69	MPM	Manufacturing Process Management	Quản lý quy trình sản xuất
70	MRP	Material Resource Planning	Kế hoạch nguồn lực vật liệu
71	MRP II	Manufacturing Resources Planning	Hệ thống hoạch định nguồn lực sản xuất
72	MST	Machining Science and Technology	Khoa học và công nghệ sản xuất
73	MTP	Manufacturing Technology Platform	Nền tảng công nghệ sản xuất
74	NIST	National Institute of Standards and Technology	Viện Tiêu chuẩn và Công nghệ Quốc gia Hoa Kỳ
75	OAGi	The Open Applications Group	Nhóm ứng dụng mở
76	OIC	Open Interconnect Consortium	Hiệp hội kết nối mở
77	R&D	Research and Development	Nghiên cứu và phát triển
78	RAMI 4.0	Reference Architecture Model Industrie 4.0	Mô hình kiến trúc tham chiếu về công nghiệp 4.0
79	RAT	Robotics and Automation Tools	Công cụ robot và tự động hóa
80	RFID	Radio Frequency Identification	Nhận dạng qua tần số vô tuyến
81	RTU	Remote Terminal Unit	Thiết bị đầu cuối từ xa
82	PackML	Packaging Machine Language	Ngôn ngữ máy đóng gói

## Danh mục từ viết tắt

25

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
83	PDM	Product Data Management	Quản lý dữ liệu sản phẩm
84	PLC	Programmable Logic Controllers	Bộ điều khiển logic lập trình
85	PLCS	Product Life Cycle Support	Hỗ trợ vòng đời sản phẩm
86	PLM	Product Life Management	Quản lý vòng đời sản phẩm
87	PMI	Product and Manufacturing Information	Thông tin sản xuất và sản phẩm
88	PPM	Product and Portfolio Management	Quản lý sản phẩm và danh mục đầu tư
89	PPR	Product Process and Resource	Sản phẩm, quy trình và nguồn lực
90	PRC	Product Representation Compact	Sản phẩm đại diện gọn nhẹ
91	PSL	Process Specification Language	Ngôn ngữ đặc tả quy trình
92	PSS	Product-Service Systems	Hệ thống dịch vụ - sản phẩm
93	SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	Kiểm soát giám sát và thu thập dữ liệu
94	SCM	Supply Chain Management	Quản lý chuỗi cung ứng
95	SCT	Sensors and Connectivity Tools	Công cụ cảm biến và kết nối
96	SFC	Shop Floor Control	Quản lý phân xưởng
97	SM	Smart Manufacturing	Sản xuất thông minh
98	SMA	Shape Memory Alloys	Hợp kim nhớ hình
99	SMASM	Smart Manufacturing Apps and Services Marketplaces	Thị trường dịch vụ, ứng dụng sản xuất thông minh
100	SMT	Surface Mount Technology	Kỹ thuật gắn kết bề mặt

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
101	SISO	Simulation Interoperability Standards Organization	Tổ chức tiêu chuẩn tương tác mô phỏng
102	SysML	Systems Modeling Language	Ngôn ngữ mô hình hóa hệ thống
103	T-MES	Traditional MES	Hệ thống thực thi sản xuất truyền thống
104	TPM	Total Productive Maintenance	Duy trì hiệu suất thiết bị tổng thể
105	VR	Virtual Reality	Công nghệ thực tế ảo
106	VSM	Value Stream Mapping	Sơ đồ chuỗi giá trị
107	W3C	World Wide Web Consortium	Tập đoàn Web quốc tế
108	XML	eXtensible Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu mở rộng

## ***Chương 1***

# **SẢN XUẤT THÔNG MINH, TƯƠNG LAI CỦA SẢN XUẤT TỰ ĐỘNG HÓA TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0**

*Cách mạng công nghiệp 4.0 đã và đang tạo ra sự thay đổi mạnh mẽ về phương thức sản xuất và tiêu dùng nhờ vào sự phát triển mạnh mẽ của khoa học và công nghệ. Cùng với sự phát triển của các công nghệ Internet kết nối vạn vật (Internet of Things, IoT), trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence, AI) hay điện toán đám mây (Cloud computing), “sản xuất tự động hóa” trong cách mạng công nghiệp lần thứ ba sẽ chuyển sang “sản xuất thông minh” (Smart Manufacturing). Cách mạng công nghiệp 4.0 đã hình thành một nền sản xuất đặc biệt, đó là sản xuất thông minh. Nền tảng của hệ thống sản xuất thông minh là “hệ thống thực - ảo” (Cyber-Physical Systems, CPS) bao gồm: “hệ thống sản xuất thực” và “hệ thống sản xuất ảo”. Trong sản xuất thông minh, khoa học máy tính và công nghệ thông tin đã “thu hẹp” không gian của hệ thống sản xuất hiện nay. “Hệ thống sản xuất thực” được ánh xạ trên “hệ thống sản xuất ảo” hình thành hệ thống sản xuất thông minh dựa trên nền tảng “hệ thống thực - ảo”.*

### **1. Sản xuất thông minh**

#### **1.1. Sản xuất thông minh là gì?**

Cho đến nay, chưa có một khái niệm hay định nghĩa chung nào về sản xuất thông minh. Theo Viện Tiêu chuẩn và Công

nghệ Quốc gia Hoa Kỳ (National Institute of Standards and Technology, NIST), sản xuất thông minh là hệ thống được tích hợp đầy đủ, thích ứng với điều kiện thay đổi trong mạng lưới cung ứng tổng thể của doanh nghiệp và nhu cầu của khách hàng theo thời gian thực. Do đó, sản xuất thông minh tích hợp các thiết bị sản xuất với các cảm biến, nền tảng điện toán, công nghệ truyền thông, mô hình hóa dữ liệu, điều khiển, mô phỏng và kỹ thuật dự đoán. Sản xuất thông minh sử dụng các công nghệ về hệ thống thực - ảo, Internet kết nối vạn vật, điện toán đám mây, trí tuệ nhân tạo và khoa học dữ liệu..., đưa sản xuất chính thức trở thành trụ cột quan trọng của cách mạng công nghiệp 4.0.

Trong một nghiên cứu công bố năm 2013, Wallace và Riddick mô tả ngắn gọn về sản xuất thông minh là “*một ứng dụng chuyên sâu công nghệ thông tin về dữ liệu ở cấp độ doanh nghiệp cho phép các hoạt động sản xuất được thực hiện “thông minh”, hiệu quả và linh hoạt*”<sup>1</sup>.

Định nghĩa của Liên minh lãnh đạo sản xuất thông minh (Smart Manufacturing Leadership Coalition, SMLC) nêu rõ: “*Sản xuất thông minh là khả năng giải quyết các vấn đề hiện tại và tương lai thông qua hạ tầng mở cho phép các giải pháp kinh doanh được thực hiện, tạo ra giá trị lợi thế cho doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng toàn cầu*”.

Các khái niệm, định nghĩa hiện nay đều khẳng định quan điểm chủ đạo của sản xuất thông minh là sử dụng công nghệ thông tin và truyền thông, công nghệ phân tích dữ liệu tiên tiến để cải thiện, nâng cao năng suất, hoạt động sản xuất của doanh nghiệp từ cấp độ nhà máy, mạng lưới cung cấp, mạng lưới phân

---

1. E. Wallace and F. Riddick, “Panel on Enabling Smart Manufacturing,” State College, USA, 2013.

phối đến chuỗi cung ứng. Bên cạnh đó, một số quan điểm còn cho rằng, sản xuất thông minh có vai trò quan trọng đối với kiểm soát vòng đời sản phẩm.

Một điểm quan trọng và khác biệt của sản xuất thông minh so với các phương thức sản xuất khác là sự tham gia “linh hoạt” của con người vào hệ thống sản xuất thông minh cùng nhiều công nghệ khác nhau (như hệ thống thực - ảo, IoT, robot, tự động hóa, phân tích dữ liệu lớn và điện toán đám mây...). Sản xuất thông minh giúp doanh nghiệp tập trung vào giải quyết ba mục tiêu chính: tối ưu hóa toàn bộ hệ thống sản xuất; sản xuất bền vững; phát triển chuỗi cung ứng linh hoạt, đáp ứng yêu cầu của khách hàng trong khoảng thời gian ngắn nhất.

Cùng với khái niệm sản xuất thông minh, một số thuật ngữ có liên quan cũng được sử dụng phổ biến trong thời gian qua:

“*Intelligent Manufacturing*” (IM) là một thuật ngữ mô tả về sản xuất thông minh, khác với thuật ngữ “Smart Manufacturing” (SM). Đôi khi, IM được sử dụng đồng nghĩa với SM. “Smart” là một tính từ có rất nhiều nghĩa, trong đó cũng có ý nghĩa gần giống với “Intelligent”. Tuy nhiên, “Intelligent” chỉ khả năng phân tích, giải quyết vấn đề một cách khoa học và hiệu quả, còn “Smart” lại chỉ khả năng nắm bắt nhanh nhạy tình hình hoặc diễn biến đang xảy ra. Do đó, IM được sử dụng nhiều hơn đối với khía cạnh công nghệ, ít được sử dụng đối với khía cạnh tổ chức.

Kumar định nghĩa về IM là “*khả năng tự điều chỉnh và/hoặc tự kiểm soát để sản xuất sản phẩm trong phạm vi các thông số kỹ thuật thiết kế*”<sup>1</sup>. SM là một phiên bản mới của IM, phản ánh mức độ và tác động của các công nghệ “thông minh” như: Internet kết nối vạn vật, điện toán đám mây, hệ thống thực - ảo,

---

1. S. Kumar, “Intelligent Manufacturing Systems,” <http://pcharts.tripod.com/int manu.pdf>

dữ liệu lớn. Theo nghiên cứu của Xifan Yao, trí tuệ nhân tạo là động lực chính thúc đẩy IM phát triển thành SM<sup>1</sup>.

“Smart Factory” là một thuật ngữ được sử dụng cùng với các khái niệm khác như: Internet kết nối vạn vật trong công nghiệp (Industrial Internet of Things, IIoT) và hệ thống thực - ảo để chỉ nhà máy thông minh. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng, phạm vi của nhà máy thông minh là tập trung cải thiện, nâng cao năng suất, hoạt động sản xuất của doanh nghiệp ở cấp độ nhà máy<sup>2</sup>. Trong đó, phạm vi của sản xuất thông minh lại tập trung để cải thiện, nâng cao năng suất, hoạt động sản xuất của doanh nghiệp từ cấp độ nhà máy, mạng lưới cung cấp, mạng lưới phân phối đến chuỗi cung ứng.

“Industrial Internet” được hiểu là Internet công nghiệp. Internet công nghiệp là sự hợp nhất của máy móc công nghiệp và phần mềm<sup>3</sup>. Một số ý kiến cho rằng, sự khác biệt lớn nhất giữa Internet công nghiệp và sản xuất thông minh là phạm vi của Internet công nghiệp chỉ tập trung chủ yếu vào máy móc công nghiệp ở cấp độ nhà máy, còn sản xuất thông minh là mạng lưới cung cấp tổng thể. Do đó, Internet công nghiệp là nền tảng để tối ưu hóa hệ thống sản xuất thông minh.

---

1. Xifan. Y, Jiajun. Z, Jiangming. Z and Claudio. RB, From Intelligent Manufacturing to Smart Manufacturing for Industry 4.0 Driven by Next Generation Artificial Intelligence and Further On, 5th International Conference on Enterprise Systems (ES), 2017.

2. S. Wang, J. Wan, D. Li, and C. Zhang, “Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook,” Int. J. of Distributed Sensor Networks, No.4, pp. 1-10, 2016.

3. J. Bruner, “Industrial Internet: The machines are talking,” O'Reilly Media, Sebastopol, USA, 2013.

## 1.2. Một số đặc điểm chính của sản xuất thông minh

### Tính kết nối

Kết nối là một đặc điểm quan trọng của sản xuất thông minh. Thiết bị trong sản xuất thông minh được kết nối với nhau thông qua hệ thống mạng để có thể truyền thông tin, dữ liệu. Dữ liệu này được truyền theo thời gian thực. Truyền dữ liệu theo thời gian thực cho phép tăng cường khả năng hợp tác nhanh chóng và hiệu quả của nội bộ (giữa các bộ phận) trong doanh nghiệp, hợp tác giữa các nhà sản xuất và nhà cung cấp.

### Tính tối ưu hóa

Tối ưu hóa trong sản xuất thông minh được hiểu là một doanh nghiệp có năng lực sản xuất, có thể dự đoán được nhu cầu thị trường và người tiêu dùng, hiệu quả sản xuất cao, chất lượng sản phẩm tốt và chi phí sản xuất thấp. Tính tối ưu hóa của sản xuất thông minh được thực hiện thông qua tự động hóa. Tự động hóa “thông minh” sẽ làm giảm đáng kể sự can thiệp của con người, giúp giảm số lượng lỗi trong quá trình sản xuất sản phẩm.

### Tính minh bạch

Hạn chế của sản xuất truyền thống là khó khăn trong việc lưu trữ, sử dụng và khai thác một nguồn dữ liệu chính xác do hệ thống dữ liệu của quá trình sản xuất không được quản lý đồng bộ. Trong sản xuất thông minh, nguồn dữ liệu này là duy nhất, được lưu trữ, sử dụng và khai thác minh bạch. Trong quá trình sản xuất, dữ liệu được lưu giữ theo thời gian thực, vì vậy, doanh nghiệp có thể truy cập để xác định số lượng khách hàng và đánh giá nhu cầu của khách hàng trong tương lai.

### Tính chủ động

Một đặc điểm khác của sản xuất thông minh là tính chủ động do các công nghệ được áp dụng trong quá trình sản xuất.

Các cảm biến trong sản xuất thông minh không chỉ cho biết số lượng các sản phẩm hiện có, mà còn tự động kết nối với bộ phận kinh doanh của doanh nghiệp để giảm số lượng hàng tồn kho xuống mức thấp nhất. Hệ thống thiết bị sản xuất tích hợp với công nghệ thông tin sẽ xác định sự “bất thường” trong quá trình sản xuất, qua đó cho phép doanh nghiệp có thể chủ động ngăn chặn các vấn đề “bất lợi” trước khi xảy ra.

### *Tính linh hoạt*

Linh hoạt trong sản xuất thông minh có nghĩa là doanh nghiệp có thể nhanh chóng phản ứng với những thay đổi của môi trường và yêu cầu của khách hàng. Doanh nghiệp xác định cấu hình hệ thống thiết bị, xây dựng sơ đồ vận hành sản xuất để bảo đảm đáp ứng “nhanh nhất” với những thay đổi trong quá trình sản xuất.

## **2. Nguồn gốc của sản xuất thông minh**

Sản xuất tự động hóa hiện nay có nguồn gốc từ cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba với sự ra đời của công nghệ thông tin, tự động hóa trong quá trình tổ chức và quản lý sản xuất. Sản xuất tự động hóa được bắt đầu từ Hoa Kỳ, hình thành bởi công nghệ bán dẫn, siêu máy tính, laptop (thập niên 1970 và thập niên 1980), Internet (thập niên 1990).

Sự tiến bộ trong công nghệ máy tính và chế tạo máy đã hình thành nền sản xuất tự động hóa từ mô hình sản xuất hàng loạt. Trong sản xuất tự động hóa, vật liệu, linh kiện trong quá trình sản xuất được vận chuyển, lưu trữ trong hệ thống và truy xuất thông tin tự động khi cần thiết. Các công cụ, máy móc được điều khiển chủ yếu bởi máy tính, ít được điều khiển trực tiếp bởi con người. Tùy thuộc vào phạm vi và mức độ tự động hóa của quá trình sản xuất, các thuật ngữ khác nhau đã được sử dụng để mô tả về sản xuất tự động hóa như: buồng sản xuất linh hoạt (Flexible Manufacturing Cells); hệ thống sản xuất linh hoạt

(Flexible Manufacturing Systems); sản xuất tích hợp với máy tính (Computer-Integrated Manufacturing).

Vào khoảng năm 1990, thuật ngữ sản xuất thông minh xuất hiện, cùng với việc phát hành và xuất bản chính thức tạp chí *Sản xuất thông minh (Journal of Intelligent Manufacturing)*<sup>1</sup> và cuốn sách *Hệ thống sản xuất thông minh (Intelligent Manufacturing Systems)*<sup>2</sup>. Tạp chí *Sản xuất thông minh* là diễn đàn quốc tế duy nhất cho các nhà phát triển hệ thống sản xuất thông minh. Thông qua hoạt động xuất bản các bài báo có chất lượng cao giới thiệu về các ứng dụng của công nghệ thông tin, đặc biệt là trí tuệ nhân tạo trong sản xuất, tạp chí là kênh liên kết quan trọng giữa các nhà nghiên cứu và nhà sản xuất về hoạt động sản xuất thông minh.

Cùng vào thời điểm đó, vào năm 1995, Nhật Bản bắt tay vào nghiên cứu sản xuất thông minh và ghi dấu ấn trong lịch sử thông qua việc hình thành Chương trình Hệ thống sản xuất thông minh (Intelligent Manufacturing Systems, IMS) để hỗ trợ phát triển công nghiệp. IMS là một chương trình nghiên cứu của Nhật Bản tập trung vào lĩnh vực công nghiệp dựa trên các công nghệ sản xuất tiên tiến. Nhật Bản đã triển khai IMS trong tổng cộng 15 năm với 2 giai đoạn:

+ Giai đoạn 1 (từ năm 1995 đến năm 2005): tập trung vào nghiên cứu các quy trình sản xuất, Nhật Bản đã đạt được kết quả quan trọng trong các lĩnh vực từ lập kế hoạch, thiết kế sản phẩm đến xử lý sản phẩm.

---

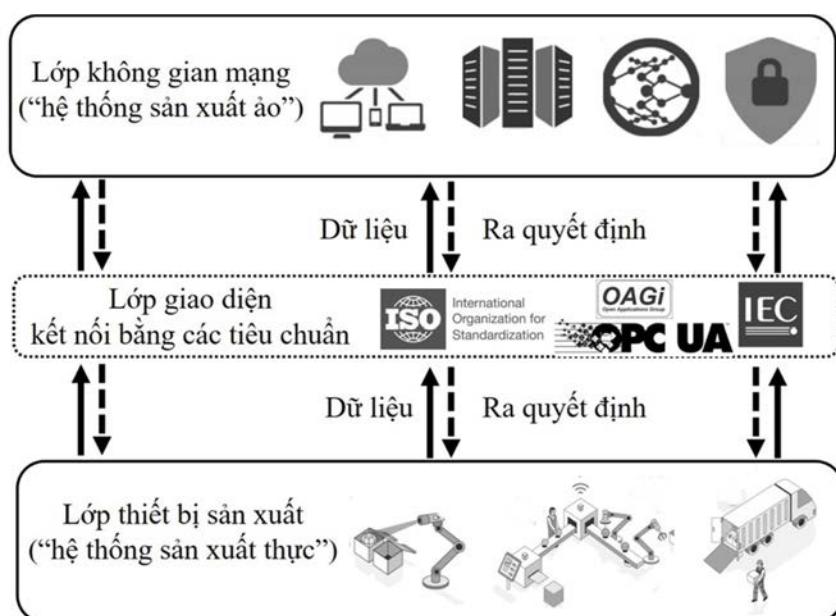
1. Kusiak, A. 1990a. "Editorial." *Journal of Intelligent Manufacturing* 1 (1): 1.

2. Kusiak, A. 1990b. *Intelligent Manufacturing Systems*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

+ Giai đoạn 2 (từ năm 2005 đến năm 2010): Nhật Bản đã đề xuất "Nền tảng công nghệ sản xuất" (Manufacturing Technology Platform, MTP). MTP đã có những đóng góp nhất định cho các hoạt động của IMS ở các góc độ khác nhau, là tiền đề để hình thành khung IMS trong tương lai.

Sự hình thành khung IMS đã giúp các doanh nghiệp Nhật Bản tiếp cận, chuyển đổi mô hình sản xuất truyền thống sang mô hình sản xuất thông minh. Cùng với sự phát triển của các công nghệ như CPS, IoT, AI, điện toán đám mây,..., sản xuất thông minh đã trở thành mục tiêu phấn đấu của các doanh nghiệp, một trụ cột quan trọng giúp doanh nghiệp cạnh tranh trong bối cảnh mới.

Doanh nghiệp áp dụng mô hình, công cụ, giải pháp sản xuất thông minh trở thành doanh nghiệp sản xuất thông minh (xem Hình 1.1).



Hình 1.1: Mô hình doanh nghiệp sản xuất thông minh

Mô hình doanh nghiệp sản xuất thông minh gồm hai lớp cơ bản là lớp thiết bị sản xuất (hay còn gọi là “hệ thống sản xuất thực”) và lớp không gian mạng (hay còn gọi là “hệ thống sản xuất ảo”). Hai lớp này được liên kết bởi lớp giao diện kết nối bằng các tiêu chuẩn. Lớp thiết bị sản xuất có thể có mức độ “thông minh” riêng, nhưng mức độ “thông minh” của toàn mô hình doanh nghiệp sản xuất thông minh được quyết định bởi lớp không gian mạng.

### **3. Sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0**

#### **3.1. Lịch sử hình thành các cuộc cách mạng công nghiệp**

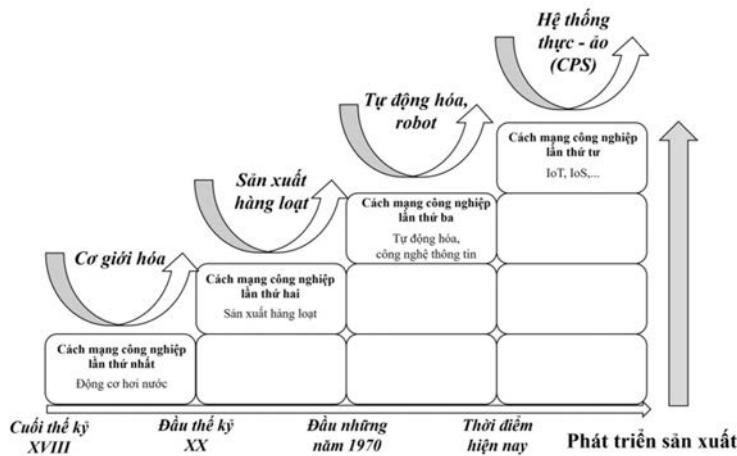
Các cuộc cách mạng công nghiệp trong lịch sử diễn ra khi những công nghệ và phương thức mới đã làm thay đổi nhận thức sâu sắc trong hệ thống kinh tế và cấu trúc xã hội. Lịch sử loài người đến nay đã xuất hiện ba cuộc cách mạng công nghiệp và đang tiến hành cách mạng công nghiệp lần thứ tư (4.0).

Cho đến nay, ba cuộc cách mạng công nghiệp đã dẫn đến những thay đổi “mang tính cách mạng” về mô hình và phương thức sản xuất: sản xuất cơ giới hóa thông qua động cơ hơi nước (trong cách mạng công nghiệp lần thứ nhất) được phát triển thành sản xuất hàng loạt trong các dây chuyền lắp ráp (trong cách mạng công nghiệp lần thứ hai) và sản xuất tự động hóa dựa trên nền tảng công nghệ thông tin (trong cách mạng công nghiệp lần thứ ba).

Tuy nhiên, trong những năm qua, nhiều nhà nghiên cứu và các nhà hoạch định chính sách trên toàn thế giới đã ủng hộ cho một cuộc cách mạng công nghiệp mới, đó là cách mạng công nghiệp lần thứ tư (xem Hình 1.2). Về quy mô và tốc độ, cuộc cách mạng công nghiệp này có sự phát triển chưa từng có trong lịch sử, tốc độ phát triển “cấp số nhân”, tác động to lớn đến kinh tế và

xã hội. Đây là kết quả của một thế giới đa diện, kết nối sâu sắc nơi mà chúng ta đang sống. Thực tế là công nghệ mới luôn sinh ra những công nghệ mới hơn, tân tiến hơn.

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra sâu rộng, tác động đến toàn bộ nền sản xuất toàn cầu. Cuộc cách mạng công nghiệp này dựa trên sự phát triển vượt bậc về công nghệ số, trong đó, quá trình sản xuất tự động hóa được tích hợp với con người và các hoạt động kinh doanh, dịch vụ của doanh nghiệp. Doanh nghiệp thực hiện quá trình chuyển đổi từ sản xuất tự động hóa sang sản xuất thông minh dựa trên nền tảng hệ thống thực - ảo nhằm đáp ứng linh hoạt các yêu cầu của khách hàng và thị trường trong một khoảng thời gian rất ngắn.



**Hình 1.2: Lịch sử hình thành 4 cuộc cách mạng công nghiệp**

**Nguồn:** Tác giả xây dựng trên cơ sở: Stephen, JE. A policymaker's guide to smart manufacturing. Report, Information Technology & Innovation Foundation, Washington DC, November 2016.

Cách mạng công nghiệp 4.0 được đặc trưng bởi việc ứng dụng IoT, IoS vào quá trình sản xuất của doanh nghiệp, cho phép hệ thống sản xuất của doanh nghiệp được tích hợp đa chiều và trở nên “thông minh hơn”. Sản xuất thông minh là quá

trình sản xuất linh hoạt, thay thế cho quá trình sản xuất tự động hóa hiện nay nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp trong bối cảnh hội nhập quốc tế.

Làn sóng tiến bộ về công nghệ được đặc trưng bởi sự phát triển của công nghệ chủ chốt mới với 9 tiến bộ về công nghệ nền tảng. Trong giai đoạn chuyển đổi này, các cảm biến, máy móc và hệ thống công nghệ thông tin sẽ được kết nối dọc theo chuỗi giá trị của một doanh nghiệp. Các hệ thống được kết nối này có thể tương tác với nhau bằng các chuẩn giao thức dựa trên Internet và phân tích dữ liệu, qua đó giúp doanh nghiệp có thể dự đoán lỗi, tự cấu hình và thích ứng với các thay đổi. Công nghiệp 4.0 sẽ giúp thu thập và phân tích dữ liệu trên máy tính, cho phép doanh nghiệp thực hiện quy trình nhanh hơn, linh hoạt hơn và hiệu quả hơn để sản xuất hàng hóa với chất lượng cao hơn và chi phí giảm. Công nghiệp 4.0 là động lực thúc đẩy tăng năng suất sản xuất, tăng trưởng công nghiệp, thay đổi lực lượng lao động và nâng cao năng lực cạnh tranh của quốc gia.

### **3.2. Các xu hướng công nghệ trong cách mạng công nghiệp 4.0**

Các lợi ích và tiềm năng của 9 xu hướng công nghệ trong cách mạng công nghiệp 4.0 đối với các nhà sản xuất, nhà cung cấp thiết bị đã và đang được nghiên cứu trong những năm gần đây, cụ thể như sau:

#### **Xu hướng 1: Phân tích dữ liệu lớn**

Phân tích dựa trên dữ liệu lớn chỉ mới xuất hiện và được áp dụng trong sản xuất thời gian gần đây. Phân tích dữ liệu lớn nhằm tối ưu hóa quá trình sản xuất, tiết kiệm năng lượng và cải thiện dịch vụ. Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0, ứng dụng phân tích dữ liệu lớn trong việc thu thập và đánh giá toàn diện dữ liệu từ nhiều nguồn thiết bị và hệ thống sản xuất

khác nhau (hệ thống quản lý doanh nghiệp và hệ thống quản lý khách hàng) sẽ trở thành giải pháp quan trọng để hỗ trợ doanh nghiệp đưa ra các quyết định theo thời gian thực.

#### *Xu hướng 2: Robot tự động*

Các nhà sản xuất trong nhiều ngành công nghiệp từ lâu đã sử dụng robot để giải quyết các nhiệm vụ phức tạp, nhưng trong công nghiệp 4.0, robot đang được phát triển với nhiều tiện ích lớn hơn. Robot đang trở nên tự chủ, linh hoạt và hợp tác hơn. Trong tương lai, robot sẽ tương tác với nhau và làm việc "an toàn" bên cạnh con người. Những robot này sẽ có giá thấp hơn, phạm vi hoạt động rộng hơn, và nhiều chức năng hơn so với những robot được sử dụng trong sản xuất ngày nay.

#### *Xu hướng 3: Mô phỏng*

Hiện nay, các mô phỏng 3D của sản phẩm, vật liệu và quy trình sản xuất đã được sử dụng, nhưng trong tương lai, công nghệ mô phỏng cũng sẽ được sử dụng rộng rãi hơn trong các hoạt động của nhà máy. Những mô phỏng này sẽ sử dụng dữ liệu theo thời gian thực để phản ánh các hoạt động thực trong một hệ thống ảo. Các hoạt động thực này bao gồm hoạt động của máy móc, sản phẩm và con người. Điều này cho phép các nhà sản xuất kiểm tra và tối ưu hóa các thông số cài đặt cho sản phẩm trong hệ thống ảo trước khi triển khai trong hệ thống thực, từ đó tiết kiệm chi phí, tăng chất lượng và giảm thời gian thiết lập hệ thống nhà máy.

#### *Xu hướng 4: Tích hợp hệ thống*

Hầu hết các hệ thống công nghệ thông tin ngày nay không được tích hợp đầy đủ. Các doanh nghiệp, nhà cung cấp và khách hàng ít khi được "kết nối" chặt chẽ với nhau. Các bộ phận trong doanh nghiệp như kỹ thuật, sản xuất và dịch vụ cũng không được trao đổi thông tin thường xuyên. Các chức năng từ cấp doanh nghiệp đến cấp phân xưởng cũng không được tích hợp

đầy đủ. Nhưng với cách mạng công nghiệp 4.0, các doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng, phòng ban, chức năng của doanh nghiệp sẽ gắn kết hơn nhiều. Phát triển các mạng tích hợp dữ liệu phổ biến cho phép các chuỗi giá trị trong và ngoài doanh nghiệp tự động liên kết chặt chẽ với nhau.

#### *Xu hướng 5: Internet kết nối vạn vật*

Ngày nay, chỉ có một số cảm biến và máy móc của nhà sản xuất được nối mạng và sử dụng điện toán. Các cảm biến, thiết bị và bộ điều khiển tự động được đưa vào hệ thống điều khiển quá trình sản xuất. Với Internet kết nối vạn vật trong công nghiệp (IIoT), các thiết bị sẽ được kết nối “nhúng” với máy tính thông qua các tiêu chuẩn. Qua đó cho phép các thiết bị tương tác với nhau và với bộ điều khiển. Internet kết nối vạn vật cũng phân cấp phân tích và ra quyết định, cho phép phản hồi theo thời gian thực.

#### *Xu hướng 6: An ninh mạng*

Hiện nay, nhiều doanh nghiệp vẫn dựa vào hệ thống quản lý nội bộ và sản xuất “đóng”, không được kết nối. Với sự kết nối và sử dụng các chuẩn giao thức truyền thông trong cách mạng công nghiệp 4.0 đòi hỏi nhu cầu bảo vệ các hệ thống công nghiệp và dây chuyền sản xuất quan trọng khỏi các mối đe dọa về an ninh mạng. Do đó, thông tin liên lạc an toàn, tin cậy cũng như hệ thống quản lý truy cập và nhận dạng chính xác, bảo mật cao của máy móc và người dùng là rất cần thiết.

#### *Xu hướng 7: Công nghệ đám mây*

Các doanh nghiệp đã sử dụng các phần mềm dựa trên công nghệ đám mây để phân tích dữ liệu và ứng dụng của doanh nghiệp trong giai đoạn vừa qua. Cách mạng công nghiệp 4.0 yêu cầu gia tăng việc chia sẻ dữ liệu sản xuất. Đồng thời, hiệu suất của các phần mềm dựa trên công nghệ đám mây được cải thiện, đạt được thời gian phản ứng chỉ trong vài mili giây. Do đó, dữ liệu sẽ được triển khai bằng công nghệ đám mây nhiều hơn.

Công nghệ đám mây cho phép nhiều dịch vụ phân tích dữ liệu của hệ thống sản xuất, thậm chí cho phép thực hiện giám sát và kiểm soát các quá trình sản xuất theo thời gian thực dựa trên công nghệ đám mây.

#### *Xu hướng 8: Công nghệ in 3D*

Các doanh nghiệp mới bắt đầu áp dụng sản xuất bồi đắp theo từng lớp, chẳng hạn như công nghệ in 3D để tạo nguyên mẫu và sản xuất các thành phần riêng lẻ. Với cách mạng công nghiệp 4.0, các phương pháp sản xuất bồi đắp này sẽ được sử dụng rộng rãi để sản xuất các lô sản phẩm với các thiết kế phức tạp, nhẹ. Các hệ thống sản xuất với công nghệ bồi đắp phi tập trung có hiệu suất cao sẽ làm giảm khoảng cách vận chuyển, giảm thời gian lưu kho và tăng năng suất.

#### *Xu hướng 9: Hệ thống thực tế ảo*

Các hệ thống dựa trên thực tế ảo sẽ tăng cường hỗ trợ nhiều dịch vụ khác nhau như lựa chọn các sản phẩm trong kho, hướng dẫn vận hành, sửa chữa qua thiết bị di động... Mặc dù hiện nay, các hệ thống này đang ở giai đoạn sơ khai, nhưng trong tương lai, các doanh nghiệp sẽ sử dụng rộng rãi hệ thống thực tế ảo để cung cấp cho thông tin, hình ảnh theo thời gian thực nhằm cải thiện quá trình ra quyết định của doanh nghiệp.

Để hỗ trợ doanh nghiệp trong quá trình chuyển đổi từ sản xuất tự động hóa sang sản xuất thông minh, một số quốc gia đã xây dựng và triển khai các chương trình lớn về công nghệ sản xuất thông minh: Chính phủ Đức khuyến khích việc triển khai tin học hóa trong các ngành công nghiệp sản xuất trong chương trình “Công nghiệp 4.0” của Đức; Nhật Bản xây dựng kế hoạch phát triển Xã hội siêu thông minh 5.0 (Society 5.0); Hoa Kỳ tập trung vào sản xuất thông minh. Các quốc gia và vùng lãnh thổ khác như Đài Loan và Hàn Quốc cũng đã thiết lập các dự án quốc gia về sản xuất thông minh. Điều này cho thấy sản xuất

thông minh đã trở thành một chủ đề quan trọng đối với các nhà nghiên cứu và các nhà phát triển chính sách công nghiệp trên toàn thế giới<sup>1</sup> (xem Bảng 1.1).

**Bảng 1.1: Tóm tắt các chương trình sản xuất thông minh của một số quốc gia**

Quốc gia	Chương trình, chính sách sản xuất thông minh	Nguồn lực đầu tư
Áo	Các dự án R&D liên kết với Công nghiệp 4.0.	250 triệu Euro (khoảng 280 triệu USD)
Trung Quốc	- Chương trình “Sản xuất tại Trung Quốc 2025” (Made in China 2025 Program); - Kế hoạch thực hiện cho Dự án đặc biệt về sản xuất thông minh năm 2016.	Tổng kinh phí chưa quy định cụ thể. Tính đến thời điểm này, Trung Quốc đang đầu tư hơn 3 tỷ USD
Liên minh châu Âu (EU)	Chương trình Nhà máy tương lai (Factories of the Future)	7 tỷ Euro (7,8 tỷ USD) (từ năm 2013 đến năm 2020)
Đức	Chương trình Công nghiệp 4.0.	500 triệu Euro (khoảng 550 triệu USD)
Thụy Điển	Chiến lược công nghiệp thông minh (Smart Industries Strategy).	163 triệu SEK (khoảng 18 triệu USD) cho các chương trình hỗ trợ sản xuất thông minh khác nhau
Anh	Chương trình Sản xuất giá trị cao (High-Value Manufacturing Catapult), một mạng lưới gồm 07 viện công nghệ sản xuất tiên tiến và 1 Trung tâm công nghệ sản xuất.	140 triệu Bảng (220 triệu USD)

1. Stephen, JE. A policymaker's guide to smart manufacturing. Report, Information Technology & Innovation Foundation, Washington DC, November 2016.

Quốc gia	Chương trình, chính sách sản xuất thông minh	Nguồn lực đầu tư
Hoa Kỳ	Chương trình Sản xuất Hoa Kỳ. Có 04 cơ quan chính gồm Viện đổi mới thiết kế và sản xuất kỹ thuật số IMI (DMDII); America Makes; Viện sản xuất năng lượng sạch thông minh (Clean Energy Smart Manufacturing Institute); Viện cải tiến sản xuất vật liệu tổng hợp tiên tiến (Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation) tham gia Chương trình sản xuất thông minh.	Đầu tư công 240 triệu USD; từ các nguồn kinh phí của tập đoàn tư nhân 460 triệu USD

### **3.3. Lợi ích của sản xuất thông minh**

*Cải thiện năng suất:* Các quy trình sản xuất thông minh cho phép truy cập, sử dụng và khai thác nhiều hơn hệ thống dữ liệu trong mạng lưới chuỗi cung ứng. Dữ liệu theo thời gian thực sẽ giúp doanh nghiệp dự báo năng lực sản xuất để đáp ứng yêu cầu của thị trường và khách hàng một cách hiệu quả nhất. Nhờ vậy, doanh nghiệp sẽ cung cấp các sản phẩm cần thiết, không bị hiện tượng dư thừa, tồn kho,... nhờ đó tác động trực tiếp vào việc nâng cao năng suất của doanh nghiệp.

*Tạo ra các sản phẩm mới và chất lượng cao hơn:* Khi năng suất được cải thiện, doanh nghiệp sẽ tiết kiệm được tài chính để đầu tư vào hoạt động nghiên cứu và phát triển sản phẩm. Phân tích dữ liệu lớn trong sản xuất thông minh giúp doanh nghiệp thấy được nhu cầu của khách hàng đối với sản phẩm của doanh nghiệp, qua đó tập trung nghiên cứu và phát triển các sản phẩm mới, có chất lượng cao hơn.

*Tạo ra lực lượng lao động am hiểu công nghệ:* Áp dụng sản xuất thông minh là một cách thức để doanh nghiệp thu hút lực lượng lao động trẻ, am hiểu công nghệ vì sản xuất thông minh chủ yếu dựa vào nền tảng các công nghệ chủ chốt trong cách mạng công nghiệp 4.0. Sử dụng dữ liệu thống nhất và minh bạch trong sản xuất thông minh giúp nhân viên có cơ hội nghiên cứu và phát triển sản phẩm mới, tăng năng suất. Do đó, sản xuất thông minh lại là động lực thu hút một lực lượng lao động đông đảo, có khả năng và trình độ am hiểu công nghệ cao.

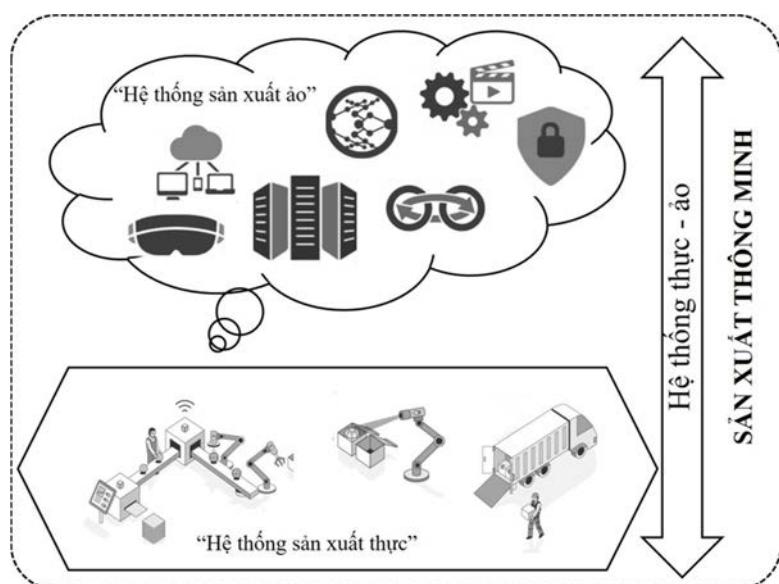
*Sử dụng hiệu quả năng lượng:* Sản xuất thông minh giúp tối ưu hóa quá trình sản xuất, qua đó có thể giảm lượng khí thải carbon, giảm chất thải trong quá trình sản xuất. Đặc biệt, với các ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng, sản xuất thông minh sẽ là công cụ đặc biệt để giúp doanh nghiệp sử dụng tiết kiệm năng lượng, giảm chất thải, qua đó giúp giảm giá thành sản phẩm.

*Mở rộng không gian sản xuất:* Sản xuất thông minh không chỉ giới hạn phạm vi sản xuất tại một đơn vị sản xuất, mà có thể được tối ưu hóa theo mạng lưới của nhiều đơn vị sản xuất trong cùng hệ thống.

### **3.4. Nền tảng cốt lõi của sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0**

Nền tảng cốt lõi của sản xuất thông minh là “hệ thống thực - ảo” (Cyber-Physical Systems, CPS) bao gồm: “hệ thống sản xuất thực” (hệ thống sản xuất vật lý gồm: máy móc, phương tiện, các quy trình sản xuất...) và “hệ thống sản xuất ảo” (hệ thống sản xuất mạng gồm: công nghệ nhận dạng qua tần số vô tuyến (Radio Frequency Identification, RFID), công nghệ cảm biến, công nghệ vi xử lý, công nghệ thông tin viễn thông; “hệ thống nhúng” (Embedded Systems, ES)...).

CPS cung cấp cái nhìn tổng quan về sản xuất thông minh đối với vòng đời của một sản phẩm, bắt đầu từ giai đoạn thiết kế sản phẩm, sản xuất, kinh doanh, bảo trì, khai thác và tái chế sản phẩm đó.



**Hình 1.3: Hệ thống thực - ảo trong sản xuất thông minh**

CPS cho phép tối ưu hóa quá trình trao đổi các thông tin cần thiết để sản xuất, đồng thời kiểm soát toàn bộ quy trình sản xuất dựa trên nền tảng IoT (xem Hình 1.3). Thông qua hệ thống sản xuất ảo với sự tích hợp của hạ tầng công nghệ thông tin và các phần mềm ứng dụng, CPS được “kích hoạt” bởi sự tham gia của con người, máy móc, thiết bị. Hay nói cách khác, con người (bao gồm: nhà sản xuất, người tiêu dùng...) không chỉ tham gia trực tiếp vào quản lý và kiểm soát hệ thống sản xuất thông minh, mà còn được “nhúng” vào trong hệ thống sản xuất thông minh thành một thể thống nhất.

Khác với các hệ thống sản xuất thông thường hiện nay, CPS trong hệ thống sản xuất thông minh có thể được coi là hệ thống

của các hệ thống với sự tham gia của nhiều lĩnh vực khác như: kỹ thuật cơ khí, kỹ thuật điện, khoa học máy tính...

Sự chuyển đổi từ công nghiệp truyền thống hiện nay sang cách mạng công nghiệp 4.0 gắn liền với việc hình thành và phát triển hệ thống sản xuất thông minh. CPS sẽ tạo ra nhiều thách thức mới về công nghệ, mô hình tổ chức sản xuất và với người lao động trong doanh nghiệp. Con người, máy móc và hệ thống sản xuất ảo sẽ tương tác chặt chẽ, hiệu quả và an toàn với nhau thông qua các giao diện phù hợp để hình thành nên mô hình sản xuất kinh doanh mới, giúp doanh nghiệp nâng cao năng suất, đạt lợi nhuận cao.

Các thành tựu của cách mạng công nghiệp 4.0 và các ý tưởng đổi mới, sáng tạo sẽ là nền tảng vững chắc để giúp các doanh nghiệp vượt qua những thách thức của quá trình chuyển đổi từ sản xuất truyền thống sang sản xuất thông minh.

### **3.5. Đặc điểm và mô hình tương tác trong hệ thống thực - ảo**

Hệ thống thực - ảo là một hệ thống tích hợp hệ thống sản xuất ảo và hệ thống sản xuất thực.

Các cấu phần của CPS hoạt động độc lập với nhau, có sự kết nối, trao đổi thông tin và tương tác trong các tình huống khác nhau, ở tất cả các cấp độ từ máy móc, quy trình, phân xưởng và doanh nghiệp<sup>1</sup>. Hệ thống sản xuất ảo sẽ cho phép tương tác với các thiết bị, máy móc và con người... trong hệ thống sản xuất thực thông qua hệ thống cảm biến.

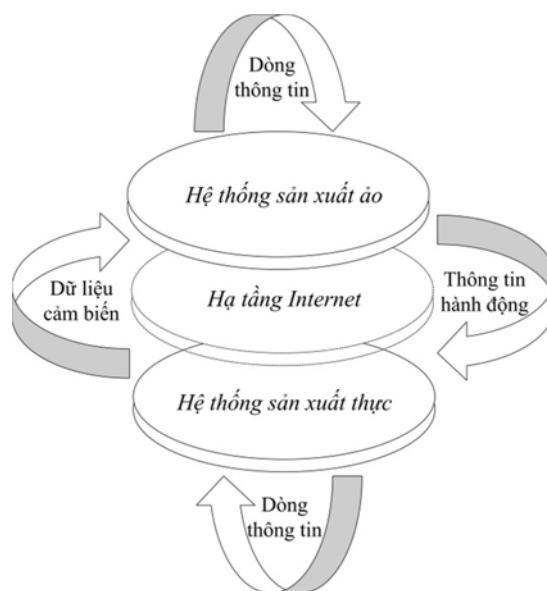
Các cấu phần thực hiện sản xuất là thành phần quan trọng của hệ thống sản xuất thực. Hệ thống sản xuất thực cho phép

---

1. Kusiak, A. A four-part plan for smart manufacturing. ISE Mag 2017; 49: 43–47.

tương tác với hệ thống công nghệ thông tin và truyền thông, công nghệ điều khiển... trong hệ thống sản xuất ảo.

Tương tác giữa hệ thống sản xuất thực và hệ thống sản xuất ảo sẽ giúp doanh nghiệp tối ưu hóa quá trình sản xuất giúp doanh nghiệp đưa ra quyết định tốt nhất để đáp ứng nhanh chóng nhu cầu của thị trường và yêu cầu của khách hàng (xem Hình 1.4).



**Hình 1.4: Mô hình tương tác trong hệ thống thực - ảo**

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: D. S. Eric, K. Kyoung-sook, E. Subrahmanian, R. Lee, F. J. de Vaulx, Y. Murakami, K. Zettsu, R. D. Sriram, (2013), A Vision of Cyber - Physical Cloud Computing for Smart Networked Systems. National Institute of Information and Communications Technology, Department of Commerce, pp. 61.

Qua hệ thống cảm biến, CPS có thể nhận dữ liệu trực tiếp từ hệ thống sản xuất thực và chuyển đổi chúng thành tín hiệu số. CPS có thể chia sẻ thông tin và dữ liệu để kết nối với các mạng kỹ thuật số.

CPS sẽ cho phép và hỗ trợ giao tiếp giữa con người, máy móc và sản phẩm. Các cấu phần của một CPS có thể thu thập và xử lý dữ liệu, đồng thời có thể tự kiểm soát một số nhiệm vụ cụ thể và tương tác với con người thông qua hệ thống các giao diện.

Như vậy, có thể hiểu một cách đơn giản nhất, CPS là sự tích hợp của máy tính, mạng, hệ thống thiết bị, máy móc trong hệ thống sản xuất. Đây là sự tích hợp của rất nhiều công cụ và hệ thống nhằm giúp cho quá trình sản xuất của doanh nghiệp trở nên linh hoạt và thông minh hơn.

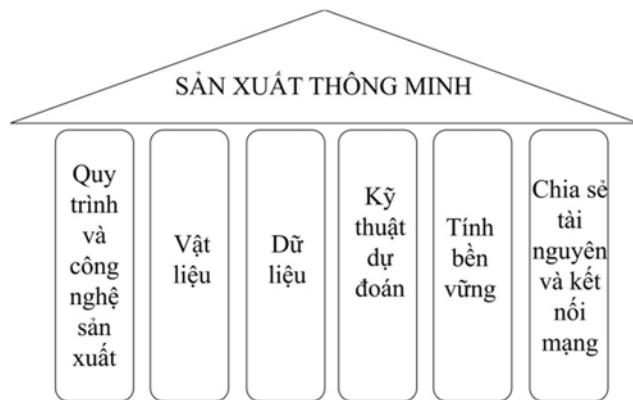
Thông qua phương pháp phân tích và mô phỏng, CPS sẽ dự đoán về các thách thức của hệ thống sản xuất hiện tại đối với hoạt động của mạng cảm biến, bộ truyền động thông minh, cơ sở dữ liệu... và đặc biệt là các giao thức truyền thông. CPS được dựa trên sự phát triển mới nhất của khoa học máy tính (Computer Science, CS), công nghệ thông tin và truyền thông (Information and Communications Technology, ICT), khoa học và công nghệ sản xuất (Machining Science and Technology, MST)... Đây đồng thời cũng là các ngành khoa học, công nghệ trụ cột của cách mạng công nghiệp 4.0.

Có thể nói, trong sản xuất thông minh, CPS cung cấp các lợi thế về chất lượng, thời gian và chi phí so với sản xuất truyền thống. Sản xuất thông minh được thiết kế theo mô hình hoạt động sản xuất gắn với hoạt động kinh doanh định hướng dịch vụ và phát triển bền vững. Mô hình sản xuất thông minh có tính thích ứng, tự thích ứng, linh hoạt và quản lý rủi ro.

Đây là một cuộc cách mạng về sản xuất. Sản xuất thông minh không chỉ dẫn đến đổi mới về công nghệ, nâng cao năng suất, tiết kiệm chi phí và thời gian, mà còn hướng đến bảo vệ môi trường, thúc đẩy phát triển bền vững, tạo ra sự kết nối về không gian mạng giữa các đối tượng sản xuất, mở ra nhiều cơ hội, thị trường mới cho doanh nghiệp trong cách mạng công nghiệp 4.0.

#### 4. Các trụ cột trong sản xuất thông minh

Về cơ bản, sản xuất thông minh có 6 trụ cột chính là: (1) quy trình và công nghệ sản xuất, (2) vật liệu, (3) dữ liệu, (4) kỹ thuật dự đoán, (5) tính bền vững, (6) chia sẻ tài nguyên và kết nối mạng (xem Hình 1.5).



**Hình 1.5: Các trụ cột trong sản xuất thông minh**

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: Kusiak, A. Smart manufacturing. Int J Prod Res 2017; 14: 1–10.

##### **Trụ cột 1: Quy trình và công nghệ sản xuất**

Dự kiến trong những năm tới, sự xuất hiện của quy trình và công nghệ sản xuất sẽ dẫn đến sự xuất hiện của các thành phần vật liệu và sản phẩm mới. Sản xuất 3D là một ví dụ về công nghệ mới, thúc đẩy sự phát triển của các vật liệu mới. Sản xuất 3D tác động đến việc thiết kế và sản xuất các sản phẩm, mở ra "cánh cửa" cho các ứng dụng mới như sản xuất sinh học (biomanufacturing).

Trong hệ thống sản xuất thông minh, quy trình và công nghệ sản xuất sẽ được tích hợp nhiều hơn. Ví dụ: việc tích hợp các vật liệu mới, quy trình thiết kế sản phẩm và quy trình sản xuất sẽ dẫn đến việc hình thành và phát triển các loại sản phẩm, thiết bị mới và quy trình và công nghệ sản xuất sản phẩm và thiết bị đó.

**Trụ cột 2: Vật liệu**

Sản xuất thông minh không phải là con đường phát triển của các vật liệu thông minh (ví dụ: hợp kim nhớ hình (Shape Memory Alloys, SMA). SMA là các hợp kim có khả năng ghi nhớ hình dạng ban đầu của chúng, được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực như: y sinh, cơ khí chế tạo, hay chế tạo các bộ tạo xung trong ngành điện...).

Vật liệu thông minh và các sản phẩm thông minh sẽ được hình thành và đi theo con đường phát triển riêng. Sản xuất thông minh là con đường phát triển cho tất cả các loại vật liệu, bao gồm: vật liệu hữu cơ, vật liệu sinh học và các vật liệu cần thiết khác để sản xuất các sản phẩm trong tương lai. Một số vật liệu mới sẽ hình thành với các quy trình mới trong sản xuất thông minh.

**Trụ cột 3: Dữ liệu**

Trong thập kỷ qua, chúng ta đang chứng kiến “sự phục hưng” của việc sử dụng dữ liệu trong sản xuất. Trong số đó, rất nhiều dữ liệu đã được sử dụng hiệu quả thông qua việc tích hợp với các cảm biến, công nghệ không dây và công nghệ phân tích dữ liệu.

Trong sản xuất thông minh, việc thu thập dữ liệu sẽ lớn hơn do dữ liệu đến từ nhiều nguồn khác nhau, từ các đặc tính vật liệu, từ các thông số của khách hàng, nhà cung cấp... Dữ liệu sẽ được sử dụng hiệu quả cho tất cả các hoạt động sản xuất của doanh nghiệp từ nhà máy, mạng lưới cung cấp, cửa hàng, chuỗi cung ứng... và được sử dụng để xây dựng các mô hình dự đoán. Bên cạnh đó, dữ liệu là nguồn tốt nhất để lưu giữ các kiến thức cũ, khai thác các kiến thức mới liên quan đến sản xuất của doanh nghiệp.

**Trụ cột 4: Kỹ thuật dự đoán**

Kỹ thuật dự đoán là một trong những trụ cột được bổ sung mới nhất vào hệ thống các giải pháp hỗ trợ sản xuất. Qua đó,

thay vì “phản ứng”, các doanh nghiệp sẽ “dự đoán” và chủ động có các giải pháp xử lý vấn đề.

Theo truyền thống, các ngành công nghiệp sản xuất tập trung vào việc sử dụng dữ liệu để phân tích, giám sát và kiểm soát quá trình sản xuất. Ví dụ: phân tích năng suất, giám sát quá trình và kiểm soát chất lượng. Six sigma<sup>1</sup> và các công cụ nâng cao năng suất, chất lượng của doanh nghiệp tập trung phân tích dữ liệu của doanh nghiệp, qua đó đưa ra các giải pháp có tác động nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm và dịch vụ hiện tại của doanh nghiệp. Tuy nhiên, phần lớn các giải pháp truyền thống đều chỉ tập trung vào các công cụ, giải pháp để xử lý vấn đề của quá khứ và hiện tại, chưa có các công cụ, giải pháp có thể dự đoán và xử lý các vấn đề tương lai của các quy trình và hệ thống sản xuất.

Kỹ thuật dự đoán đưa ra các “mô hình số” (Digital Models) để dự đoán các vấn đề sản xuất của doanh nghiệp trong tương lai. Những mô hình như vậy sẽ cho phép khám phá “các không gian trong tương lai” trong đó có sự tồn tại của các công nghệ hiện có và các công nghệ mới chưa từng thấy trước đây. Đó có thể là một mô hình có phạm vi giới hạn (ví dụ: “mô hình số” về chuỗi cung ứng) hoặc một mô hình tích hợp nhiều hệ thống (ví dụ: “mô hình số” về tích hợp năng suất, chất lượng sản phẩm, năng lượng và vận chuyển) để hỗ trợ các quyết định liên quan đến sản xuất trong tương lai, đáp ứng yêu cầu của thị trường.

---

1. Có nhiều khái niệm về Six sigma. Tuy nhiên có thể hiểu, Six sigma là một hệ phương pháp cải tiến quy trình dựa trên thống kê với mục đích giảm thiểu tỷ lệ sai sót hay khuyết tật đến mức hoàn hảo nhất. Six sigma tiếp cận theo chu trình cải tiến qua 5 bước: Xác định (Define); Đo lường (Measure); Phân tích (Analyze); Cải tiến (Improve); Kiểm soát (Control), gọi tắt là DMAIC (BT.)

### ***Trụ cột 5: Tính bền vững***

Tính bền vững sẽ có tầm quan trọng hàng đầu trong sản xuất thông minh. Mục tiêu của tính bền vững là giải quyết triệt để các vấn đề của vật liệu, quy trình sản xuất, năng lượng và chất ô nhiễm sinh ra trong quá trình sản xuất. Tính bền vững của sản xuất thông minh được thể hiện trong sản phẩm và thị trường. Các sản phẩm và quy trình được thực hiện theo các tiêu chí bền vững sẽ mang lại nhiều lợi ích cho doanh nghiệp. Thiết kế sản phẩm có tính bền vững sẽ thúc đẩy sản xuất của doanh nghiệp, và ngược lại, xây dựng quy trình sản xuất bền vững sẽ tác động đến thiết kế sản phẩm có tính bền vững.

Tính bền vững không chỉ thể hiện ở sản phẩm được sản xuất, mà còn thể hiện ở cách thức sản xuất ra sản phẩm đó. Ví dụ, đối với các sản phẩm được tạo ra từ công nghệ in 3D: tính bền vững không chỉ thể hiện ở sản phẩm mà còn được thể hiện ở quy trình sản xuất in 3D, quy trình để tạo ra các thiết kế của sản phẩm.

### ***Trụ cột 6: Chia sẻ tài nguyên và kết nối mạng***

Hệ thống sản xuất thông minh đang trở thành hệ thống kỹ thuật số và ảo. Trong khi quá trình sản xuất với máy móc, thiết bị và con người được thực hiện ở hệ thống sản xuất thực, phần lớn các hoạt động sáng tạo và ra quyết định sẽ diễn ra trong hệ thống sản xuất ảo. Ở một góc độ nào đó, hệ thống sản xuất ảo là một môi trường có tính minh bạch cao. Do đó, các trang thiết bị sản xuất và tài sản trí tuệ của doanh nghiệp trong hệ thống sản xuất thực sẽ được bảo vệ. Sự tách biệt hệ thống sản xuất thực và hệ thống sản xuất ảo này sẽ cho phép các doanh nghiệp sử dụng chung các nguồn lực tài nguyên, tiết kiệm nguồn lực, chi phí và tăng năng suất.

Với quan điểm này, sản xuất thông minh sẽ thu được nhiều lợi ích trên cơ sở chia sẻ thiết bị sản xuất, phần mềm, công cụ và quan trọng nhất là "không gian sáng tạo" cho sản xuất. Tuy

nhiên, việc chia sẻ "không gian sáng tạo" là một thách thức. Việc áp dụng các nguyên tắc chia sẻ tài nguyên thông tin, dữ liệu như của Facebook và Wikipedia cho các lĩnh vực sản xuất khác nhau là không dễ dàng. Trong sản xuất thông minh, tất cả các giao dịch chia sẻ tài nguyên sẽ được thực hiện chủ yếu trong hệ thống sản xuất ảo nhiều hơn trong hệ thống sản xuất thực.

Có thể nói, vai trò của các nhà máy sản xuất tự động hóa đã được chứng minh từ nhiều thập kỷ trước. Trong giai đoạn tới, một số nhà máy thông minh sẽ được tự động hóa cao. Tuy nhiên, sản xuất thông minh không phải là việc nâng cao mức độ tự động hóa trong sản xuất; mà là quá trình tiến hóa, mô phỏng và tối ưu hóa quá trình sản xuất của doanh nghiệp. Phạm vi mô phỏng và tối ưu hóa quá trình sản xuất thông minh sẽ phụ thuộc vào các dữ liệu và công cụ có sẵn của doanh nghiệp. Mức độ "thông minh" của một doanh nghiệp sẽ được xác định theo mức độ "ánh xạ" của quá trình sản xuất của doanh nghiệp trong hệ thống sản xuất thực trên hệ thống sản xuất ảo. Các nhà nghiên cứu gọi mức độ "ánh xạ" này là "bản sao số" (Digital twin).

## **5. Một số mô hình doanh nghiệp áp dụng sản xuất thông minh trên thế giới**

Nhìn chung, sản xuất thông minh có thể được hiểu là một quy trình sử dụng máy móc kết nối Internet để giám sát quá trình sản xuất của một doanh nghiệp. Mục tiêu chính của sản xuất thông minh là xác định các cơ hội để nâng cao mức độ tự động hóa các hoạt động sản xuất và sử dụng phân tích dữ liệu để cải thiện hiệu suất tổng thể của quy trình sản xuất. Trong thời đại sản xuất thông minh, toàn bộ chuỗi sản xuất (bao gồm nhà cung cấp, hậu cần, quản lý vòng đời sản phẩm...) sẽ được kết nối qua các ranh giới doanh nghiệp.

Trong các quốc gia đang triển khai mạnh mẽ việc áp dụng sản xuất thông minh, Hoa Kỳ, Đức, Nhật Bản và Hàn Quốc là

các quốc gia thuộc nhóm đi đầu. Năm 2019, Bộ Thương mại, Công nghiệp và Năng lượng Hàn Quốc (MOTIE) đã công bố kết quả phân tích trình độ công nghệ sản xuất thông minh của 6 nước đi đầu về công nghệ thông minh trên thế giới (với 7 lĩnh vực, 25 công nghệ cụ thể). Theo đó, Hàn Quốc xếp ở vị trí thứ 5 trong nhóm này. Theo kết quả trên, Hoa Kỳ được xem là quốc gia đi đầu về công nghệ (giả thiết đạt 100% tiêu chuẩn), trình độ công nghệ của Đức đạt 93,4% (kém 0,4 năm), Nhật Bản là 79,9% (kém 1,5 năm), Liên minh châu Âu (EU) là 79,6% (kém 1,5 năm), Hàn Quốc là 72,3% (kém 2,5 năm) và Trung Quốc là 66% (kém 3,1 năm)<sup>1</sup>. Sản xuất thông minh là mô hình sản xuất tương lai, kết nối tất cả các công đoạn sản xuất bằng công nghệ chủ chốt ứng dụng trí tuệ nhân tạo vào giải quyết các vấn đề tại công xưởng, đáp ứng nhanh yêu cầu mới từ thị trường. Hoa Kỳ sở hữu công nghệ cao nhất ở 6 lĩnh vực (IoT, dữ liệu lớn, điện toán đám mây, cảm ứng, năng lượng thông minh, hệ thống thực - ảo); Hàn Quốc sở hữu công nghệ cao nhất ở hạng mục viễn thông Internet; Đức đứng đầu ở lĩnh vực hệ thống điều khiển, robot...

Riêng với Hàn Quốc, Chính phủ Hàn Quốc đã xây dựng biện pháp nhằm thúc đẩy việc hình thành 30.000 nhà máy thông minh vào năm 2022. Chính phủ nước này kỳ vọng rằng, các công ty trong ngành sản xuất sẽ tạo ra 66.000 việc làm thông qua tự động hóa 50% cơ sở sản xuất và tăng doanh thu lên 18 nghìn tỷ won (16 tỷ USD). Chính phủ Hàn Quốc cũng xây dựng các chính sách ưu đãi cho các công ty lớn ủng hộ dự án Chính phủ để xây dựng các nhà máy thông minh cho các công ty nhỏ hơn. Bốn tập đoàn như: Samsung Electronics Co., Samsung Display Co., Hyundai Motor Co. và POSCO Group đã huy động

---

1. Yong-Ki Min, Sang-Gun Lee, Yaichi Aoshima, "A comparative study on industrial spillover effects among Korea, China, the USA, Germany and Japan", Industrial Management & Data Systems, Vol. 119 Issue: 3, 2019, pp.454-472.

được 12,1 tỷ won (10,76 triệu USD) và hiện đang hỗ trợ cho 60 công ty. Hơn nữa, Chính phủ sẽ thành lập một trung tâm dữ liệu lớn để thu thập, phân tích và sử dụng dữ liệu sản xuất ở cấp quốc gia và đào tạo 100.000 kỹ sư nhà máy thông minh lành nghề vào năm 2022.

Một số mô hình doanh nghiệp áp dụng sản xuất thông minh trên thế giới:

### **5.1. Nhà sản xuất công cụ điện Black & Decker (Power tool manufacturer Black & Decker)**

Nhà sản xuất công cụ điện Black & Decker đã liên kết với Cisco để cung cấp giải pháp Internet kết nối vạn vật giúp tăng khả năng hiển thị và giảm độ phức tạp trong nhà máy sản xuất của hãng tại Reynosa, Mexico.

Black & Decker đã phối hợp với Cisco để triển khai kết nối không dây; kết hợp với Aeroscout Industrial để cung cấp các giải pháp hỗ trợ doanh nghiệp. Black & Decker đã triển khai một hệ thống định vị theo thời gian thực dưới dạng Thẻ nhận dạng tần số vô tuyến Wi-Fi (Wifi RFID) được gắn với tất cả các vật liệu để dễ dàng theo dõi.

Các thẻ Wi-Fi của Aeroscout được tích hợp với Bộ điều khiển logic lập trình (Programmable Logic Controller) của doanh nghiệp, giúp theo dõi, kiểm soát chất lượng sản phẩm, cung cấp kết quả ngay sau khi sản phẩm ra đến thị trường. Điều này cho phép doanh nghiệp có thể quản lý được toàn bộ quy trình sản xuất, qua đó có thể kiểm soát tốc độ các quy trình và việc hoàn thành nhiệm vụ tương ứng của nhân viên.

Doanh nghiệp đạt được hiệu quả lao động ước tính lớn hơn 10% và sử dụng tốt hơn các nguồn lực quan trọng của lao động, giúp cải thiện tỷ lệ sử dụng từ 80% đến 90%. Việc áp dụng sản xuất thông minh cũng dẫn đến cải thiện chất lượng với tỷ lệ giảm sản phẩm lỗi là 16%.

## **5.2. Công ty Hirotec Nhật Bản (Japanese Company Hirotec Group)**

Hirotec là một trong những công ty sản xuất tư nhân lớn nhất trong thị trường ôtô toàn cầu, đã áp dụng sản xuất thông minh để giải quyết thời gian ngừng hoạt động ngoài dự kiến của doanh nghiệp.

Một trong những ưu tiên quan trọng của Hirotec là bảo đảm hoạt động liên tục, giảm thiểu thời gian ngừng hoạt động ngoài dự kiến trong các cơ sở sản xuất của mình.

Với sự ra đời của các mô hình sản xuất thông minh, Hirotec nhận ra rằng, “phân tích dự đoán” là chìa khóa nhằm đạt được những cải tiến trong hoạt động sản xuất của doanh nghiệp bằng cách loại bỏ thời gian ngừng hoạt động ngoài dự kiến.

Để đạt được điều này, công ty đã tích hợp nền tảng IoT từ đối tác PTC của Hewlett Packard Enterprise (HPE) với các hệ thống HPE Edgeline, qua đó tăng cường khả năng phân tích dự đoán.

Hirotec đã hoàn thành 03 thử nghiệm dựa trên nền tảng IoT. Dữ liệu đầu tiên được thu thập và phân tích từ 8 máy điều khiển số máy tính (Computer Numerical Control, CNC) trong nhà máy Hirotec tại Detroit. Trong một thử điểm khác, Hirotec đã triển khai nền tảng để thực hiện hình ảnh từ xa của dây chuyền kiểm tra hệ thống xả tự động. Nguồn dữ liệu cho thử nghiệm này bao gồm: robot kiểm tra, cảm biến lực, thiết bị đo laser và máy ảnh. Ngoài ra, Hirotec triển khai hệ thống để thực hiện trực quan hóa thời gian thực và thực hiện việc báo cáo tự động về toàn bộ dây chuyền sản xuất của một cơ sở sản xuất cửa ôtô.

Thông qua các thử nghiệm, Hirotec đã thành công trong việc hiển thị thời gian thực trong hoạt động kinh doanh của doanh nghiệp, qua đó cho phép công ty giải quyết các vấn đề ảnh hưởng đến hiệu suất, hiệu quả của doanh nghiệp. Giải

pháp này cũng giúp Hirotec dự đoán và ngăn ngừa sự cố trong các hệ thống quan trọng như dây chuyền kiểm tra hệ thống xả của doanh nghiệp.

### **5.3. Tập đoàn AW North Carolina (AWNC)**

AW North Carolina, Inc. (AWNC) là nhà sản xuất các bộ phận truyền và tự động, đang sử dụng công nghệ sản xuất thông minh của Cisco để cải thiện hiệu quả của nhà máy sản xuất.

Với hơn 2.000 nhân viên, nhà máy AWNC 1,3 triệu feet vuông đã cung cấp cho Toyota hơn 600.000 lượt truyền mỗi năm. Với hơn 3.000 lượt truyền đến từ mỗi nhà máy hàng ngày, việc ngừng hoạt động sẽ gây tổn thất to lớn cho doanh nghiệp.

AWNC đã triển khai hệ thống liên lạc thống nhất trong các nhà máy. AWNC đã cài đặt kết cấu hạ tầng mạng của Cisco với các điểm truy cập, bộ chuyển mạch và bộ điều khiển để phủ sóng Wi-Fi an toàn tới hơn một triệu feet vuông của nhà máy. Ngoài ra, một hệ thống FlexPod mới cung cấp tính toán mạng và lưu trữ tích hợp. Các giải pháp FlexPod bao gồm máy chủ Hệ thống điện toán hợp nhất của Cisco (Cisco Unified Computing System, Cisco UCS), thiết bị chuyển mạch Nexus của Cisco và hệ thống lưu trữ hợp nhất NetApp. Kiến trúc FlexPod có thể được tối ưu hóa cho phép nhiều công việc hỗn hợp được thực hiện trong hệ thống sản xuất thực và hệ thống sản xuất ảo.

Nền tảng sản xuất thông minh đã giúp AWNC áp dụng công nghệ điện toán đám mây, triển khai công cụ kế hoạch nguồn lực doanh nghiệp và hệ thống thực thi sản xuất mới để tự động hóa, phân tích dữ liệu và quy trình của doanh nghiệp. Việc áp dụng công nghệ này giúp quá trình sản xuất của doanh nghiệp không bị gián đoạn hoặc dừng thời gian hoạt động.

## *Chương 2*

# **MỘT SỐ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU HIỆN TẠI VÀ TƯƠNG LAI VỀ SẢN XUẤT THÔNG MINH**

Các vấn đề nghiên cứu hiện tại và tương lai của sản xuất thông minh được lựa chọn để trình bày trong chương này. Sản xuất thông minh là sáng kiến bao trùm, thay đổi mô hình sản xuất hiện tại, do đó, nghiên cứu về sản xuất thông minh sẽ gồm nhiều vấn đề, nội dung có liên quan ở hiện tại và trong tương lai. Nhiều khái niệm, thuật ngữ, quan điểm và mô hình sản xuất thông minh mới được giới học giả và doanh nghiệp chấp nhận, tiếp tục phát triển, mở rộng tiềm năng của sản xuất thông minh. Thuật ngữ sản xuất thông minh sẽ tiếp tục là “sức hút” lớn đối với các nhà nghiên cứu, các học giả... trong tương lai. Mặc dù đã có những nghiên cứu thành công về sản xuất thông minh, nhưng đây mới đang ở giai đoạn đầu. Sự quan tâm của Chính phủ, doanh nghiệp, người dân và xã hội, đặc biệt là sự quan tâm cao từ các ngành công nghiệp sẽ là động lực quan trọng cho sự phát triển nhanh chóng của sản xuất thông minh trong tương lai gần.

### **1. Một số phương pháp nghiên cứu về sản xuất thông minh**

#### **1.1. Phương pháp mô hình tham chiếu (Reference Models)**

Phương pháp mô hình tham chiếu thường được áp dụng để nghiên cứu, mô tả về các quan điểm, khái niệm và thuật ngữ

trong sản xuất thông minh vì hệ thống sản xuất thông minh có rất nhiều tiêu chuẩn kỹ thuật phức tạp từ các ngành, lĩnh vực khác nhau<sup>1</sup>.

Trong sản xuất thông minh, không gian thực và không gian ảo đang ngày càng hội tụ. Báo cáo về mô hình kiến trúc tham chiếu về Công nghiệp 4.0 (Reference Architecture Model Industrie 4.0, RAMI 4.0) đã làm rõ mô hình công nghệ, lợi ích của công nghệ đối với tự động hóa và một số vấn đề liên quan trong sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0.

RAMI 4.0 cho phép mọi đối tượng tham gia vào sản xuất thông minh và cách mạng công nghiệp 4.0. RAMI 4.0 sử dụng chung một hệ chuẩn để có thể trao đổi, tương tác với nhau. Hình 2.1 mô tả sơ lược mô hình RAMI 4.0.

Ý nghĩa các chiêu của RAMI 4.0:

- Vòng đời và dòng giá trị (*Life cycle & value stream*) của các thiết bị sản xuất và sản phẩm được mô tả dựa trên tiêu chuẩn IEC 62890, được chia thành 6 lớp:

- + Lớp tài sản (*Asset Layer*): bao gồm các thiết bị, máy móc, tài sản, con người trong không gian thực.

- + Lớp tích hợp (*Integration Layer*): thực hiện việc số hóa, ảo hóa các thiết bị, máy móc, tài sản trong Lớp tài sản.

- + Lớp giao tiếp (*Communication Layer*): làm rõ các phương thức giao tiếp, bảo đảm các đối tượng trong Lớp tài sản giao tiếp được với nhau.

- + Lớp thông tin (*Information Layer*): thực hiện việc lưu trữ các thông tin cần thiết phục vụ công tác quản lý, điều hành, theo dõi và điều khiển của Lớp tài sản.

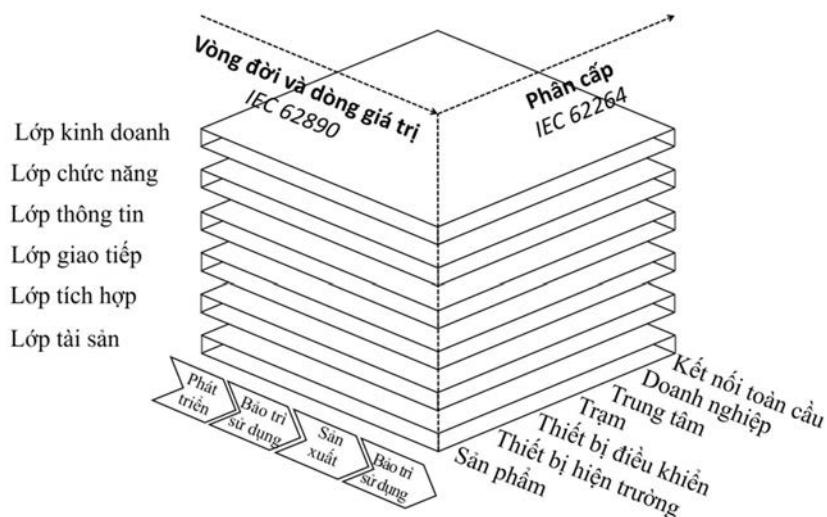
---

1. VDI/VDE, ZVEI, “Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0): Status Report,” 2015.

+ Lớp chức năng (*Functional Layer*): bao gồm các chức năng hoạt động của Lớp tài sản đã được số hóa, ảo hóa.

+ Lớp kinh doanh (*Business Layer*): bao gồm các quy trình về các hoạt động sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp.

- Phân cấp (*Hierarchy Levels*) được phát triển từ tiêu chuẩn IEC 62264 về mô hình phân cấp các hệ thống tự động hóa và công nghệ thông tin của một doanh nghiệp từ cấp sản phẩm (*Product*) đến cấp kết nối toàn cầu (*Connected world*).



**Hình 2.1: Mô hình RAMI 4.0**

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: VDI/VDE, ZVEI, “Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0): Status Report,” 2015.

Có thể nói, hiện nay, RAMI 4.0 là mô hình tham chiếu đã được chuẩn hóa và sử dụng rộng rãi trên thế giới, cho phép mô tả toàn bộ các khía cạnh quan trọng của sản xuất thông minh và cách mạng công nghiệp 4.0.

Hiện tại, không có một tiêu chuẩn đánh giá tổng thể về khả năng của hệ thống sản xuất thông minh trong cả vòng đời<sup>1</sup>. Do đó, một số vấn đề cần tiếp tục được nghiên cứu, cụ thể:

- Xây dựng các quan điểm, định nghĩa, khái niệm và mô hình sản xuất thông minh dựa trên các mô hình tham chiếu. Michael P. Papazoglou và Willem-Jan van den Heuvel đã phát triển một mô hình tham chiếu để phát triển hệ thống sản xuất thông minh có khả năng kết nối cao, kiểm soát sản xuất theo phân cấp. Hệ thống này sẽ cho phép kết nối, trao đổi thông tin, dữ liệu của các đối tượng trong quá trình sản xuất, sản xuất linh hoạt để đáp ứng các biến động sản phẩm của thị trường và khách hàng.

- Nghiên cứu chiến lược tiêu chuẩn hóa đối với quá trình sản xuất thông minh của doanh nghiệp.

- Nghiên cứu mối quan hệ giữa các thiết bị sản xuất, thiết bị theo dõi, điều khiển, thiết bị thông minh, hệ thống tự động hóa, hệ thống công nghệ thông tin trong sản xuất thông minh phù hợp với các loại hình doanh nghiệp cụ thể.

- Nghiên cứu các mô hình, cấp độ của sản xuất thông minh trong mô hình tham chiếu. Tiêu chuẩn IEC 62264 (được kế thừa và phát triển từ chuẩn ISA 95) phân chia hệ thống sản xuất thông minh thành 5 cấp từ cấp 1 tới cấp 5. Trong đó, các hệ thống sản xuất thông minh ở cấp độ 5 thông thường là các hệ thống công nghệ thông tin quản trị theo thời gian thực ở quy mô toàn doanh nghiệp. Một số công cụ công nghệ thông tin được sử dụng ở cấp độ 5 gồm: hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (Enterprise Resource Planning, ERP), hệ thống quản lý mối quan hệ với khách hàng (Customer Relationship

---

1. Y. Lu, K. C. Morris, and S. Frechette, “Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems,” National Institute of Standards and Technology, 2016.

Management, CRM), hệ thống quản lý chuỗi cung ứng (Supply Chain Management, SCM), hệ thống quản lý vòng đời sản phẩm (Product Life Management, PLM)...

- Nghiên cứu ảnh hưởng của mô hình tham chiếu trong sản xuất thông minh dưới góc độ các khía cạnh của xã hội.

### **1.2. Phương pháp trực quan hóa (Visualization)**

Trực quan hóa là phương pháp luận được dùng để nghiên cứu một nhóm vấn đề trong sản xuất thông minh. Trực quan hóa cũng là một công nghệ. Đây cũng là một phương pháp quan trọng để truyền đạt dữ liệu lớn, thông tin sản xuất phức tạp trong sản xuất thông minh.

Trực quan hóa đã trở thành một công cụ quan trọng trong nhiều lĩnh vực để giải thích về sự phức tạp của dữ liệu lớn. Phương pháp trực quan hóa có thể kết hợp hiệu quả với công nghệ thông tin và máy tính để giúp hiểu rõ hơn về dữ liệu, qua đó hỗ trợ doanh nghiệp trong việc ra quyết định ở một số tình huống phức tạp<sup>1</sup>.

Với sự tiến bộ của Công nghiệp 4.0, các dữ liệu mô phỏng và dữ liệu khác thu được từ sản xuất thông minh tiếp tục tăng nhanh theo cấp số nhân. Việc trích xuất thông tin hữu ích từ những dữ liệu này rất cần thiết để tối ưu hóa sản xuất thông minh. Trong những năm gần đây, trực quan hóa thường được sử dụng trong phân tích dữ liệu công nghiệp<sup>2</sup>. Từ các ngành công nghiệp chiến lược (chế biến nhiên liệu hạt nhân, sản xuất hàng không vũ trụ...) đến các ngành công nghiệp dân dụng (sản xuất ôtô và chế biến thực phẩm...) đều ứng dụng công nghệ trực quan

---

1. Liu S, Cui W, Wu Y et al, A survey on information visualization: recent advances and challenges. Vis Comput 30(12):1373–1393, 2014.

2. F Zhou, X Lin, C Liu, Y Zhao, P Xu, L Ren, T Xue, L Ren, A survey of visualization for smart manufacturing, Journal of Visualization, 1-17, 2018.

trong sản xuất thông minh. Từ lập kế hoạch sản xuất và mô phỏng đến giám sát và thử nghiệm sản xuất, trực quan hóa đã được áp dụng trong gần như toàn bộ vòng đời của quy trình trong sản xuất thông minh.

Trong sản xuất thông minh, con người đang phải đổi mới với việc tiếp nhận, xử lý lượng dữ liệu công nghiệp khổng lồ từ các nguồn dữ liệu được kết nối và số hóa khác nhau. Phân tích và sử dụng dữ liệu sẽ hỗ trợ cho việc ra quyết định ở các giai đoạn khác nhau trong toàn bộ vòng đời sản xuất. Trong những năm gần đây, trực quan hóa trở thành một phương pháp quan trọng để phân tích dữ liệu, thực hiện việc phân quyền để các bên liên quan cùng tham gia thực hiện việc đổi mới quy trình. Trong nghiên cứu của Fangfang Zhou, tác giả đã trình bày về các phương pháp trực quan được thiết kế riêng cho các ứng dụng sản xuất thông minh. Nhóm nghiên cứu giới thiệu một số ví dụ cụ thể về nghiên cứu, ứng dụng phương pháp này từ các giai đoạn khác nhau của vòng đời sản xuất. Trên cơ sở đó, nhóm nghiên cứu xác định các thách thức về công nghệ và chỉ ra hướng nghiên cứu trong tương lai về sản xuất thông minh.

Trực quan hóa có ý nghĩa quan trọng trong kỷ nguyên của cách mạng công nghiệp 4.0. Trực quan hóa và phân tích trực quan là các phương pháp hỗ trợ hiệu quả yêu cầu của sản xuất thông minh. Ngoài ra, trực quan hóa và phân tích trực quan có thể thúc đẩy các hoạt động đổi mới và sáng tạo nhằm thay đổi thiết kế, tối ưu hóa quy trình, đổi mới mô hình kinh doanh trong toàn bộ vòng đời sản phẩm.

Mặc dù nghiên cứu về trực quan hóa đã mang lại nhiều kết quả, nhưng vẫn còn một số vấn đề lớn đòi hỏi cần tiếp tục được nghiên cứu trong giai đoạn sắp tới. Cụ thể như sau:

- Tích hợp dữ liệu: Với sự phát triển nhanh chóng của Internet kết nối vạn vật và hệ thống thực - ảo, các nguồn dữ

liệu công nghiệp trong tương lai sẽ trở nên đa dạng hơn, nhưng tính không đồng nhất của dữ liệu sẽ tiếp tục tăng. Để tạo điều kiện cho phân tích dữ liệu công nghiệp, các nghiên cứu trong thời gian tới cần tập trung vào chất lượng và tính toàn vẹn của dữ liệu. Trong tương lai, trực quan hóa sẽ được áp dụng để tích hợp dữ liệu không đồng nhất.

- Bảo mật dữ liệu: Khi quá trình sản xuất ngày nay được kết nối mạng và càng trở nên “thông minh” hơn, việc chia sẻ, truyền và phân tích dữ liệu ngày càng trở nên quan trọng. Trong khi đó, môi trường công nghiệp đang phải đổi mới với nhiều mối đe dọa liên quan đến bảo mật, bao gồm các vấn đề về bảo mật truyền dữ liệu và quyền chia sẻ dữ liệu. Trong lĩnh vực bảo mật dữ liệu truyền thống, nhiều ứng dụng trực quan đã được nghiên cứu, nhưng trong lĩnh vực công nghiệp, bảo mật dữ liệu trong phương pháp trực quan hóa vẫn còn khá mới mẻ. Do đó, công nghệ trực quan hóa trong bảo mật dữ liệu công nghiệp sẽ là một lĩnh vực nghiên cứu hứa hẹn trong tương lai.

- Phân tích dữ liệu trực tuyến quy mô lớn: Phân tích trực tuyến theo thời gian thực là một yêu cầu phổ biến trong sản xuất thông minh. Điều này đòi hỏi khả năng xử lý dữ liệu quy mô lớn trong một khoảng thời gian ngắn. Do đó, trong tương lai, các phương pháp xử lý dữ liệu công nghiệp quy mô lớn, như điện toán song song (Parallel Computing), điện toán đám mây (Cloud Computing) có thể sẽ được tích hợp vào các giải pháp phân tích trực quan.

- Tính linh hoạt: Hiện nay, ứng dụng trực quan hóa trong sản xuất thông minh vẫn đang trong giai đoạn phát triển, chưa có các khái niệm và phương pháp kỹ thuật chung để áp dụng toàn cầu mà hầu hết áp dụng với từng trường hợp cụ thể. Do đó, tính linh hoạt của phương pháp trực quan hóa sẽ là một trong những hướng chính cho các nghiên cứu trong thời gian sắp tới.

### **1.3. Phương pháp phân tích thị trường**

Sản xuất thông minh là một lĩnh vực liên ngành có mối quan hệ chặt chẽ giữa công nghệ và khoa học máy tính. Những tiến bộ trong điện toán đám mây và sản xuất đám mây là các công cụ hỗ trợ phát triển các phương pháp phân tích thị trường dịch vụ và ứng dụng sản xuất thông minh.

Công cụ phân tích thị trường cung cấp một bộ ứng dụng cốt lõi, linh hoạt và cho phép người dùng hoặc bên thứ ba phát triển các ứng dụng mới để giải quyết một số vấn đề cụ thể trong lĩnh vực sản xuất thông minh<sup>1</sup>.

Các khái niệm và phương pháp mới để thiết kế và phân tích thị trường dịch vụ, ứng dụng sản xuất thông minh (Smart Manufacturing Apps and Services Marketplaces, SMASM) được tập trung nghiên cứu trong giai đoạn qua. Một số mục tiêu chính của SMASM:

- Mục tiêu hiệu quả kinh doanh, thị trường:
- + Cho phép sẵn sàng truy cập dữ liệu, phân tích, mô hình hóa;
- + Nhận dạng, đánh giá và thử nghiệm phần cứng và các phần mềm mã nguồn mở;
- + Đóng góp cho các giải pháp đổi mới;
- + Giữ vai trò là một trung tâm dữ liệu, dịch vụ chứng nhận, yêu cầu và kinh nghiệm ứng dụng từ các bên liên quan (ví dụ: nhà thiết kế, nhà cung cấp và người dùng) và tối ưu hóa nguồn lực cho sản xuất, toàn chuỗi cung ứng.
- Mục tiêu thay đổi quy trình kinh doanh, thị trường:
- + Cho phép kết cấu hạ tầng truy cập mở, chia sẻ, an toàn; chức năng tích hợp hệ thống dễ dàng hơn;

---

1. S. Vandermerwe, and J. Rada, “Servitization of business: Adding value by adding services,” European Management J., Vol.6, No.4, pp. 314-324, 1998.

+ Hỗ trợ phát triển kỹ thuật, thử nghiệm, triển khai và phát triển bởi các nhà cung cấp khác nhau (bao gồm: nhà phát triển, nhà cung cấp dịch vụ chuyên nghiệp và chính người dùng);

+ Cho phép tích hợp các dịch vụ theo tiêu chuẩn và mô hình hóa hệ thống.

- Kết quả của quá trình kinh doanh, thị trường: cho phép các sản phẩm và dịch vụ được xác nhận và chứng nhận; kích hoạt môi trường thử nghiệm, đánh giá cho các sản phẩm và dịch vụ mới; cho phép truy cập để tích hợp và tham gia vào quá trình thiết kế ứng dụng và dịch vụ...

## **2. Một số vấn đề nghiên cứu về công nghệ trong sản xuất thông minh<sup>1</sup>**

### **2.1. Tiêu chuẩn**

Mạng lưới cung ứng sản phẩm, dịch vụ trong nền kinh tế toàn cầu được hình thành với sự tham gia của các doanh nghiệp với vị trí, quy mô... khác nhau. Một số doanh nghiệp lựa chọn các giải pháp công nghệ “có sẵn” trên thị trường, một số doanh nghiệp tự phát triển các giải pháp để nâng cao năng suất, năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp.

Sự khác biệt này dẫn đến sự khó khăn cho việc tương tác giữa các doanh nghiệp sản xuất khi tham gia mạng lưới cung ứng sản phẩm, dịch vụ. Các doanh nghiệp cần có sự hợp tác để giải quyết sự khác biệt về các tiêu chuẩn máy móc, hệ thống sản xuất, thiết bị công nghệ, giao diện sử dụng... của các doanh nghiệp. Do đó, tiêu chuẩn sẽ là một yếu tố quan trọng và cần thiết để tạo điều kiện cho sự hình thành và vận hành thành công mạng lưới cung ứng sản xuất thông minh.

---

1. Xem thêm Phụ lục 1 - Một số vấn đề nghiên cứu về công nghệ sản xuất thông minh tại Việt Nam.

## **2.2. Phân tích dữ liệu**

Phân tích dữ liệu hoặc phân tích dữ liệu lớn là thành phần cốt lõi của sản xuất thông minh<sup>1</sup>. Mặc dù phân tích dữ liệu được đặt trong nhóm vấn đề về công nghệ, nhưng một số vấn đề khác của phân tích dữ liệu có thể được nhóm vào các vấn đề phương pháp nghiên cứu. Ngày càng nhiều các thuật toán được sử dụng để phân tích dữ liệu. Phân tích dữ liệu dựa trên sự kết hợp các thuật toán hiện có (hoặc các thuật toán mới) với thực tiễn sản xuất là yếu tố quan trọng, cần thiết để thực hiện thành công mô hình sản xuất thông minh của doanh nghiệp.

Phân tích dữ liệu là công cụ cần thiết để kết nối con người với các dữ liệu thu được từ hệ thống cảm biến trong chuỗi cung ứng. Sản xuất thông minh với trình độ tự động hóa cao kết hợp với các thuật toán phân tích dữ liệu theo thời gian thực giúp con người giám sát và kiểm soát toàn bộ quá trình sản xuất. Ví dụ, ứng dụng robot là một trường hợp điển hình thể hiện tầm quan trọng của các thuật toán phân tích dữ liệu tiên tiến đối với nhận dạng hình ảnh và dự đoán chuyển động. Đây là nền tảng cơ sở cho sự tương tác giữa con người và robot.

Một số nghiên cứu cụ thể về phân tích dữ liệu:

Điện toán đám mây là một công nghệ thực hiện điện toán quy mô lớn và phức tạp mà không cần có sự đầu tư lớn về hệ thống máy tính và phần mềm. Thông qua điện toán đám mây, quy mô của dữ liệu được tăng nhanh, dữ liệu lớn được tạo ra. Giải quyết dữ liệu lớn là một nhiệm vụ đầy thách thức và đòi hỏi thời gian, đòi hỏi kết cấu hạ tầng tính toán lớn để bảo đảm xử lý và phân tích dữ liệu thành công. Trong nghiên cứu của S. Ullah Khan đã nghiên cứu về định nghĩa, đặc điểm và phân loại

---

1. Y. Zhang, S. Ren, Y. Liu, and S. Si, “A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products,” J. of Cleaner Production, 2016.

dữ liệu lớn; sự gia tăng về quy mô của dữ liệu lớn trong điện toán đám mây; mối quan hệ giữa dữ liệu lớn và điện toán đám mây, hệ thống lưu trữ dữ liệu lớn và công nghệ Hadoop cũng được xem xét, thảo luận. Hơn nữa, S. Ullah Khan còn tập trung làm rõ khả năng mở rộng, tính sẵn sàng, tính toàn vẹn dữ liệu, chuyển đổi dữ liệu, chất lượng dữ liệu, tính không đồng nhất dữ liệu, quyền riêng tư, các vấn đề pháp lý và quy định và quản trị đối với dữ liệu lớn<sup>1</sup>.

Lượng dữ liệu được tạo ra và truyền thông qua Internet đang tăng lên đáng kể, do đó tạo ra những thách thức cho các doanh nghiệp muốn khai thác lợi ích từ dòng dữ liệu lớn này. Các dữ liệu lớn có thể cung cấp những đánh giá, nhận định về xu hướng thị trường, mô hình mua hàng của khách hàng, cách thức giảm chi phí, đưa ra các quyết định kinh doanh để đạt mục tiêu... Nhận thấy tầm quan trọng của phân tích kinh doanh dữ liệu lớn (Big Data Business Analytics, BDBA), G. Wang và cộng sự xem xét và phân loại tài liệu về ứng dụng của BDBA về quản lý chuỗi cung ứng, nhấn mạnh BDBA là tài sản chiến lược cần được tích hợp trong các hoạt động kinh doanh cho phép phân tích kinh doanh của doanh nghiệp<sup>2</sup>.

Bản chất của sản xuất thông minh bao gồm các quy trình phức tạp hơn, linh hoạt hơn. Nếu xem xét ở góc độ ngược lại, sản xuất thông minh bao gồm các quy trình có tính chất “hỗn loạn”. Để có thể đáp ứng nhu cầu về các sản phẩm với chất lượng cao, việc sử dụng, tận dụng tất cả các phương tiện có sẵn là hết sức cần thiết. “Học máy” (Machine Learning, ML) là một

---

1. S. Ullah Khan, “The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues,” *Information Systems* Vol.47, pp. 98-115, 2015.

2. G. Wang, A. Gunasekaran, E. W. Ngai, and T. Papadopoulos, “Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications,” *Int. J. of Production Economics*, Vol.176, pp. 98-110, 2016.

công cụ hiệu quả để giải quyết nhiều vấn đề thách thức cũ và mới trong sản xuất thông minh. Tuy nhiên, với đặc điểm là một lĩnh vực nghiên cứu có phạm vi rộng và phức tạp, việc phổ biến ứng dụng ML là một thách thức với doanh nghiệp. T. Wuest đã nghiên cứu tổng quan về các kỹ thuật ML với các ưu điểm, thách thức và tiềm năng ứng dụng trong sản xuất thông minh<sup>1</sup>.

Trong thời đại tăng tốc của số hóa và phân tích dữ liệu lớn, việc khai thác dữ liệu chất lượng để thiết kế và cung cấp các dịch vụ sẽ cho phép hình thành các mô hình kinh doanh và phương pháp quản lý sáng tạo mang lại hiệu quả cao (theo nhóm tác giả Boyd và Crawford năm 2012; nhóm tác giả Brynjolfsson và McAfee năm 2014). Tuy nhiên, số hóa và phân tích dữ liệu lớn có ảnh hưởng, tác động đến việc làm của lực lượng lao động tri thức, tương tự như tác động của tự động hóa đến lực lượng lao động sản xuất trong cách mạng công nghiệp lần thứ hai<sup>2</sup>.

C. Loebbecke và A. Picot nghiên cứu, xem xét các cơ chế tác động của số hóa và phân tích dữ liệu lớn thúc đẩy sự chuyển đổi của doanh nghiệp và xã hội; phân tích các tác động tiềm năng của số hóa và phân tích dữ liệu lớn đối với việc làm. Trên cơ sở đó, C. Loebbecke và A. Picot đã đề xuất một chương trình nghiên cứu quan trọng nghiên cứu các thay đổi trong mô hình kinh doanh và xã hội phát sinh từ những tiến bộ công nghệ này<sup>3</sup>.

1. T.Wuest, D.Weimer, C. Irgens, and K.-D. Thoben, “Machine learning in manufacturing: Advantages, challenges, and applications,” Production & Manufacturing Research, Vol.4, No.1, pp. 23-45, 2016.

2. Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical Questions for Big Data: Provocations for a Cultural, Technological, and Scholarly Phenomenon. Information, Communication, & Society, 15, 662-679.

3. C. Loebbecke and A. Picot, “Reflections on societal and business model transformation arising from digitization and big data analytics: A research agenda,” The J. of Strategic Information Systems, Vol.24, No.3, pp. 149–157, 2015.

Trong bối cảnh sản xuất thông minh, một vấn đề nghiên cứu quan trọng là việc kết nối các nguồn dữ liệu trong quá trình sản xuất theo thời gian thực để nâng cao năng suất cho toàn bộ hệ thống. Ví dụ: việc kết nối các nguồn thông tin dữ liệu về nguồn nguyên vật liệu, sử dụng năng lượng, khấu hao thiết bị, thông tin giá trị gia tăng... sẽ giúp hệ thống sản xuất của doanh nghiệp hoạt động “thông minh” hơn, linh hoạt hơn và hiệu quả hơn.

Sự phát triển các sản phẩm thông thường thành các sản phẩm kết nối thông minh đang thay đổi hoàn toàn cuộc chơi của các doanh nghiệp sản xuất. Điều này đang buộc các doanh nghiệp phải xác định lại khả năng, nguồn lực, kết cấu hạ tầng... để hình thành quy trình sản xuất sản phẩm thông minh. Giáo sư Michael Porter (Trường Kinh doanh Harvard), một trong những chuyên gia hàng đầu thế giới về chiến lược và cạnh tranh và James Heppelmann (Giám đốc điều hành Công ty PTC) đã thảo luận về cách thức các sản phẩm được kết nối thông minh đang tác động đến chiến lược của doanh nghiệp và thay đổi toàn bộ chuỗi giá trị<sup>1</sup>.

Bên cạnh đó, với sự xuất hiện của cảm biến và thiết bị lưu trữ dữ liệu không đạt chất lượng tốt, sự gia tăng các dữ liệu “không có giá trị”, là một loạt các vấn đề và thách thức mới liên quan đến dữ liệu cần tiếp tục được nghiên cứu, giải quyết như: độ phức tạp, chất lượng dữ liệu, động lực học hệ thống...

### **2.3. Bảo mật dữ liệu**

Sản xuất thông minh gắn với việc tập trung dữ liệu. Hệ thống thực - ảo kết nối tất cả các đối tượng và cho phép thu

---

1. M. E. Porter and J. E. Heppelmann, “How Smart, Connected Products Are Transforming Companies, Harvard Business Review,” Vol.93, No.10, pp. 96-114, 2015; F. J. Riggins and S. F. Wamba, “Research Directions on the Adoption, Usage, and Impact of the Internet of Things through the Use of Big Data Analytics,” in: 2015 48th Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICSS), HI, USA, pp. 1531-1540.

thập, trao đổi dữ liệu theo thời gian thực dựa trên các cảm biến thông minh và giao thức truyền thông không dây.

Sản xuất thông minh thúc đẩy việc hình thành và phát triển các dịch vụ dựa trên đám mây có khả năng truy cập vào dữ liệu sản xuất từ bên ngoài doanh nghiệp. Tuy nhiên, điều này ảnh hưởng trực tiếp đến việc bảo mật dữ liệu của hệ thống sản xuất thông minh. Vì dữ liệu sản xuất là yếu tố cốt lõi, lợi thế cạnh tranh của doanh nghiệp, việc bảo mật dữ liệu là một trong các nội dung quan trọng của sản xuất thông minh cần được nghiên cứu để ngăn chặn việc truy cập trái phép vào dữ liệu của hệ thống. Bên cạnh đó, quyền truy cập vào máy tính và hệ thống điều khiển từ bên ngoài để sử dụng dữ liệu cũng là một vấn đề được các nhà nghiên cứu quan tâm khi xây dựng và vận hành hệ thống sản xuất thông minh.

Sản xuất thông minh có khả năng đáp ứng theo thời gian thực với những thay đổi trong nhu cầu của khách hàng, cũng như các điều kiện trong chuỗi cung ứng và trong chính doanh nghiệp. Sản xuất thông minh là một trong các “lực đẩy chính” trong cách mạng công nghiệp 4.0 dựa trên sự kết nối giữa hệ thống thực - ảo, Internet kết nối vạn vật, điện toán đám mây, phân tích dữ liệu lớn và học máy...

Việc tích hợp các yếu tố cấu phần của sản xuất thông minh dẫn đến những lợi ích tiềm năng cũng như các thách thức mới cho doanh nghiệp. Việc tích hợp các công nghệ sản xuất thông minh phức tạp làm tăng phạm vi tấn công vào hệ thống dữ liệu của doanh nghiệp. Trong nghiên cứu của mình, N. Tuptuk đã thảo luận về bảo mật của các hệ thống công nghiệp và sản xuất hiện có, các lỗ hổng hiện có, các cuộc tấn công mạng có thể xảy ra trong tương lai, điểm yếu của các biện pháp hiện tại, sự sẵn sàng của các hệ thống sản xuất thông minh đối với các thách thức an ninh dữ liệu trong tương lai<sup>1</sup>.

---

1. Tuptuk, N; Hailes, S; (2018) Security of smart manufacturing systems. Journal of Manufacturing Systems, 47 pp. 93-106.

Sản xuất thông minh tạo ra các sản phẩm đáp ứng yêu cầu của khách hàng với chất lượng cao hơn, chi phí thấp hơn thông qua việc tích hợp Internet kết nối vạn vật, phân tích dữ liệu lớn, điện toán đám mây, robot tiên tiến... Khi các thiết bị sản xuất được trang bị cảm biến, kết nối qua mạng, hệ thống sản xuất thông minh trở nên “dễ tiếp cận”, do đó mà trở thành “mối đe dọa” của các đối tượng có mục đích phá hoại sản xuất. A. Ren và cộng sự đã xem xét, thảo luận về các công nghệ tiên tiến có thể giải quyết các vấn đề an ninh mạng trong sản xuất thông minh như: đánh giá lỗ hổng và tấn công mạng; chiến lược hiện có nhằm giảm thiểu các cuộc xâm nhập mạng; xác định các lỗ hổng và thách thức để cải thiện an ninh mạng trong một số ngành sản xuất quan trọng<sup>1</sup>.

#### **2.4. Chất lượng dữ liệu**

Trong khi các nghiên cứu về dữ liệu lớn và phân tích dữ liệu được quan tâm, vấn đề chất lượng dữ liệu cũng là một trong những vấn đề nghiên cứu quan trọng<sup>2</sup>.

Với quy mô dữ liệu trong sản xuất thông minh ngày càng tăng, việc bảo đảm tính toàn vẹn và chất lượng của dữ liệu cũng là một thách thức. Dữ liệu chất lượng thấp có thể dẫn đến hậu quả nghiêm trọng đối với các hệ thống tối ưu hóa dựa trên dữ liệu. Do đó, các thuật toán giám sát chất lượng dữ liệu tự động cần được nghiên cứu, phát triển và đánh giá trong hệ thống sản xuất thông minh để hỗ trợ, giúp người sử dụng có thể đưa ra các quyết định chính xác dựa trên dữ liệu.

---

1. Ren, D. Wu, W. Zhang, J. Terpenny, and P. Liu, “Cyber Security in Smart Manufacturing: Survey and Challenges,” IIE Annu. Conf. Proc. Norcross, pp. 716–721, 2017.

2. T. Wuest, S. Wellsandt, and K.-D. Thoben, “Information Quality in PLM: A Production Process Perspective,” in: A. Bouras, B. Eynard, S. Foufou, K.-D. 38ben (Eds.), “Product Lifecycle Management in the Era of Internet of Things,” Springer Int. Publishing, Cham, pp. 826–834, 2016.

Các phương pháp gần đây trong quản lý vòng đời sản phẩm nhằm mục đích sử dụng hiệu quả thông tin sản phẩm có sẵn. Lý do là lượng thông tin về sản phẩm ngày càng tăng do sự phức tạp của các sản phẩm và các quá trình hợp tác trong suốt vòng đời sản phẩm. Các thông tin mới về sản phẩm liên tục được khám phá, bổ sung. Việc xử lý, lựa chọn các thông tin phù hợp về sản phẩm trở thành một khó khăn và thách thức của nhiều doanh nghiệp. Vì lượng thông tin của sản phẩm quá lớn, việc nghiên cứu chất lượng thông tin để tìm ra những thông tin phù hợp với mục đích của doanh nghiệp là hết sức cần thiết.

Từ các nội dung nêu trên, chất lượng thông tin có thể hiểu là mức độ mà các đặc điểm của thông tin cụ thể đáp ứng được các yêu cầu của người sử dụng thông tin. T. Wuest và các cộng sự đã thực hiện nghiên cứu ảnh hưởng của chất lượng thông tin trong quản lý vòng đời sản phẩm trên quan điểm về quy trình sản xuất thông minh. Nội dung của nghiên cứu này có tầm quan trọng lớn, vì số lượng, tính không đồng nhất, tốc độ tăng thông tin của sản phẩm ngày càng cao, do đó việc lựa chọn thông tin liên quan trở nên khó khăn hơn đối với doanh nghiệp đặc biệt là các doanh nghiệp xây dựng hệ thống sản xuất thông minh. Nghiên cứu đã thảo luận và chứng minh được tầm quan trọng của chất lượng thông tin trong quản lý vòng đời sản phẩm từ góc độ quy trình sản xuất<sup>1</sup>.

Ngoài ra, sự không đồng nhất của dữ liệu sản xuất trong toàn bộ vòng đời của sản phẩm là một khía cạnh khác của chất lượng dữ liệu cần được nghiên cứu để nâng cao hiệu quả của hệ thống sản xuất thông minh.

---

1. T. Wuest, S. Wellsandt, and K.-D. Thoben, “Information Quality in PLM: A Production Process Perspective,” in: A. Bouras, B. Eynard, S. Foufou, K.-D. 38ben (Eds.), “Product Lifecycle Management in the Era of Internet of Things,” Springer Int. Publishing, Cham, pp. 826–834, 2016.

### **2.5. Cảm biến**

Cảm biến là thiết bị có khả năng “cảm nhận” được trạng thái, quá trình ở môi trường và biến đổi thành tín hiệu có thể đo được để thu nhận thông tin về trạng thái, quá trình đó.

Cảm biến có thể thực hiện các công việc như chuyển đổi dữ liệu thành các đơn vị đo khác nhau, kết nối với các máy móc khác, thống kê lưu trữ, phản hồi và tự động ngắt các thiết bị nếu xảy ra vấn đề để bảo đảm an toàn. Với vai trò là đối tượng cung cấp dữ liệu, cảm biến là một công nghệ cần thiết trong sản xuất thông minh.

Trong những năm gần đây, với sự phát triển của khoa học và công nghệ, các hệ thống cảm biến ngày càng được phát triển, hoàn thiện về hình dạng, kích thước, chất lượng và giá cả... đáp ứng yêu cầu hình thành và phát triển của hệ thống sản xuất thông minh.

Tuy nhiên, với nhu cầu ngày càng cao về việc kiểm soát theo thời gian thực đối với các quy trình sản xuất sử dụng hệ thống cảm biến, các yêu cầu đối với cảm biến và hệ thống được tích hợp cảm biến cũng tăng lên. Độ chính xác, mức tiêu thụ năng lượng và giao thức truyền thông... là các nội dung mới của cảm biến cần tiếp tục được nghiên cứu để phục vụ việc áp dụng sản xuất thông minh trên quy mô rộng.

Cảm biến thông minh đóng vai trò quan trọng trong sản xuất thông minh nhằm giúp doanh nghiệp đạt được hiệu quả và năng suất cao hơn. Các doanh nghiệp luôn tìm giải pháp cải thiện, nâng cao hiệu quả sản xuất, do đó, việc sử dụng dữ liệu được tạo ra bởi các cảm biến đã trở thành một công cụ “đắc lực” trong hệ thống sản xuất của doanh nghiệp.

Các nhà cung cấp cảm biến hàng đầu trên thế giới đang chứng kiến sự gia tăng nhu cầu về các loại dữ liệu cảm biến mới trong môi trường sản xuất mới - môi trường sản xuất thông

minh. Các nhà cung cấp phần mềm có thể cải thiện độ chính xác và hoàn thiện cảm biến này thông qua việc tích hợp các phần mềm với các nguồn dữ liệu cảm biến khác nhau.

### **3. Một số vấn đề nghiên cứu về hoạt động kinh doanh trong sản xuất thông minh**

#### **3.1. Bảo mật kinh doanh**

Vấn đề bảo mật kinh doanh liên quan chặt chẽ đến các vấn đề bảo mật dữ liệu. Tuy nhiên, đây là hai vấn đề bảo mật khác nhau. Trong khi các vấn đề bảo mật dữ liệu tập trung nhiều hơn vào khả năng công nghệ để bảo vệ và bảo quản dữ liệu sản xuất, thì vấn đề bảo mật kinh doanh trong trường hợp này mô tả các thách thức liên quan đến việc trao đổi dữ liệu, thông tin, kiến thức trong chính doanh nghiệp và trong mạng lưới cung ứng.

Với sự ra đời của sản xuất thông minh, dữ liệu sản xuất luôn có sẵn trong hệ thống để thực hiện phân tích dữ liệu. Tuy nhiên, điều này thể hiện mối đe dọa lớn đối với doanh nghiệp. Nếu thu thập được dữ liệu có giá trị, các đối thủ cạnh tranh của doanh nghiệp có thể có được thông tin sản xuất kinh doanh, thông tin thị trường, phân tích mô hình và bí quyết kinh doanh của doanh nghiệp đó.

Vì vậy, vấn đề bảo mật kinh doanh sẽ là một trong các nội dung cấp thiết cần được tập trung nghiên cứu để giúp doanh nghiệp xây dựng và phát triển hệ thống sản xuất thông minh linh hoạt, bền vững và an toàn.

#### **3.2. Hoạt động kinh doanh phục vụ (Servitized Business)**

Trong công nghiệp sản xuất, kinh doanh truyền thống tập trung vào việc chế tạo hoặc lắp ráp các sản phẩm, thiết bị... và tạo ra doanh thu từ việc bán hàng của doanh nghiệp. Việc đầu tư máy móc, vật liệu và đào tạo nhân viên có trình độ kỹ thuật

cao sẽ dẫn đến chi phí cho sản phẩm cao, ảnh hưởng đáng kể đến khả năng cạnh tranh.

Tuy nhiên, hoạt động kinh doanh truyền thống này chịu áp lực với sự hài hòa của các tiêu chuẩn công nghệ toàn cầu và giảm các rào cản thương mại. Nhiều nhà nghiên cứu cho rằng, các doanh nghiệp sản xuất ở các quốc gia có nền kinh tế phát triển nên mở rộng vai trò trong chuỗi giá trị bằng cách mở rộng các dịch vụ với sản phẩm để doanh nghiệp không phải cạnh tranh chỉ với chi phí sản xuất<sup>1</sup>.

Ngày càng có nhiều tập đoàn trên toàn thế giới đang gia tăng giá trị cho các dịch vụ cốt lõi thông qua các dịch vụ. Thỏa mãn nhu cầu của khách hàng là một trong các xu hướng được các tập đoàn triển khai thực hiện, qua đó tạo lợi thế cạnh tranh của tập đoàn. Các tập đoàn hiện đại sẽ cung cấp các gói dịch vụ đầy đủ hơn hoặc gói dịch vụ tích hợp theo yêu cầu của các khách hàng... Phong trào này được các tác giả Sandra Vandermerwe và Juan Rada gọi là “phong trào kinh doanh phục vụ” và được coi là một tính năng mới của chiến lược thị trường dành cho các doanh nghiệp tốt nhất. Các tác giả đã nghiên cứu, đánh giá động cơ chính thúc đẩy “phong trào kinh doanh phục vụ”, chỉ ra các hiệu ứng làm thay đổi động lực cạnh tranh của doanh nghiệp... Đặc biệt, làm thế nào để tích hợp các dịch vụ vào chiến lược phát triển chung của doanh nghiệp là một trong những thách thức hàng đầu đối với nhiều nhà quản lý. Như vậy, có thể nói, sản xuất thông minh đang làm thay đổi mối quan hệ mới giữa doanh nghiệp với khách hàng.

---

1. Neely, O. Benedettini, and I. Visnjic, “The servitization of manufacturing: Further evidence,” in: 18th European operations management association conference, Cambridge, pp. 3–6, 2011.

Để cạnh tranh trong thị trường toàn cầu, các nhà sản xuất và nhà cung cấp phải đưa ra những phương thức mới để kinh doanh sản phẩm của mình. Xu hướng gần đây được các nhà nghiên cứu quan sát là việc doanh nghiệp luôn làm cho các sản phẩm cốt lõi và dịch vụ trở nên hấp dẫn hơn. K.-D. Thoben gọi các sản phẩm cốt lõi và dịch vụ đó là “sản phẩm mở rộng” (Extended Products, EP). Các EP này không chỉ bị gây sức ép bởi áp lực cạnh tranh mà còn bị chi phối, kiểm soát bởi những yếu tố khác như: luật pháp, bảo vệ môi trường... Nhóm tác giả đã công bố mô hình chung đầu tiên của EP; tập trung thảo luận về các động lực cho sự phát triển của EP...<sup>1</sup>.

Có nhiều nghiên cứu cụ thể về mô hình kinh doanh phục vụ, đặc biệt là trường hợp nhà sản xuất đang cung cấp các sản phẩm có hàm lượng công nghệ “phức tạp”. Trong mô hình kinh doanh dịch vụ, Neely và cộng sự đã công bố một nghiên cứu cho thấy sự dịch chuyển sang các dịch vụ có xu hướng chuyển đổi từ một thế giới sản phẩm sang một thế giới bao gồm các giải pháp; chuyển đổi từ phương thức giao dịch sang phương thức xây dựng các mối quan hệ... Ở đây, không phải các giải pháp sẽ thay thế sản phẩm, hoặc các mối quan hệ sẽ thay thế các giao dịch, mà giải pháp, mối quan hệ sẽ được bổ sung bên cạnh sản phẩm, giao dịch...<sup>2</sup>. Điều này hoàn toàn phù hợp với quan điểm của mô

1. K.-D. Thoben, J. Eschenbacher, and H. Jagdev, “Extended Products: Evolving Traditional Product Concepts,” in: K.-D. Thoben, F. Weber, K. S. Pawar (Eds.), Engineering the knowledge economy through co-operation: ICE 2001, the 7th International Conference on Concurrent Enterprising ; Bremen, Germany, 27 – 29th June 2001 ; [proceedings], Centre for Concurrent Enterprising, Univ. of Nottingham, Nottingham, pp. 429-440, 2001.

2. Neely, O. Benedettini, and I. Visnjic, “The servitization of manufacturing: Further evidence,” in: 18th European operations management association conference, Cambridge, pp. 3–6, 2011.

hình sản xuất thông minh, nơi hệ thống thực - ảo cung cấp giải pháp cho một vấn đề cụ thể thông qua các ứng dụng. Thay vì thực hiện giao dịch một lần, hệ thống thực - ảo xây dựng mối quan hệ với các hệ thống khác.

Gworldt và cộng sự<sup>1</sup> đã đặt ra thuật ngữ “hệ thống thực - ảo” để tích hợp khái niệm hệ thống dịch vụ - sản phẩm (Product - Service Systems, PSS) và sản xuất thông minh. Tuy nhiên, để thay đổi từ mô hình chế tạo sản phẩm sang cung cấp các giải pháp của hệ thống thực - ảo, doanh nghiệp phải xây dựng hệ thống cơ sở cung cấp của mình thành một hệ sinh thái của các đối tác, đồng thời phải phân tích, điều chỉnh các yếu tố khác nhau của mô hình kinh doanh để thu được lợi nhuận cao và nâng cao năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp.

Theo Osterwalder và Pigneur, việc nghiên cứu mô hình kinh doanh trong sản xuất thông minh sẽ phải làm rõ một số yếu tố mới như: giá trị mới, phân khúc và mối quan hệ khách hàng, kênh phân phối, nguồn lực, cơ cấu chi phí, dòng doanh thu... Điều này đã tạo ra thách thức không nhỏ cho các doanh nghiệp<sup>2</sup>.

Từ quan điểm về cách thức phát triển và hiện thực hóa hệ thống thực - ảo trong sản xuất thông minh, trong thời gian tới, các nhà nghiên cứu cần nghiên cứu, đánh giá các rủi ro và cơ hội của cách thức phân phối giữa các đối tác qua mạng viễn thông; phương thức cung cấp giá trị gia tăng; xác định và bảo mật dữ liệu của doanh nghiệp...

---

1. Goroldt, S. Wiesner, and I. Westphal, “Product-Service Systems im Kontext von Industrie 4.0: Auf dem Weg zu CPSS,” in: N. Gronau (Ed.), “Industrie 4.0 Management 1/2016: Product-Service Design,” 2016.

2. Osterwalder and Y. Pigneur, “Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers,” Wiley, Hoboken, N.J., 2013.

Việc tích hợp các giá trị mới của hệ thống thực - ảo và các thỏa thuận hợp tác liên quan vào mô hình kinh doanh cũng sẽ là một trong các vấn đề được doanh nghiệp quan tâm.

Trong sản xuất thông minh, công nghệ tiên tiến sẽ được doanh nghiệp áp dụng để cung cấp dịch vụ và phát triển mối quan hệ chặt chẽ hơn với khách hàng. Nghiên cứu xây dựng mạng lưới của các đối tác kinh doanh, hạn chế rủi ro; ảnh hưởng của các bên liên quan mới đến cấu trúc chi phí sản phẩm trong hệ sinh thái; mô hình doanh thu mới... cũng sẽ là những nội dung quan trọng cần được nghiên cứu trong thời gian tới.

### ***Chương 3***

## **TIÊU CHUẨN VỚI VAI TRÒ LÀ NỀN TẢNG KẾT NỐI TRONG SẢN XUẤT THÔNG MINH**

*Sản xuất thông minh có vai trò hết sức quan trọng nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh của quốc gia trong nền kinh tế toàn cầu trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0. Nhiều quốc gia đã phát triển các sáng kiến để đáp ứng với tương lai. Chẳng hạn, Đức ra mắt Công nghiệp 4.0 (Industrie 4.0); Hoa Kỳ thúc đẩy Sản xuất Hoa Kỳ (Manufacturing USA); Trung Quốc quảng bá chiến lược Sản xuất tại Trung Quốc năm 2025 (Made in China 2025); Hàn Quốc xây dựng Chương trình Đổi mới sản xuất 3.0 (Manufacturing Innovation 3.0) và Pháp đặt tên cho sáng kiến của họ là Công nghiệp của tương lai (Industrie du Futur)... Các sáng kiến quốc gia giúp các tập đoàn công nghiệp, doanh nghiệp có thể tận dụng ưu thế của sản xuất thông minh để nâng cao năng suất và tính linh hoạt trong sản xuất.*

*Trong sản xuất thông minh, các tiêu chuẩn là yếu tố quan trọng, là nền tảng giúp các tập đoàn công nghiệp, doanh nghiệp sản xuất, cung cấp hàng hóa, dịch vụ theo cách thống nhất hơn, hiệu quả hơn, an toàn hơn và bền vững hơn. Cùng với đổi mới công nghệ, các tiêu chuẩn giúp sản xuất thông minh kết nối các cấu phần trong hệ sinh thái sản xuất.*

## 1. Sự cần thiết xây dựng tiêu chuẩn trong sản xuất thông minh

### 1.1. Tầm quan trọng của tiêu chuẩn trong sản xuất thông minh

Sản xuất theo tiêu chuẩn giúp các doanh nghiệp phát triển sản xuất, cung cấp hàng hóa, dịch vụ hiệu quả hơn, an toàn hơn và bền vững hơn. Đổi mới công nghệ cùng với xu thế mới về phát triển kinh tế trên thế giới đang tạo ra mối quan tâm về tiêu chuẩn sản xuất thông minh. Nhiều quốc gia trên thế giới đều nhận định sản xuất thông minh sẽ là yếu tố quan trọng, đóng góp cho tăng trưởng GDP và khả năng cạnh tranh quốc gia trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

Một số quốc gia đã đưa ra các sáng kiến, dự án và chương trình để thúc đẩy sản xuất thông minh và những nỗ lực cụ thể để khởi động các chương trình, chiến lược thúc đẩy sản xuất thông minh. Một điểm chung của các dự án, chương trình này là xác định vai trò quan trọng của sản xuất thông minh trong việc hỗ trợ doanh nghiệp chuyển đổi sản xuất kỹ thuật số, nhằm cải thiện thời gian đưa sản phẩm ra thị trường, giảm hàng tồn kho và nâng cao năng suất của doanh nghiệp.

Để triển khai các sáng kiến, dự án và chương trình thúc đẩy sản xuất thông minh, các quốc gia đều có kế hoạch sửa đổi, bổ sung nội dung của các tiêu chuẩn hiện có, xây dựng và áp dụng các tiêu chuẩn mới để phù hợp với phương thức sản xuất mới. Các tiêu chuẩn sản xuất thông minh có vai trò kết nối quy trình sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp trong chuỗi giá trị toàn cầu, đồng thời tạo ra “sân chơi công bằng” cho doanh nghiệp với doanh nghiệp, tập đoàn công nghiệp lớn hơn.

Trong bối cảnh hiện nay, khi các tiêu chuẩn mới về sản xuất thông minh chưa được xây dựng, các doanh nghiệp đã áp dụng

các tiêu chuẩn hiện có một cách tốt nhất; đồng thời phối hợp với các tổ chức xây dựng tiêu chuẩn (Standards Developing Organizations, SDOs) thu hẹp khoảng cách giữa các tiêu chuẩn hiện có và các tiêu chuẩn mới về sản xuất thông minh. Căn cứ vào tình hình thực tế, các tổ chức xây dựng tiêu chuẩn hàng đầu như IEEE, IEC, ISO, ITU và ISA đang phát triển các tiêu chuẩn cho sản xuất thông minh.

Xây dựng và phát triển tiêu chuẩn sản xuất thông minh sẽ định hướng cho sự phát triển công nghệ trong tương lai. Bên cạnh lợi ích cho các ngành, lĩnh vực công nghiệp, việc xây dựng và phát triển tiêu chuẩn sản xuất thông minh sẽ tạo ảnh hưởng, nâng cao danh tiếng cho các quốc gia, doanh nghiệp; giảm thiểu rủi ro tiềm ẩn do việc áp dụng tiêu chuẩn “lạc hậu”.

Chiến lược phát triển sản xuất kỹ thuật số và xu thế kết nối dữ liệu toàn cầu trong doanh nghiệp sẽ là một yếu tố thúc đẩy việc xây dựng tiêu chuẩn quốc tế về sản xuất thông minh. Tuy nhiên, nếu chỉ tập trung vào quan điểm của một quốc gia thì sẽ dẫn đến góc nhìn hạn chế về sản xuất thông minh. Do đó, để tiêu chuẩn quốc tế về sản xuất thông minh có tính tác động toàn cầu, việc xây dựng tiêu chuẩn quốc tế về sản xuất thông minh cần được tiếp cận từ quan điểm và thực tiễn về xu hướng sản xuất thông minh của các quốc gia trên thế giới.

### **1.2. Một số tổ chức tiêu chuẩn hóa xây dựng tiêu chuẩn sản xuất thông minh**

Bên cạnh hoạt động xây dựng tiêu chuẩn, việc rà soát, sửa đổi, bổ sung định kỳ nội dung tiêu chuẩn có vai trò hết sức quan trọng. Trong thực tiễn, nội dung của các tiêu chuẩn ở phiên bản đầu tiên thường chưa đầy đủ, thiếu cập nhật. Các tiêu chuẩn này cần tiếp tục được sửa đổi, bổ sung trong những năm tiếp theo để đáp ứng với sự thay đổi của công nghệ, kết cấu hạ tầng

và các yếu tố khác có liên quan. Ví dụ, các cải tiến quy trình trong tiêu chuẩn điện lưới sẽ cho phép phát triển hệ thống lưới điện thông minh hơn trong tương lai nhằm đáp ứng với sự thay đổi như: nguồn điện, thiết bị lưu trữ mới, pin mặt trời...

Các ban kỹ thuật tiêu chuẩn sản xuất thông minh gồm các chuyên gia, nhà khoa học và các bên có liên quan trao đổi, thảo luận và đồng thuận với nội dung của tiêu chuẩn sản xuất thông minh. Một số tổ chức phát triển tiêu chuẩn thường xuyên nghiên cứu, sửa đổi, bổ sung, cải tiến, phát triển và thúc đẩy việc áp dụng các tiêu chuẩn cần thiết cho sản xuất thông minh phù hợp với điều kiện thực tiễn. Để xây dựng các tiêu chuẩn này, tổ chức phát triển tiêu chuẩn cần sử dụng hiệu quả nguồn lực từ các doanh nghiệp, viện nghiên cứu, trường đại học và cơ quan Chính phủ.

Một số tổ chức phát triển tiêu chuẩn sản xuất thông minh hiện nay gồm:

- *Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế* (The International Organization for Standardization, ISO) là một tổ chức tiêu chuẩn độc lập, phi Chính phủ được thành lập năm 1946. Hiện nay, ISO có 164 quốc gia thành viên. Tổ chức này đã xây dựng, công bố hơn 22.605 tiêu chuẩn quốc tế. Các tiêu chuẩn ISO bao gồm nhiều lĩnh vực: công nghiệp, nông nghiệp, y tế và an toàn thực phẩm. ISO 15926 với chủ đề “tích hợp và hệ thống tự động hóa công nghiệp” (Industrial automation systems and integration) là một tiêu chuẩn quan trọng áp dụng cho lĩnh vực sản xuất thông minh. Để biết thêm thông tin về ISO, tham khảo trang web: <http://www.iso.org>.

- *Ủy ban Kỹ thuật điện Quốc tế* (The International Electrotechnical Commission, IEC) là tổ chức phi lợi nhuận được thành lập năm 1906 với 86 quốc gia thành viên. IEC tập trung vào phát triển các tiêu chuẩn quốc tế về công nghệ điện,

điện tử và các vấn đề khác có liên quan. IEC thường xuyên hợp tác, trao đổi với ISO để phát triển một số tiêu chuẩn mà IEC và ISO cùng quan tâm. Trong thời gian qua, IEC có nhiều đóng góp quan trọng trong việc phát triển các tiêu chuẩn mạng viễn thông, kết cấu hạ tầng của Internet kết nối vạn vật. Ví dụ: IEC đã xuất bản một ấn phẩm có tiêu đề *Internet of Things: Wireless Sensor Networks* (tạm dịch: *Internet kết nối vạn vật: Mạng cảm biến không dây*) để thảo luận về việc phát triển tiêu chuẩn, ứng dụng và phát triển mạng cảm biến không dây trong bối cảnh thế giới tập trung nghiên cứu, phát triển Internet kết nối vạn vật. Để biết thêm thông tin về IEC, tham khảo trang web: <http://www.iec.ch>.

- *Hiệp hội Tự động hóa Quốc tế* (*The International Society of Automation, ISA*) là một hiệp hội chuyên nghiệp, phi lợi nhuận. ISA xây dựng và phát triển các tiêu chuẩn để các bên có liên quan áp dụng kỹ thuật và công nghệ trong quản lý an toàn và an ninh mạng của các hệ thống điều khiển, hệ thống tự động hóa hiện đại. Được thành lập năm 1945, ISA có sứ mệnh phát triển các tiêu chuẩn toàn cầu được sử dụng rộng rãi; chứng nhận chuyên gia; cung cấp dịch vụ giáo dục và đào tạo; xuất bản sách và báo về kỹ thuật; tổ chức hội nghị, hội thảo, triển lãm; cung cấp, kết nối cho 40.000 thành viên và 400.000 khách hàng trên toàn thế giới. Để biết thêm thông tin về ISA, tham khảo trang web: <http://www.isa.org>.

- *Nhóm ứng dụng mở* (*The Open Applications Group, OAGi*) được thành lập năm 1994, là một tổ chức phát triển tiêu chuẩn mở, phi lợi nhuận, tập trung phát triển các tiêu chuẩn về khả năng tương tác của quy trình kinh doanh trong nội bộ doanh nghiệp và giữa các doanh nghiệp với nhau. Ban đầu, các tiêu chuẩn quy định kỹ thuật tích hợp nhóm các ứng dụng mở (Open Applications Group Integration Specification - OAGIS) tập

trung chủ yếu vào nội dung, thông tin trao đổi, cập nhật trạng thái sản xuất... Đến nay, tiêu chuẩn OAGIS đang được phát triển để hỗ trợ tích hợp ứng dụng web và các quy trình kinh doanh dựa trên tiêu chuẩn. Để biết thêm thông tin về OAGi, tham khảo trang web: <http://www.oagi.org>.

- *Tổ chức OPC (OPC Foundation, OPC)* là một tập đoàn công nghiệp được hình thành năm 1996 với mục tiêu là xây dựng và duy trì các tiêu chuẩn mở để kết nối với các thiết bị và hệ thống tự động hóa công nghiệp như: hệ thống điều khiển công nghiệp, hệ thống điều khiển quá trình. Các tiêu chuẩn OPC mô tả việc truyền thông dữ liệu trong quy trình công nghiệp, các sự kiện, dữ liệu lịch sử và dữ liệu giữa các cảm biến, dụng cụ, bộ điều khiển, hệ thống phần mềm... Gần đây, tổ chức OPC phát triển bộ tiêu chuẩn OPC-UA để trao đổi an toàn thông tin trong hệ thống tự động hóa công nghiệp. Hầu hết các nhà cung cấp cho hệ thống SCADA/DCS đều sử dụng tiêu chuẩn OPC để trao đổi thông tin liên quan đến thiết bị tự động hóa theo thời gian thực. Để biết thêm thông tin về OPC, tham khảo trang web: <http://www.opcfoundation.org>.

- *Liên minh hệ thống mở quản lý, vận hành và bảo trì thông tin (An Operations and Maintenance Information Management Open System Alliance, MIMOSA)* là một hiệp hội công nghiệp phi lợi nhuận tập trung vào xây dựng và phát triển các tiêu chuẩn để tích hợp các hoạt động quản lý, vận hành và bảo trì thông tin. MIMOSA đang hợp tác với các tổ chức phát triển tiêu chuẩn sản xuất thông minh khác như: Open O&M, một tổ chức tập trung vào việc gắn kết tốt hơn giữa các tiêu chuẩn và sản xuất; tổ chức ISO và POSC Caesar về việc hài hòa hóa MIMOSA và ISO 15926. Để biết thêm thông tin về MIMOSA, tham khảo trang web: <http://www.mimosa.org>.

- *Hiệp hội giải pháp doanh nghiệp sản xuất quốc tế (The Manufacturing Enterprise Solutions Association, MESA International)* là một hiệp hội phi lợi nhuận có vai trò trong việc phát triển và áp dụng các tiêu chuẩn chuyên ngành. MESA cung cấp hướng dẫn dưới dạng tài liệu đào tạo, sách trắng... về vai trò và việc áp dụng các tiêu chuẩn chuyên ngành cho các hệ thống sản xuất thông minh của doanh nghiệp. Năm 2012, MESA sáp nhập với Tổ chức công nghệ sản xuất (Organization for Production Technology, WBF) và sau đó, phát triển B2MML và BATCHML (dựa trên ISA-95 và ISA-88 tương ứng). MESA cũng là một trong những đối tác của Open O&M, cùng với MIMOSA, OAGi, OPC Foundation, IEC, ISO và ISA. Để biết thêm thông tin về MESA, tham khảo trang web: <http://mesa.org>.

## **2. Tiêu chuẩn trong sản xuất thông minh**

### **2.1. Tiêu chuẩn và hệ sinh thái sản xuất thông minh**

Hệ sinh thái sản xuất thông minh trong doanh nghiệp bao gồm các hệ thống thực hiện những chức năng chính như: thiết kế, sản xuất và quản lý. Hình 3.1 minh họa ba vấn đề chính được quan tâm trong sản xuất thông minh. Ba vấn đề này được thể hiện thành 3 trực chính: trực sản phẩm, trực hệ thống sản xuất, trực kinh doanh của doanh nghiệp.

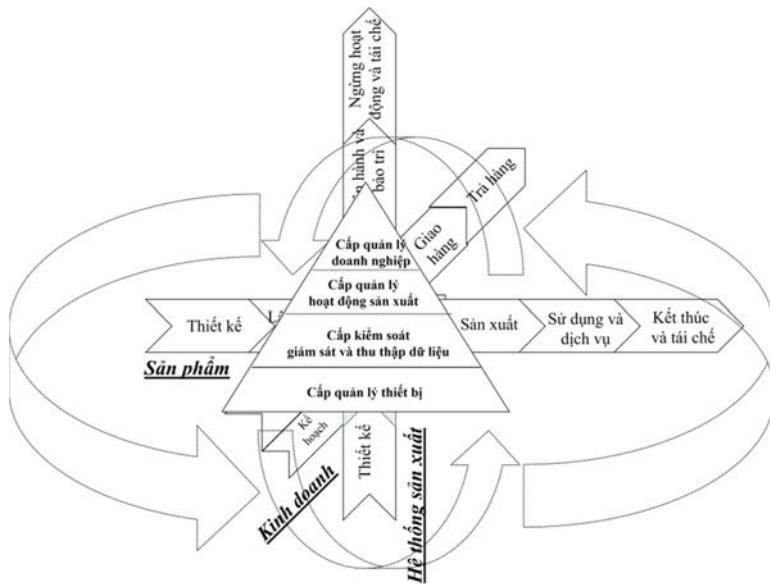
- Vòng đời sản phẩm liên quan đến kiểm soát thông tin từ giai đoạn thiết kế sản phẩm ban đầu và tiếp tục đến hết tuổi thọ của sản phẩm.

- Vòng đời hệ thống sản xuất tập trung vào thiết kế, triển khai, vận hành và ngừng hoạt động của toàn bộ cơ sở sản xuất.

- Chu trình kinh doanh giải quyết các vấn đề tương tác giữa nhà cung cấp và khách hàng.

Tháp sản xuất (Manufacturing Pyramid) là nơi “hội tụ” của vòng đời sản phẩm, vòng đời hệ thống sản xuất và chu trình kinh doanh. Tháp sản xuất được tích hợp theo các cấp độ từ cấp độ quản lý thiết bị, cấp độ quản lý nhà máy đến cấp độ quản lý doanh nghiệp.

Việc tích hợp các phần mềm ứng dụng sản xuất theo vòng đời sản phẩm, vòng đời hệ thống sản xuất và chu trình kinh doanh cho phép kiểm soát ở cấp quản lý thiết bị, hỗ trợ hệ thống sản xuất ra các “quyết định” tối ưu tại cấp quản lý nhà máy và cấp quản lý doanh nghiệp. Sự kết hợp với các hệ thống hỗ trợ, các hệ thống phần mềm sản xuất tạo nên hệ sinh thái sản xuất thông minh.



**Hình 3.1: Hệ sinh thái sản xuất thông minh**

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Y. Lu, K. C. Morris, and S. Frechette, “Current Standards Landscape for SmartManufacturing Systems,” National Institute of Standards and Technology, 2016.

Trong hệ sinh thái sản xuất thông minh, các mô hình như: mô hình cải tiến quá trình liên tục (Continuous Process Improvement, CPI), mô hình sản xuất linh hoạt (Flexible Manufacturing System, FMS) và mô hình thiết kế sản xuất và lắp ráp (Design for Manufacturing and Assembly, DFMA) được thực hiện thông qua trao đổi thông tin với vòng đời sản phẩm, vòng đời hệ thống sản xuất và chu trình kinh doanh của doanh nghiệp.

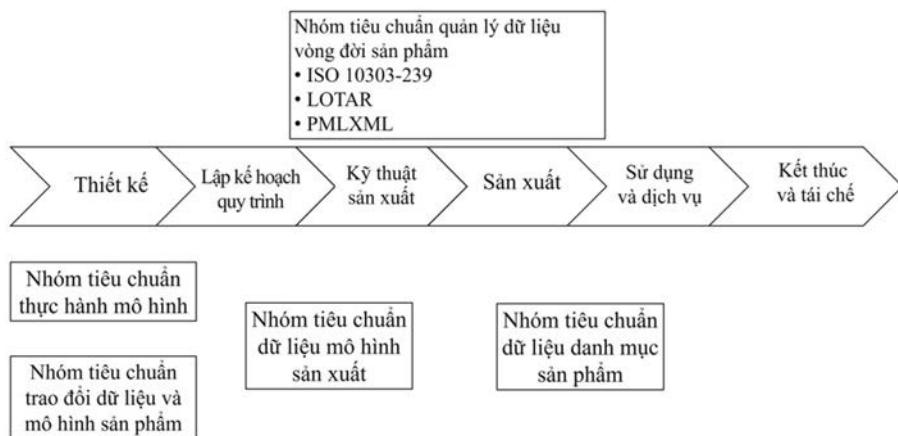
Việc tích hợp chặt chẽ hơn giữa trực sản phẩm, trực hệ thống sản xuất, trực kinh doanh dẫn đến chu kỳ đổi mới sản phẩm của doanh nghiệp nhanh hơn, chuỗi cung ứng hiệu quả hơn và hệ thống sản xuất linh hoạt hơn. Sự kết hợp này cho phép kiểm soát chặt chẽ quá trình tự động hóa và giúp hệ thống đưa ra các quyết định cần thiết để sản xuất sản phẩm theo thời gian thực có khả năng đáp ứng với nhu cầu của khách hàng.

#### *a. Tiêu chuẩn vòng đời sản phẩm*

Trong hệ sinh thái sản xuất thông minh, vòng đời sản phẩm bao gồm 6 giai đoạn: thiết kế; lập kế hoạch quy trình; kỹ thuật sản xuất; sản xuất; sử dụng và dịch vụ; kết thúc và tái chế.

Các tiêu chuẩn sản xuất hiện có, đặc biệt là tiêu chuẩn thiết kế hỗ trợ máy tính (Computer-Aided Design, CAD), tiêu chuẩn sản xuất hỗ trợ máy tính (Computer-Aided Manufacturing, CAM) và tiêu chuẩn công nghệ hỗ trợ máy tính (Computer-Aided Technology, CAx) đóng vai trò quan trọng trong sản xuất sản phẩm. Ngoài ra, các tiêu chuẩn này còn giúp tăng cường mức độ chính xác của mô hình hóa, giảm chu kỳ đổi mới sản phẩm, qua đó đóng góp trực tiếp vào chất lượng sản phẩm và tính linh hoạt của hệ thống sản xuất thông minh.

Tập hợp các tiêu chuẩn được lựa chọn liên quan đến các giai đoạn trong vòng đời sản phẩm được thể hiện trên Hình 3.2.



**Hình 3.2: Tiêu chuẩn vòng đời sản phẩm**

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Y. Lu, K. C. Morris, and S. Frechette, “Current Standards Landscape for SmartManufacturing Systems,” National Institute of Standards and Technology, 2016.

Các tiêu chuẩn này được phân thành 05 nhóm: nhóm tiêu chuẩn thực hành mô hình (Modeling Practice), nhóm tiêu chuẩn trao đổi dữ liệu và mô hình sản phẩm (Product Model and Data Exchange), nhóm tiêu chuẩn dữ liệu mô hình sản xuất (Manufacturing Model Data), nhóm tiêu chuẩn dữ liệu danh mục sản phẩm (Product Category Data) và nhóm tiêu chuẩn quản lý dữ liệu vòng đời sản phẩm (Product Lifecycle Data Management). Cụ thể như sau:

- Nhóm tiêu chuẩn thực hành mô hình  
(Modeling Practice)

Tiêu chuẩn thực hành mô hình xác định việc thực hành dữ liệu số của sản phẩm trong cả hai mô hình: mô hình hai chiều (2D) và mô hình ba chiều (3D). Một số tiêu chuẩn quốc tế có sẵn đã xác định các quy tắc cho kích thước và dung sai. Các tiêu chuẩn phổ biến là: tiêu chuẩn của Hiệp hội Kỹ sư cơ khí Hoa Kỳ

(The American Society of Mechanical Engineers, ASME) Y14.5 GD&T về kích thước và dung sai hình học (Geometric Dimensioning and Tolerancing); tiêu chuẩn của ISO, ISO/TC213 GPS quy định kỹ thuật sản phẩm hình học (Geometrical Product Specification) với tài liệu sản phẩm kỹ thuật ISO/TC10.

Các tiêu chuẩn ISO (GPS) thường giải quyết một nội dung duy nhất. Tiêu chuẩn ASME Y14.5 kết hợp một tập hợp các chủ đề cho GD&T trong một tài liệu tiêu chuẩn. Ngoài GD&T, ASME Y14.36M và ISO 1302 được thiết lập các tiêu chuẩn để truyền đạt các yêu cầu kiểm soát kết cấu bề mặt (surface texture control requirements) và xác định các đặc tính kết cấu bề mặt (surface texture properties). Tiêu chuẩn chung IEC/ISO 81714 xác định các ký hiệu đồ họa để sử dụng trong tài liệu kỹ thuật của sản phẩm.

Một số tiêu chuẩn thực hành mô hình được chọn từ ASME và ISO được liệt kê dưới đây:

- ASME Y14.36: Biểu tượng kết cấu bề mặt;
- ASME Y14.41: Định nghĩa sản phẩm kỹ thuật số - Thực hành dữ liệu;
- ASME Y14.5: Kích thước và dung sai;
- ISO 16792: Tài liệu sản phẩm kỹ thuật - Thực hành dữ liệu, định nghĩa sản phẩm kỹ thuật số;
- ISO 128: Bản vẽ kỹ thuật - Nguyên tắc chung;
- ISO 7083: Bản vẽ kỹ thuật - Biểu tượng cho dung sai hình học - Tỷ lệ và kích thước;
- ISO 1101: Dung sai hình học - Hình thức dung sai, định hướng, vị trí;
- ISO 5459: Dung sai hình học - Dữ liệu và hệ thống dữ liệu;
- ISO 14405: Dung sai kích thước;
- ISO 2692: Dung sai hình học - Yêu cầu vật liệu tối đa

(Maximum material requirement, MMR), yêu cầu vật liệu tối thiểu (least material requirement, LMR) và yêu cầu tương hỗ (Reciprocity requirement, RPR);

- ISO 5458: Dung sai hình học - Dung sai vị trí và mấu;
- ISO 1302: Chỉ định kết cấu bề mặt trong tài liệu sản phẩm kỹ thuật;
- ISO 8062: Dung sai kích thước và hình học cho các bộ phận khuôn;
- ISO 17863: Dung sai của lắp ráp di động;
- IEC/ISO 81714: Thiết kế các ký hiệu đồ họa để sử dụng trong tài liệu kỹ thuật của sản phẩm;
- IPC-D-325: Yêu cầu về tài liệu cho bảng in, tập hợp và bản vẽ hỗ trợ;
- ...
- Nhóm tiêu chuẩn trao đổi dữ liệu và mô hình sản phẩm (Product Model and Data Exchange)

Tiêu chuẩn trao đổi dữ liệu và mô hình sản phẩm bao gồm: tiêu chuẩn ISO và tiêu chuẩn thực tế. Các tiêu chuẩn này thể hiện thông tin kỹ thuật và sản phẩm cho phép trao đổi dữ liệu giữa những phần mềm CAD từ các nhà cung cấp khác nhau. Cụ thể như sau:

- ISO 10303 - 203/214/210/212/242
  - + 203: Cấu hình thiết kế 3D được kiểm soát của các bộ phận và lắp ráp cơ khí;
  - + 214: Dữ liệu cốt lõi cho các quy trình thiết kế cơ khí ôtô;
  - + 210: Hệ thống CAD cho bảng mạch in;
  - + 212: Hệ thống CAD để lắp đặt điện và khai thác cáp;
  - + 242: Chỉ định giao thức ứng dụng cho kỹ thuật 3D dựa trên mô hình Managed;
- ISO 14306 (JT): Định dạng tệp CAD được mô tả trong ISO 14306:2012 được sử dụng chủ yếu trong các trường

hợp sử dụng làm phương tiện để thu thập và tái sử dụng dữ liệu định nghĩa sản phẩm 3D công nghiệp nhẹ.

- ISO 14739 Product Representation Compact, PRC): Quản lý tài liệu - Sử dụng 3D định dạng sản phẩm đại diện gọn nhẹ.
- IGES: Một định dạng trao đổi dựa trên ASCII được ANSI áp dụng từ năm 1976.
- STL (Stereo Litography): Một định dạng tệp thực tế mô tả hình dạng bề mặt của đối tượng ba chiều trong in 3D.
- ISO/ASTM (AMF) 52915: Một tiêu chuẩn dựa trên XML mới và mở, được phát triển để thay thế cho định dạng STL. AMF có nhiều tính năng bổ sung so với định dạng STL, bao gồm phân loại vật liệu, cấu trúc bên trong, tính chất vật liệu, màu sắc, đồ họa...
- ...

Thông tin CAD được kết nối với cấu trúc sản phẩm với các thông số kỹ thuật và thông tin vòng đời sản phẩm. Giao thức ứng dụng (AP) được triển khai và sử dụng phổ biến nhất là AP203 cho hàng không vũ trụ, quốc phòng; AP214 cho ôtô. Tiêu chuẩn này hợp nhất AP203 và AP214 kết hợp các yêu cầu trao đổi dữ liệu trong các lĩnh vực phát triển dựa trên mô hình, quản lý dữ liệu sản phẩm (Product Data Management, PDM), thông tin sản xuất và sản phẩm (Product and Manufacturing Information, PMI) và lưu trữ dữ liệu số lâu dài. AP242 bổ sung các định dạng trao đổi trực quan khác như JT (ISO 14306) và PRC (ISO 14739).

Một bộ tiêu chuẩn khác cho mô hình sản phẩm được sử dụng trong các lĩnh vực in 3D. Định dạng file STL được sử dụng rộng rãi để tạo mẫu in 3D nhanh. ISO 52915, định dạng file in 3D (AMF), là một tiêu chuẩn mở để mô tả màu sắc, vật liệu... của sản phẩm.

➤ Nhóm tiêu chuẩn dữ liệu mô hình sản xuất  
(Manufacturing Model Data)

Tiêu chuẩn dữ liệu mô hình sản xuất, khác với các tiêu chuẩn mô hình sản phẩm, tập trung vào thiết kế sản phẩm, xác định dữ liệu cần thiết để sản xuất một sản phẩm từ một thiết kế. Cụ thể như sau:

- ISO 6983 (Mã G): Điều khiển số của máy - Định dạng và định nghĩa chương trình. Ngôn ngữ lập trình điều khiển số (NC) được sử dụng rộng rãi nhất.
- ISO 10303-207/224/238:
  - + 207 - Lập kế hoạch và thiết kế khuôn kim loại;
  - + 224 - Định nghĩa sản phẩm cơ khí cho quy trình sử dụng các tính năng gia công;
  - + 238 - Ứng dụng mô hình diễn giải cho bộ điều khiển số máy tính;
- ISO 14649: Tiêu chuẩn chỉ định các yếu tố dữ liệu mô tả công cụ máy gắn với công nghệ cụ thể cần thiết, như dữ liệu, quy trình cho các đặc tính sản xuất và máy.
- ...

➤ Nhóm tiêu chuẩn dữ liệu danh mục sản phẩm  
(Product Category Data)

Tiêu chuẩn dữ liệu danh mục sản phẩm hỗ trợ mô tả các trường hợp cụ thể của sản phẩm hoặc bộ phận của sản phẩm theo một cách thống nhất.

Ví dụ: các tiêu chuẩn dữ liệu danh mục sản phẩm bao gồm ISO 13584, 15926 - Phần 4 và ISO 22745, trong đó, tiêu chuẩn ISO 13584, 15926 - Phần 4 tập trung vào các phương pháp để định nghĩa danh mục sản phẩm. ISO 13854 mô tả các nguyên tắc được sử dụng để xác định đặc trưng và tính chất của các bộ phận cung cấp đáp ứng yêu cầu nhận dạng cụ thể nào đó do nhà cung cấp xác định. ISO 22745 cung cấp các hướng dẫn để phát

triển thuật ngữ cho các từ điển kỹ thuật mở, kiểm kê và hệ thống danh mục. Ngược lại, ISO 15926 - Phần 4 đại diện cho một lĩnh vực cụ thể và xác định các thuật ngữ kỹ thuật cần thiết để thiết kế, xây dựng và vận hành một cơ sở sản xuất dầu khí.

➤ Nhóm tiêu chuẩn quản lý dữ liệu vòng đời sản phẩm  
(Product Lifecycle Data Management)

Tiêu chuẩn quản lý dữ liệu vòng đời sản phẩm tập trung vào nhu cầu lưu giữ lâu dài và truy cập dữ liệu một cách nhất quán trong suốt vòng đời sản phẩm.

Tiêu chuẩn quản lý dữ liệu vòng đời sản phẩm được biết đến nhiều nhất là ISO 10303 AP 239, còn được gọi là hỗ trợ vòng đời sản phẩm (Product Life Cycle Support, PLCS). AP 239 được thiết kế để “hỗ trợ trọng đời” đối với các sản phẩm phức tạp, tức là thông tin cần thiết và được tạo ra trong quá trình sử dụng và bảo trì sản phẩm.

PLM XML là một định dạng mở để tạo điều kiện cho quản lý vòng đời sản phẩm. PLM XML được thiết kế dưới dạng định dạng nhẹ, có thể mở rộng và linh hoạt để chia sẻ dữ liệu chức năng và thiết kế sản phẩm trong môi trường hợp tác.

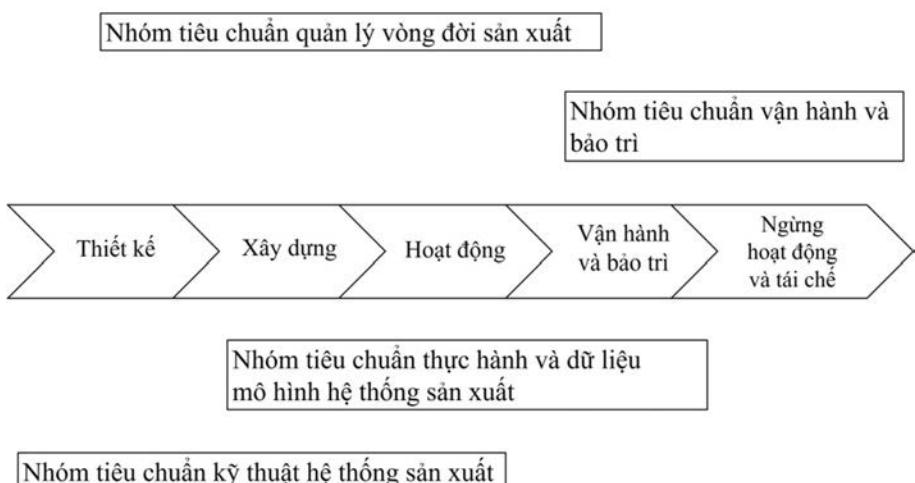
Dự án LOTAR (Long Term Archiving and Retriny) có phạm vi rộng hơn. Trọng tâm của LOTAR là truy cập dài hạn vào thông tin kỹ thuật và sản phẩm kỹ thuật số thông qua việc phát triển các cơ chế lưu trữ và truy xuất dựa trên tiêu chuẩn. Kết quả đã đưa ra khuyến nghị về cách áp dụng các tiêu chuẩn nhằm lưu trữ lâu dài các sản phẩm và thông tin thiết kế liên quan trong thực tiễn.

*b. Tiêu chuẩn vòng đời hệ thống sản xuất*

Các hệ thống sản xuất đề cập ở đây liên quan đến các tập hợp máy móc, thiết bị và hệ thống phụ trợ được tổ chức để tạo

ra hàng hóa và dịch vụ từ nhiều nguồn khác nhau. Hầu hết các tiêu chuẩn mô hình sản phẩm và mô hình thực hành cũng được áp dụng để phát triển hệ thống sản xuất. Tuy nhiên, là một trong những hệ thống sản phẩm phức tạp nhất, hệ thống sản xuất có một số tiêu chuẩn duy nhất để đạt được sản xuất thông minh. Hệ thống sản xuất thông thường có vòng đời dài hơn. Ngoài ra, hệ thống sản xuất cần phải thường xuyên được điều chỉnh, thiết kế lại để đáp ứng các yêu cầu riêng biệt về thiết kế sản phẩm.

Các giai đoạn vòng đời điển hình cho một hệ thống sản xuất bao gồm: thiết kế (Design); xây dựng (Build); hoạt động (Commission); vận hành và bảo trì (O&M); ngừng hoạt động và tái chế (Decommission & Recycling). Hệ thống sản xuất thường được thiết kế để sản xuất một dòng sản phẩm (xem Hình 3.3).



**Hình 3.3: Một số tiêu chuẩn vòng đời hệ thống sản xuất**

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Y. Lu, K. C. Morris, and S. Frechette, “Current Standards Landscape for SmartManufacturing Systems,” National Institute of Standards and Technology, 2016.

Mức độ linh hoạt của hệ thống sản xuất thông minh thể hiện ở sự thích ứng của hệ thống sản xuất thông minh với sự thay đổi của thị trường và chuỗi cung ứng. Đây là một yếu tố quan trọng không chỉ ảnh hưởng đến chi phí của hệ thống sản xuất mà còn ảnh hưởng đến vòng đời hệ thống sản xuất.

Giai đoạn vận hành là việc thử nghiệm toàn bộ hệ thống sản xuất: thiết bị, nhà máy, phân xưởng và hệ thống để vận hành. Hệ thống được xác định để hoạt động theo các mục tiêu thiết kế và thông số kỹ thuật. Sau khi đưa vào vận hành, hệ thống sản xuất đưa vào một trạng thái hoạt động ổn định và hoạt động bảo trì. Giai đoạn vận hành và bảo trì ở trạng thái ổn định thường là giai đoạn dài nhất trong vòng đời của hệ thống sản xuất. Trong giai đoạn này, hệ thống sản xuất sử dụng, khai thác tốt nhất vật liệu, năng lượng và lao động tạo thành các sản phẩm. Trong giai đoạn này, việc lập kế hoạch thích ứng, vận hành lại và vận hành liên tục được tiến hành để duy trì và cải thiện hiệu suất hệ thống, đồng thời thực hiện việc cấu hình lại hệ thống để thích ứng với những thay đổi trong thị trường và chuỗi cung ứng.

Các tiêu chuẩn vòng đời hệ thống sản xuất bao gồm 4 nhóm: nhóm tiêu chuẩn thực hành và dữ liệu mô hình hệ thống sản xuất (Production System Model Data and Practice); nhóm tiêu chuẩn kỹ thuật hệ thống sản xuất (Production System Engineering); nhóm tiêu chuẩn vận hành và bảo trì (Operation and Maintenance, O&M) và nhóm tiêu chuẩn quản lý vòng đời sản xuất (Production Lifecycle Management). Vì giai đoạn vận hành và bảo trì là giai đoạn dài nhất, các tiêu chuẩn cho vận hành và bảo trì và quản lý vòng đời đặc biệt đáng chú ý.

- Nhóm tiêu chuẩn thực hành và dữ liệu mô hình hệ thống sản xuất  
(Production System Model Data and Practice)

Tiêu chuẩn này cung cấp các mô hình thông tin cho thiết kế hệ thống sản xuất và nhà máy; đồng thời tăng cường trao đổi thông tin giữa các bên liên quan và cho phép vận hành hệ thống thực - ảo để cải thiện sự linh hoạt trong sản xuất và giảm chi phí sản xuất.

Một số tiêu chuẩn trong lĩnh vực này có thể được phân loại như sau:

- ISO 10303 - 214/221:
  - + 214: Dữ liệu cốt lõi cho các quy trình thiết kế cơ khí ôtô để thể hiện một hệ thống sản xuất là một phần của thiết kế nhà máy;
  - + 221: Dữ liệu chức năng và sơ đồ biểu diễn của nhà máy.
- ISA 95: Xác định mô hình phân cấp cho doanh nghiệp sản xuất và mô hình đối tượng, chức năng và hoạt động trong quản lý hoạt động sản xuất (Manufacturing Operations Management, MOM).
- IEC 62424: Cung cấp định dạng dữ liệu cho phép lưu trữ thông tin nhà máy.
- ISO 18629: Đặc tả quy trình ngôn ngữ được phát triển bởi NIST là một tập hợp các thuật ngữ logic được sử dụng để mô tả các quy trình.
- IEC 62832: Mô hình tham chiếu, điều khiển, tự động hóa quy trình công nghiệp cho các cơ sở sản xuất (Nhà máy kỹ thuật số). Khái niệm nhà máy kỹ thuật số bao gồm 05 quan điểm về thông tin: Xây dựng (Construction - C), Chức năng (Function - F), Hiệu suất (Performance - P), Vị trí (Location - L) và Kinh doanh (Business - B).
- ISO 17506: Định nghĩa một lược đồ XML tiêu chuẩn mở để trao đổi dữ liệu kỹ thuật số giữa các ứng dụng phần mềm đồ họa khác nhau.

- PLC Open XML: Tiêu chuẩn cho các bộ điều khiển logic lập trình dựa trên các công nghệ XML. PLC Open XML cung cấp các tiêu chuẩn để làm rõ điều khiển logic lập trình (Programmable Logic Controller, PLC) bao gồm các chuỗi hành động, hành vi bên trong của các đối tượng và các kết nối Đầu vào/Đầu ra (Input/Output, IO).
- CMSD (Core Manufacturing Simulation Data): Dữ liệu mô phỏng sản xuất lõi được phát triển bởi NIST và được chuẩn hóa bởi Tổ chức tiêu chuẩn tương tác mô phỏng (Simulation Interoperability Standards Organization, SISO) để xác định quy định kỹ thuật giao diện dữ liệu nhằm trao đổi hiệu quả dữ liệu vòng đời sản xuất trong môi trường mô phỏng.
- IEC 62337: Vận hành hệ thống điện, thiết bị và điều khiển trong ngành công nghiệp chế biến - Các giai đoạn cụ thể.
- ISO 15746: Xác định mô hình thông tin đối với khả năng kiểm soát và tối ưu hóa quy trình tiên tiến cho các hệ thống sản xuất.
- IEC 61987: Đo lường và kiểm soát quy trình công nghiệp - Cấu trúc dữ liệu và các yếu tố trong danh mục thiết bị xử lý.
- ISO 10303 - 225/227:
  - + 225 - Các yếu tố xây dựng được thể hiện dưới hình dạng rõ ràng;
  - + 227 - Cấu hình không gian của nhà máy;
- ISO 16739: Lớp nền tảng công nghiệp (Industry Foundation Class, IFC) - Xây dựng tiêu chuẩn mô hình hóa thông tin để tạo điều kiện cho khả năng tương tác trong ngành kiến trúc, kỹ thuật và xây dựng.

➤ Nhóm tiêu chuẩn kỹ thuật hệ thống sản xuất  
(Production System Engineering)

Tiêu chuẩn này có thể kết nối các công cụ kỹ thuật từ nhiều ngành khác nhau. Ví dụ: kỹ thuật hệ thống, kỹ thuật nhà máy cơ khí, thiết kế điện, kỹ thuật xử lý, kỹ thuật điều khiển quá trình, phát triển giao diện người và máy (Human Machine Interface, HMI), lập trình PLC và lập trình robot.

Trong khi hầu hết các tiêu chuẩn này phục vụ các chức năng rất cụ thể. Hai trong số đó là các phương pháp cơ bản, làm nền tảng cho phần lớn công việc trong kỹ thuật hệ thống sản xuất. Trong danh mục kỹ thuật hệ thống sản xuất, có một số tiêu chuẩn đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện hiệu quả kỹ thuật hệ thống sản xuất, cụ thể như sau:

- SysML (Systems Modeling Language, SysML): Ngôn ngữ mô hình hóa hệ thống cho các ứng dụng kỹ thuật hệ thống thuộc sở hữu của OMG. Ngôn ngữ mô hình hóa hệ thống hỗ trợ quy định kỹ thuật, phân tích, thiết kế, xác minh và xác nhận một loạt các hệ thống và đặc biệt hữu ích cho các dự án quy mô lớn như hệ thống sản xuất.
- Modelica: Modelica là ngôn ngữ dựa trên phương trình, hướng đối tượng, không độc quyền để mô hình hóa các hệ thống vật lý phức tạp được quản lý bởi Hiệp hội Modelica. Modelica là một ngôn ngữ mô hình hóa, được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng mô hình hóa các hệ thống phức tạp và đặc biệt là mô hình hóa các thành phần cơ học, điện, điện tử, thủy lực, nhiệt, điều khiển, năng lượng điện hoặc các thành phần phụ theo quy trình của các hệ thống sản xuất.
- IEC 61131: Tiêu chuẩn IEC cho các bộ điều khiển chương trình trong lĩnh vực kỹ thuật tự động hóa hệ thống sản xuất, bao gồm các yêu cầu và thử nghiệm thiết bị, giao

tiếp, an toàn chức năng, ngôn ngữ lập trình và hướng dẫn thực hiện. Cụ thể, IEC 61131-3 là tiêu chuẩn được áp dụng rộng rãi nhất xác định ngôn ngữ lập trình cho PLC, điều khiển “nhúng” và máy tính công nghiệp (PC).

- IEC 61499: Một tiêu chuẩn mở cho hệ thống điều khiển tự động hóa và phân tán dựa trên nền tảng cơ bản mà từ đó các ứng dụng có thể được xây dựng. Tiêu chuẩn này đã không được ngành công nghiệp chấp nhận, mặc dù nó được cộng đồng học thuật khuyến khích cao, bởi nó không cung cấp một khuôn khổ cho thế hệ tiếp theo của hệ thống tự động hóa công nghiệp.
- IEC 61804: Các khối chức năng (Function Blocks, FB) để kiểm soát quá trình; đặc tả khái niệm FB; ngôn ngữ mô tả thiết bị điện tử (Electronic Device Description Language, EDDL).
- IEC 61508: An toàn chức năng của các hệ thống liên quan đến an toàn điện, điện tử, lập trình. Đối với thực hành kỹ thuật sản xuất, IEC 61508 là tiêu chuẩn quốc tế cho các hệ thống liên quan đến an toàn điện, điện tử. IEC 61508 quy định các yêu cầu để bảo đảm các hệ thống được thiết kế, thực hiện, vận hành và duy trì theo tiêu chuẩn ở mức độ toàn vẹn an toàn (Safety Integrity Levels, SIL).
- IEC 61511: Hệ thống thiết bị an toàn cho ngành công nghiệp chế biến. IEC 61511 là một tiêu chuẩn kỹ thuật quy định các thực hành trong kỹ thuật của các hệ thống bảo đảm sự an toàn của quy trình công nghiệp thông qua việc sử dụng thiết bị. Tiêu chuẩn này là quy trình công nghiệp cụ thể trong khuôn khổ của IEC 61508.
- ISO 13849: An toàn của máy móc - Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển. ISO 13849 cung

cấp các yêu cầu và hướng dẫn an toàn về các nguyên tắc để thiết kế và tích hợp các bộ phận liên quan đến an toàn của các hệ thống điều khiển, bao gồm cả thiết kế phần mềm.

- IEC 62714: Tự động hóa ML (Automatic ML), định dạng trao đổi dữ liệu kỹ thuật để sử dụng trong kỹ thuật hệ thống tự động hóa công nghiệp. IEC 62714 kết nối các công cụ kỹ thuật từ các ngành khác nhau, ví dụ: kỹ thuật nhà máy cơ khí, thiết kế điện, kỹ thuật xử lý, kỹ thuật điều khiển quá trình, phát triển HMI, lập trình PLC và lập trình robot...
- EC 62453: Đặc tả giao diện công cụ thiết bị trường (Field Device Tool, FDT). IEC cũng có một bộ tiêu chuẩn để mô hình hóa và cấu hình thiết bị sản xuất, chẳng hạn như IEC 62453-2 cho đặc điểm kỹ thuật giao diện công cụ thiết bị hiện trường và chỉ định EDDL theo tiêu chuẩn IEC 61804-3.
- ISO 18828: Quy trình chuẩn hóa cho kỹ thuật hệ thống sản xuất đang phát triển. ISO 18828 đang được Tiểu ban kỹ thuật ISO TC184/SC4 xây dựng.
- ...
  - Nhóm tiêu chuẩn quản lý vòng đời sản xuất (Production Lifecycle Management)

Tiêu chuẩn này xác định các mô hình chung về tích hợp, chia sẻ, trao đổi dữ liệu để hỗ trợ vòng đời của các cơ sở sản xuất. Một bộ các tiêu chuẩn quản lý vòng đời sản xuất quan trọng được lựa chọn trình bày dưới đây:

- ISO 10303-239: Hỗ trợ vòng đời sản phẩm. Một nghiên cứu về mô hình hóa thông tin cho thấy ISO 10303 AP 239 (PLCS) có tiềm năng nhất để mô hình hóa vòng đời của một hệ thống sản xuất.

- ISO 15926: Tích hợp và hệ thống tự động hóa công nghiệp - Tích hợp dữ liệu vòng đời cho các nhà máy chế biến.
- ISO 16739: Lớp nền tảng công nghiệp (IFC) - Tiêu chuẩn mô hình hóa thông tin xây dựng được phát triển để tạo thuận lợi cho khả năng tương tác trong ngành kiến trúc, kỹ thuật và xây dựng. ISO 16739 định nghĩa một mô hình dữ liệu chung để xây dựng hỗ trợ vòng đời có thể được áp dụng cho các cơ sở sản xuất.
- IEC 62890: Quản lý vòng đời cho các hệ thống và sản phẩm được sử dụng trong đo lường, kiểm soát và tự động hóa quy trình công nghiệp.
- ...
  - Nhóm tiêu chuẩn vận hành và bảo trì  
(Operation and Maintenance, O&M)

Tiêu chuẩn này xác định các giao dịch và xử lý dữ liệu, để theo dõi tình trạng và chẩn đoán máy móc, để duy trì hiệu suất đầy đủ của hệ thống và tìm kiếm các giải pháp để cải thiện hiệu suất.

Tiêu chuẩn vận hành và bảo trì bao gồm:

- ISO 13374: Tiêu chuẩn thiết lập các hướng dẫn chung cho các thông số kỹ thuật phần mềm liên quan đến xử lý dữ liệu, giao tiếp và trình bày thông tin chẩn đoán và theo dõi tình trạng máy.
- MIMOSA OSA-CBM: OSA-CBM (Open System Architecture for Condition - Based Maintenance) là một kiến trúc tiêu chuẩn để di chuyển thông tin trong một hệ thống bảo trì.
- MIMOSA OSA-EAI: OSA-EAI (Open System Architecture for Enterprise Application Integration) cung cấp một tiêu chuẩn trao đổi thông tin cho phép chia sẻ thông tin giữa các hệ thống doanh nghiệp và mô hình cơ sở dữ liệu để lưu trữ cùng thông tin tài sản.

- ASME B5.59.2M: Công nghệ thông tin cho máy công cụ - Đặc điểm kỹ thuật cho các thuộc tính của máy công cụ để phay và tiện. ASME B5.59-2 sẽ giải quyết vấn đề hiệu suất và khả năng của các công cụ máy móc bất cứ lúc nào trong vòng đời của chúng. Ví dụ, trong khi quy định kỹ thuật, sau khi thử nghiệm chấp nhận hoặc trong khi vận hành. ASME B5.59-2 chỉ giải quyết các thông tin liên quan đến chính máy công cụ và không bao gồm thông tin liên quan đến quá trình.
- ...

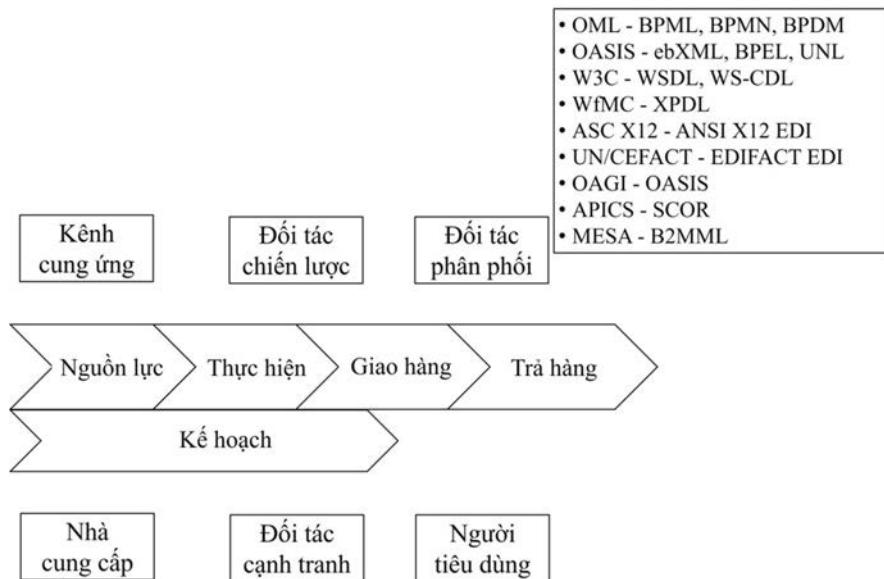
*c. Tiêu chuẩn đối với chu trình kinh doanh trong quản lý chuỗi cung ứng*

Ngày nay, thương mại điện tử có vai trò rất quan trọng cho phép thực hiện các loại hình kinh doanh hoặc giao dịch thương mại thông qua việc trao đổi thông tin giữa các bên liên quan.

Các tiêu chuẩn cho sự tương tác giữa các nhà sản xuất, nhà cung cấp, khách hàng, đối tác và thậm chí cả đối thủ cạnh tranh bao gồm các tiêu chuẩn mô hình kinh doanh chung, các tiêu chuẩn mô hình sản xuất cụ thể và các giao thức thông tin tương ứng.

Những tiêu chuẩn này là "chìa khóa" để nâng cao hiệu quả chuỗi cung ứng và linh hoạt trong sản xuất. Ví dụ, 03 bộ tiêu chuẩn dành riêng cho sản xuất để tích hợp: Tham chiếu hoạt động chuỗi cung ứng APICS (SCOR, APICS Supply Chain Operations Reference), Yêu cầu kỹ thuật tích hợp nhóm ứng dụng mở (Open Applications Group Integration Specification - OAGIS) và B2MML của MESA.

Hình 3.4 cho thấy chu trình Kế hoạch - Nguồn lực - Thực hiện - Giao hàng - Trả hàng (Plan - Source - Make - Delivery - Return) để quản lý chuỗi cung ứng.



**Hình 3.4: Tiêu chuẩn thông qua chuỗi cung ứng**

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Y. Lu, K. C. Morris, and S. Frechette, “Current Standards Landscape for SmartManufacturing Systems,” National Institute of Standards and Technology, 2016.

Tiêu chuẩn chung được sử dụng để mô hình hóa và thực hiện các quy trình kinh doanh như sau:

- BPMN: Các ký hiệu trong mô hình hóa quy trình nghiệp vụ - Ký hiệu đồ họa được tiêu chuẩn hóa để vẽ các quy trình nghiệp vụ cũng xác định một định dạng siêu mô hình và trao đổi.
- BPDM: Định nghĩa quy trình nghiệp vụ - Cung cấp các khái niệm cho các mô hình quy trình kinh doanh.
- XPDL: Ngôn ngữ định nghĩa quy trình XML - các mô hình quy trình nghiệp vụ giải quyết cả đồ họa và thuật ngữ có thể được thực thi, lưu trữ và trao đổi.
- ebXML: Sử dụng ngôn ngữ đánh dấu mở rộng (XML) để chuẩn hóa việc trao đổi dữ liệu kinh doanh an toàn.

- BPEL: Một ngôn ngữ phối hợp để chỉ định quy trình kinh doanh dựa trên dịch vụ web; Các mô hình quy trình nghiệp vụ dựa trên XML có thể được thực thi, lưu trữ và trao đổi.
- UBL: Một định dạng trao đổi XML chung cho các tài liệu kinh doanh có thể được tùy chỉnh để đáp ứng các yêu cầu của các ngành cụ thể.
- WSDL: Một định dạng XML để mô tả các dịch vụ mạng dưới dạng một tập hợp các điểm cuối hoạt động trên các thư chứa thông tin hướng đến tài liệu hoặc hướng thủ tục.
- WS-CDL: WS-CDL (Web Services Choreography Description Language) mô tả sự hợp tác tương tác, ngang hàng giữa những người tham gia.
- ANSI X12: Một trong những tiêu chuẩn tài liệu trao đổi dữ liệu điện tử (Electronic Data Interchange, EDI) được áp dụng rộng rãi nhất được phát triển bởi ANSI.
- EDIFACT: Trao đổi dữ liệu điện tử cho quản trị, thương mại và giao thông - một tiêu chuẩn trao đổi dữ liệu điện tử quốc tế được phát triển bởi Liên hợp quốc.
- OAGIS: Thông số kỹ thuật dựa trên XML để xác định thông điệp kinh doanh và quy trình kinh doanh (kịch bản) cho phép doanh nghiệp thực hiện hoạt động giao tiếp trong kinh doanh. Nội dung OAGIS liên quan đến nhiều ngành và lĩnh vực, bao gồm: thương mại điện tử, sản xuất, dịch vụ hậu cần, quản lý mối quan hệ với khách hàng (Customer Relationship Management, CRM) và hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (ERP). OAGIS không chỉ bao gồm các định dạng cụ thể cho các loại thông điệp phổ biến được sử dụng trong sản xuất, mà còn gồm các cơ chế điều chỉnh tiêu chuẩn để đáp ứng nhu cầu cụ thể.

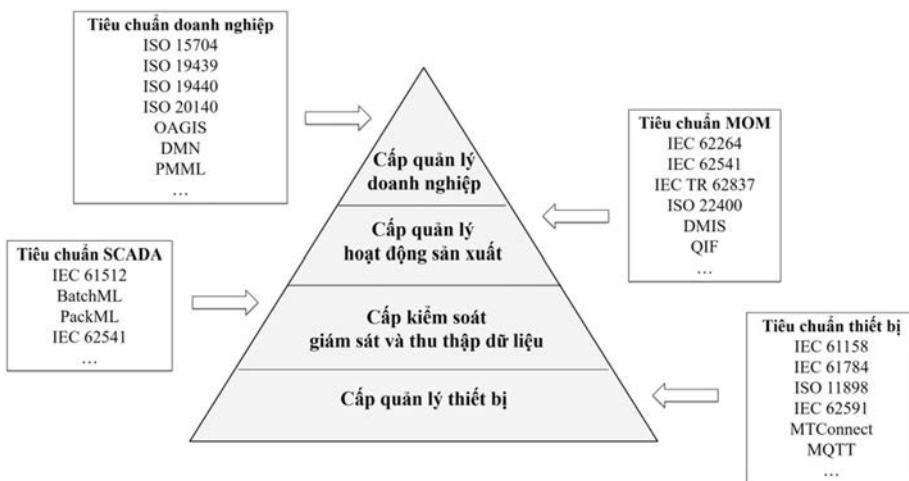
- SCOR: Khung chuỗi cung ứng, liên kết các quy trình kinh doanh, hiệu suất, thực tiễn và kỹ năng con người thành một cấu trúc thống nhất. SCOR là một tiêu chuẩn nhằm xác định và thúc đẩy các thực tiễn ứng dụng tốt nhất trong quản lý và vận hành các hoạt động của chuỗi cung ứng trong nhiều ngành, lĩnh vực sản xuất. SCOR là một công cụ quản lý trong chuỗi cung ứng từ nhà cung cấp đến khách hàng. Mô hình SCOR tiếp cận dựa trên ba trụ cột: mô hình hóa quy trình, đo lường hiệu suất và thực hành tốt nhất để mô tả các hoạt động kinh doanh gắn liền trong các giai đoạn nhằm thỏa mãn nhu cầu của khách hàng.
- B2MML: Một triển khai XML của ANSI/ISA-95, tích hợp hệ thống kiểm soát doanh nghiệp.
- ...

*d. Tiêu chuẩn đối với tháp sản xuất (Manufacturing Pyramid)*

Tháp sản xuất là cấu phần cốt lõi của hệ sinh thái sản xuất thông minh, là nơi hội tụ và tương tác của 3 trực (trục sản phẩm, trục sản xuất và trục kinh doanh). Sự tích hợp từ cấp quản lý cơ sở đến quản lý nhà máy đến cấp quản lý doanh nghiệp là rất quan trọng, phụ thuộc chủ yếu vào các tiêu chuẩn (xem Hình 3.5).

Tích hợp sản xuất thông minh cho phép tiêu chuẩn: truy cập vào hệ thống dữ liệu nhà máy và thực địa để đưa ra quyết định nhanh chóng và tối ưu hóa quá trình sản xuất; đánh giá việc sử dụng năng lượng và vật liệu; tăng cường tính bền vững của sản xuất.

ISA 95 là một mô hình tham chiếu thường được sử dụng để phát triển giao diện tự động giữa các hệ thống điều khiển và doanh nghiệp. Tiêu chuẩn này được phát triển cho các nhà sản xuất toàn cầu và được thiết kế để áp dụng cho tất cả các ngành công nghiệp.



**Hình 3.5: Tiêu chuẩn được tích hợp dựa trên hệ thống phân cấp của ISA 95**

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: Y. Lu, K. C. Morris, and S. Frechette, “Current Standards Landscape for SmartManufacturing Systems,” National Institute of Standards and Technology, 2016.

#### ➤ Cấp quản lý doanh nghiệp

Các tiêu chuẩn sản xuất ở cấp doanh nghiệp có ý nghĩa rất quan trọng. Cụ thể như sau:

- ISO 15704: Hệ thống tự động hóa công nghiệp - Yêu cầu đối với kiến trúc tham chiếu doanh nghiệp và phương pháp luận.
- ISO 19439: Tích hợp doanh nghiệp - Khung cho mô hình hóa doanh nghiệp, cung cấp một cơ sở khái niệm thống nhất cho kỹ thuật doanh nghiệp dựa trên mô hình cho phép tính nhất quán, hội tụ và khả năng tương tác của các phương pháp mô hình hóa và các công cụ hỗ trợ khác nhau.
- ISO 19440: Tích hợp doanh nghiệp - Xây dựng mô hình hóa doanh nghiệp, chỉ định các đặc điểm của các cấu

trúc cốt lõi cần thiết cho mô hình hóa được hỗ trợ bởi máy tính của các doanh nghiệp tuân thủ ISO 19439.

- ISO 20140: Tích hợp và hệ thống tự động hóa - Đánh giá hiệu quả năng lượng và các yếu tố khác của hệ thống sản xuất có ảnh hưởng đến môi trường.
- OAGIS: Đặc tả tích hợp nhóm ứng dụng mở (OAGIS) xác định mô hình nội dung chung và các thông điệp chung để liên lạc giữa các ứng dụng kinh doanh bao gồm ứng dụng với ứng dụng (Application-to-Application, A2A) và tích hợp giữa doanh nghiệp với doanh nghiệp (Business-to-Business, B2B).
- DMN (Decision Modeling Notation): Ký hiệu mô hình quyết định từ OMG, cung cấp các cấu trúc cần thiết để mô hình hóa các quyết định nhằm thu hẹp khoảng cách giữa thiết kế quyết định kinh doanh và thực thi quyết định.
- PMML (Predictive Model Markup Language): Ngôn ngữ đánh dấu mô hình dự đoán là định dạng tệp dựa trên XML do Nhóm khai thác dữ liệu phát triển để cung cấp cách thức cho các ứng dụng mô tả và trao đổi các mô hình được tạo ra bởi thuật toán khai thác dữ liệu và học máy. PMML cũng có thể được thông qua ở cấp quản lý hoạt động sản xuất (MOM).
- ...
  - Cấp quản lý hoạt động sản xuất (MOM)

Quản lý hoạt động sản xuất để cập đến các ứng dụng kiểm soát hoạt động của nhà máy.

Ngôn ngữ đánh dấu doanh nghiệp sản xuất (Business to Manufacturing Markup Language, B2MML) là một dạng triển khai XML của bộ tiêu chuẩn ANSI/ISA 95 (ISA-95), được biết đến với tên quốc tế là IEC/ISO 62264. Mục đích chính của XML là đơn giản hóa việc chia sẻ dữ liệu giữa các hệ thống khác

nhau, đặc biệt là các hệ thống được kết nối với Internet. B2MML bao gồm một tập hợp các lược đồ XML được viết bằng ngôn ngữ lược đồ XML (XSD) của Tập đoàn Web quốc tế (W3C) để triển khai các mô hình dữ liệu trong ISA-95. B2MML được sử dụng như một dạng dữ liệu phổ biến để liên kết các hệ thống quản lý chuỗi cung ứng và ERP với các hệ thống sản xuất như hệ thống kiểm soát và hệ thống thực thi sản xuất. B2MML được phát triển bởi MESA nhằm liên kết ERP và các hệ thống quản lý chuỗi cung ứng (Supply Chain Management, SCM) với các hệ thống sản xuất như hệ thống thực thi sản xuất (Manufacturing Execution Systems, MES).

Một số tiêu chuẩn quan trọng của cấp quản lý hoạt động sản xuất gồm:

- IEC 62264: Tích hợp hệ thống kiểm soát doanh nghiệp - xác định mô hình phân cấp sản xuất và mô tả miền quản lý hoạt động sản xuất và các hoạt động của doanh nghiệp, nội dung giao diện. Tiêu chuẩn này dựa trên ANSI/ISA-95. IEC 62264 định nghĩa các mô hình hoạt động, mô hình chức năng và mô hình đối tượng trong cấp quản lý hoạt động sản xuất.
- IEC 62541: Kiến trúc hợp nhất OPC - giao thức truyền thông M2M công nghiệp cho khả năng tương tác được phát triển bởi OPC Foundation.
- IEC TR 62837: Báo cáo về hiệu quả năng lượng thông qua các hệ thống tự động hóa cung cấp một khuôn khổ cho việc phát triển và điều chỉnh các tài liệu nhằm cải thiện hiệu quả năng lượng trong sản xuất, kiểm soát quá trình và quản lý cơ sở công nghiệp.
- ISO 22400: Tích hợp và hệ thống tự động hóa - Các chỉ số hiệu suất chính (Key Performance Indicators, KPI) để quản lý hoạt động sản xuất... như được định nghĩa

trong IEC 62264-1 cho các ngành công nghiệp hàng loạt, liên tục và rời rạc.

- DMIS (Dimensional Measuring Interface Standard): Tiêu chuẩn giao diện đo kích thước nhằm cung cấp một tiêu chuẩn cho việc truyền thông hai chiều dữ liệu kiểm tra giữa các hệ thống máy tính và thiết bị kiểm tra.
- QIF: là một tiêu chuẩn khung XML hợp nhất cho các hệ thống đo lường chất lượng có sự trợ giúp của máy tính. QIF cho phép thu thập, sử dụng và sử dụng lại thông tin liên quan đến đo lường trong toàn miền PLM/PDM.
- ...
  - Cấp kiểm soát giám sát và thu thập dữ liệu (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA) và cấp quản lý thiết bị

Các tiêu chuẩn SCADA và thiết bị được coi là tiêu chuẩn cơ sở.

Ở cấp độ cơ sở, các hệ thống điều khiển bao gồm HMI, PLC và các cảm biến được kết nối với HMI thông qua hệ thống truyền thông về thời gian như Ethernet/IP, DeviceNet, ControlNet, PROFINET và EtherCAT.

Một giao thức truyền thông nối tiếp, Modbus cũng thường được sử dụng để kết nối một máy tính giám sát với một thiết bị đầu cuối từ xa (Remote terminal unit, RTU) trong các hệ thống SCADA. Cấu hình giao tiếp của các giao thức dựa trên Ethernet thời gian thực như EtherCAT, PROFINET và Ethernet/IP được mô tả trong IEC 61874.

Các tiêu chuẩn SCADA và thiết bị gồm:

- IEC 61512: ISA-88 - định nghĩa thuật ngữ, mô hình tham chiếu, mô hình dữ liệu (bao gồm mô hình công thức) để kiểm soát hàng loạt như được sử dụng trong các ngành công nghiệp.
- BatchML: BatchML là một triển khai XML của ISA-88.

- PackML (Packaging Machine Language): Ngôn ngữ máy đóng gói định nghĩa một cách tiếp cận phổ biến, hoặc ngôn ngữ máy, cho các máy tự động. PackML đã được thông qua như là một phần của tiêu chuẩn công nghiệp ISA88 vào tháng 8 năm 2008.
- IEC 62541: Kiến trúc hợp nhất OPC - một giao thức truyền thông M2M công nghiệp cho khả năng tương tác được phát triển bởi OPC Foundation.
- IEC 61158: Tiêu chuẩn chỉ định các mạng truyền thông công nghiệp - Fieldbus bao gồm ControlNet và Profibus.
- IEC 61784: Tiêu chuẩn này xác định một tập hợp các cấu hình giao tiếp cụ thể dựa trên giao thức dựa trên seri IEC 61158 và các cấu hình truyền thông từ xa theo thời gian thực; được sử dụng trong thiết kế các thiết bị liên quan đến truyền thông trong sản xuất nhà máy và kiểm soát quy trình.
- ISO 11898: Mạng khu vực điều khiển (Controller Area Network, CAN) - một giao thức giao tiếp nối tiếp hỗ trợ điều khiển và ghép kênh thời gian thực phân tán để sử dụng trong các phương tiện giao thông đường bộ.
- IEC 62591: Tiêu chuẩn chỉ định cấu hình mạng truyền thông và mạng truyền thông không dây - WishingHART.
- MTConnect: MTConnect là một giao thức, mở và có thể mở rộng được thiết kế để trao đổi dữ liệu từ thiết bị phân xưởng sang các ứng dụng phần mềm được sử dụng để theo dõi và phân tích dữ liệu.
- IEC/PAS 62030 (Modbus): Modbus là một tiêu chuẩn thực tế cung cấp giao thức truyền thông nối tiếp để kết nối các thiết bị điện tử công nghiệp. Modbus thường được sử dụng để kết nối máy tính giám sát với thiết bị đầu cuối từ xa (RTU)/PLC trong các hệ thống SCADA.

- MQTT: Truyền tải, xuất bản, đăng ký tin nhắn cho các kết nối với các địa điểm từ xa nơi yêu cầu.
- ...

#### *e. Tiêu chuẩn về dữ liệu trong sản xuất thông minh*

Các tiêu chuẩn về dữ liệu đối với sản phẩm, quy trình và nguồn lực (Product Process and Resource, PPR) cần thiết để kết nối trong sản xuất thông minh. Các tiêu chuẩn dữ liệu được chia thành ba nhóm: dữ liệu sản phẩm, dữ liệu quy trình và dữ liệu nguồn lực. Trong đó:

##### ➤ Tiêu chuẩn dữ liệu sản phẩm

Tiêu chuẩn dữ liệu sản phẩm nhằm mô tả hình dáng và các đặc điểm cụ thể của sản phẩm như: DXF, DWG, CGM, HPGL, IGES, STEP AP203, STEP AP214, JT, VRML, X3D, STEP AP239, AP242 và dịch vụ PLM OMG.

DXF (Drawing Exchange Format) và DWG là một trong những tiêu chuẩn thiết kế hỗ trợ máy tính (CAD) hai chiều phổ biến nhất. DXF là một định dạng dữ liệu được phát triển bởi Autodesk dùng cho việc chuyển đổi dữ liệu giữa các phần mềm hỗ trợ thiết kế khác nhau. DWG là một định dạng tệp nhị phân được sử dụng để lưu trữ dữ liệu thiết kế và siêu dữ liệu hai và ba chiều. Đây là định dạng gốc cho một số gói CAD.

Các định dạng hình ảnh vector khác như CGM (Computer Graphics Metafile) và HPGL (Hewlett-Packard Graphics Language) cũng được sử dụng rộng rãi trong môi trường làm việc.

IGES (Initial Graphics Exchange Specification), STEP AP203, STEP AP214 và JT (Jupiter Tessellation) là các tiêu chuẩn quốc tế để trao đổi dữ liệu 3D, trong khi VRML (Virtual Reality Modeling Language) và X3D (Extensible 3D) thường được sử dụng để hiển thị dữ liệu 3D.

Các tiêu chuẩn quốc tế liên quan đến PLM, ví dụ, STEP AP239 (thường được gọi là PLCS), AP242 và dịch vụ PLM OMG.

➤ Tiêu chuẩn dữ liệu quy trình

Tiêu chuẩn dữ liệu quy trình hướng dẫn hoạt động sản xuất và báo cáo kết quả hoạt động như: OAGIS, ANSI/ISA-95, MTConnect, PSL.

Trong các lĩnh vực ERP và SCM, thông số kỹ thuật tích hợp nhóm ứng dụng mở (OAGIS) được phát triển dưới sự bảo trợ của một số nhà cung cấp ERP, là đại diện cho tích hợp dựa trên XML.

Trong MES, tiêu chuẩn tích hợp hệ thống kiểm soát doanh nghiệp và kiểm soát hệ thống ANSI/ISA-95 được áp dụng phổ biến. OAGIS cũng được sử dụng rộng rãi trong sản xuất riêng biệt cho tích hợp ERP và MES. MTConnect<sup>1</sup> và OPC UA (OPC Unified Architecture Specification) là các tiêu chuẩn khác trong khu vực MES để thu thập dữ liệu từ các máy công cụ.

Ngôn ngữ đặc tả quy trình (Process Specification Language, PSL) là một tiêu chuẩn để trao đổi dữ liệu quy trình sản xuất giữa các công cụ DM.

➤ Tiêu chuẩn dữ liệu nguồn lực

Tiêu chuẩn dữ liệu nguồn lực thể hiện thông tin vòng đời của thiết bị và vật liệu được sử dụng trong sản xuất như: CMSD, B2MML, STEP AP239, AP242 và dịch vụ PLM OMG.

Dữ liệu mô phỏng sản xuất lõi (Core Manufacturing Simulation Data, CMSD), một mô hình dữ liệu tiêu chuẩn cho khả năng tương tác giữa các ứng dụng mô phỏng sản xuất được phát triển bởi SISO<sup>2</sup>, bao gồm dữ liệu về thiết bị sản xuất liên quan đến mô phỏng.

B2MML hỗ trợ mô hình hóa khả năng của thiết bị.

1. Xem thêm: <http://www.mtconnect.org>

2. <http://www.sisostds.org>

Các tiêu chuẩn như STEP AP239, AP242 và dịch vụ PLM OMG cung cấp một số cấu trúc cơ bản bao gồm dữ liệu kỹ thuật và vòng đời cho thiết bị sản xuất. Các cấu trúc trong các tiêu chuẩn này có thể làm cơ sở cho việc tích hợp dữ liệu nguồn lực và đặc biệt là các khía cạnh vòng đời của dữ liệu đó.

## **2.2. Tiêu chuẩn và các vấn đề công nghệ trong sản xuất thông minh**

### *a. Tiêu chuẩn và Internet kết nối vạn vật*

Trong lĩnh vực Internet kết nối vạn vật, Liên minh châu Âu đã thành lập một số dự án để phát triển mô hình và khung tiêu chuẩn tham chiếu IoT. IoT-A là Dự án khung thứ 07 của EU (EU Seventh Framework Project), đã tạo ra một khung tiêu chuẩn tham chiếu, là nền tảng cho Internet kết nối vạn vật.

IoT@Work là một dự án khác của EU do Siemens AG dẫn đầu, tập trung khai thác các công nghệ IoT trong môi trường công nghiệp và tự động hóa<sup>1</sup>. Ba kịch bản chính cung cấp các yêu cầu cho kiến trúc IoT@Work bao gồm: sản xuất nhanh, sản xuất quy mô lớn và bảo trì từ xa.

Tại Hoa Kỳ, Hiệp hội Internet công nghiệp (Industrial Internet Consortium, IIC) được thành lập bởi GE, IBM, CISCO, Intel và AT&T. IIC quan tâm đến bất cứ điều gì có thể được kết nối với Internet, cung cấp dữ liệu dưới dạng phản hồi và nâng cao hiệu quả. Phạm vi của IIC lớn hơn so với công nghiệp 4.0. IIC không chỉ giải quyết các hệ thống sản xuất mà còn giải quyết các vấn đề như: năng lượng, chăm sóc sức khỏe và kết cấu hạ tầng. Không giống như công nghiệp 4.0, hoạt động dựa trên các tiêu chuẩn trực tiếp, IIC đã đặt mục tiêu để xác định và phát triển kiến trúc và khung tiêu chuẩn tham chiếu cần thiết cho khả năng tương tác và có thể giúp thiết lập các tiêu chuẩn trong tương lai.

---

1. <https://www.iot-at-work.eu/index.html>

Trong khi đó, Hiệp hội kết nối mở (Open Interconnect Consortium, OIC) được thành lập bởi các công ty công nghệ hàng đầu như Samsung, Cisco, GE và Intel, đang đề xuất một giải pháp nguồn mở cho phép kết nối giữa thiết bị với thiết bị cho IoT. OIC tập trung vào việc xây dựng một tiêu chuẩn truyền thông chung và tài trợ cho dự án IoTivity để xây dựng một tham chiếu nguồn mở của các thông số kỹ thuật đó. Việc áp dụng tiêu chuẩn OIC dự kiến sẽ bắt đầu trong ngành điện tử tiêu dùng và mở rộng sang các ứng dụng công nghiệp.

Các tiêu chuẩn giao tiếp mở của thiết bị là một trong những yếu tố chính trong việc triển khai IoT. IoT được sử dụng đa dạng để kết nối máy - máy (Machine-to-Machine, M2M) dựa trên các tiêu chuẩn. Trên thực tế, nhiều sáng kiến như OneM2M, OMA LightM2M, HyperCat, Eclipse M2M đều có tiềm năng trở thành tiêu chuẩn M2M. Cụ thể, SCADA của Eclipse sẽ cung cấp khả năng kết nối với nhiều thiết bị công nghiệp và cung cấp một hệ thống giám sát để tạo ra các báo động và ghi lại dữ liệu; xây dựng khung giao diện người dùng và trực quan hóa tùy chỉnh cho các chức năng đó.

Một ủy ban kỹ thuật mới của Viện Tiêu chuẩn viễn thông châu Âu (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) cũng đang phát triển các tiêu chuẩn cho truyền thông M2M trong phân khúc ứng dụng IoT trong tự động hóa công nghiệp, chăm sóc sức khỏe và chuỗi cung ứng.

#### *b. Tiêu chuẩn và hệ thống thực - ảo*

Trong khi IoT liên quan đến các đối tượng “vật lý” (như máy móc, phương tiện, các quy trình sản xuất...) có thể nhận dạng và được kết nối Internet, hệ thống thực - ảo kết nối không gian vật lý (không gian thực) và không gian mạng (không gian ảo), được điều khiển bằng phần mềm. Các tiêu chuẩn cho hệ thống thực - ảo bao gồm: thuật ngữ, cấu trúc tham chiếu, mô hình

chức năng, các dịch vụ phổ biến, tiêu chuẩn an toàn và bảo mật, tiêu chuẩn giao diện cho các tương tác giữa các hệ thống...

Một nhóm nghiên cứu do NIST dẫn đầu đang nghiên cứu về thuật ngữ và cấu trúc tham chiếu cho hệ thống thực - ảo. Nghiên cứu và phát triển tiêu chuẩn của hệ thống thực - ảo đang được thực hiện trong nhiều phòng thí nghiệm của NIST với các chương trình về sản xuất thông minh, an ninh mạng, lối đi điện thông minh...

Tại châu Âu, EU đã đầu tư đáng kể vào hệ thống thực - ảo thông qua các chương trình ARTUIS và ECSEL JU và các dự án CPS thông minh theo kế hoạch Horizon 2020<sup>1</sup>.

Hiệp hội Kỹ sư Đức đã thành lập Ủy ban Kỹ thuật 7:20 - Hệ thống Vật lý điện tử để hỗ trợ phát triển tiêu chuẩn trong hệ thống thực - ảo từ góc độ công nghệ tự động hóa.

### *c. Tiêu chuẩn và dữ liệu lớn, điện toán đám mây*

Lượng dữ liệu trong các hệ thống sản xuất đang bùng nổ. Phân tích dữ liệu lớn cho phép cải tiến liên tục và cải tiến quy trình của các hệ thống sản xuất và đã được công nhận là công cụ hỗ trợ chính cho sản xuất thông minh. Với kết cấu hạ tầng điện toán đám mây, các nhà sản xuất có được khả năng truy cập phần mềm và dữ liệu thời gian thực với chi phí thấp, đáp ứng nhanh hơn các vấn đề của khách hàng.

Hiệp hội Tiêu chuẩn Kỹ sư điện Quốc tế (IEEE Standards Association) đã giới thiệu một số tiêu chuẩn liên quan đến các ứng dụng dữ liệu lớn và điện toán đám mây, bao gồm cả IEEE 2200-2012, IEEE 6136 và IEEE P2302.

---

1. H2020 call1 2014 - topic ICT1 "Smart Cyber-Physical Systems" - Overview of selected projects, <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/h2020-call1-2014-topic-ict1-smart-cyber-physical-systems-overview-selected-projects>

Ban kỹ thuật ISO/IEC JTC 1 đã xác định phân tích dữ liệu là một lĩnh vực quan trọng trong tương lai; đồng thời thành lập Nhóm nghiên cứu về dữ liệu lớn để xác định các lỗ hổng tiêu chuẩn, đề xuất các tiêu chuẩn ưu tiên làm cơ sở cho các hoạt động của JTC 1 trong tương lai.

Viện Tiêu chuẩn và Công nghệ Quốc gia Hoa Kỳ (NIST) là một trong các cơ quan đầu tư tập trung nghiên cứu về tiêu chuẩn sản xuất thông minh. NIST đã nỗ lực phát triển các tiêu chuẩn mới về kỹ thuật số, thiết kế và phân tích sản xuất thông minh, in 3D và robot... NIST đã thành lập một nhóm làm việc để đề xuất kiến trúc tham chiếu và xác định các tiêu chuẩn liên quan đến dữ liệu lớn. NIST dẫn đầu trong nghiên cứu các tiêu chuẩn về dịch vụ dựa trên đám mây, ứng dụng trong sản xuất thông minh. NIST cũng tập trung hoạt động về tiêu chuẩn an ninh mạng trong chuỗi cung ứng và hệ thống công nghiệp.

Vào tháng 5 năm 2015, NIST và OAGI đã cùng nhau tổ chức Hội thảo về kiến trúc đám mây mở cho sản xuất thông minh (Workshop on Open Cloud Architectures for Smart Manufacturing).

### **3. Một số thuận lợi, khó khăn, cơ hội và thách thức trong xây dựng tiêu chuẩn sản xuất thông minh**

#### **3.1. Thuận lợi**

Các tiêu chuẩn đóng một vai trò lớn trong tăng trưởng kinh tế toàn cầu. 80% giao dịch hàng hóa toàn cầu bị ảnh hưởng bởi các tiêu chuẩn và bởi các quy định thể hiện các tiêu chuẩn<sup>1</sup>.

Dựa trên một nghiên cứu của Vương quốc Anh xuất bản năm 2005, các tiêu chuẩn đóng góp 2,5 tỷ mỗi năm cho nền kinh

---

1. Arden L. Bement , “Standards and Infrastructure: Foundations of Manufacturing Competitiveness”, [http://www.nist.gov/director/speeches/bement\\_032703.cfm](http://www.nist.gov/director/speeches/bement_032703.cfm)

tế Anh và 13% tăng trưởng năng suất lao động được quy cho vai trò của tiêu chuẩn<sup>1</sup>.

Một nghiên cứu về lợi ích kinh tế của tiêu chuẩn hóa được thực hiện bởi Viện Tiêu chuẩn hóa Đức (German Institute for Standardization, DIN) và Bộ Kinh tế và Công nghệ Liên bang Đức (German Federal Ministry of Economic Affairs and Technology) giai đoạn 1997-2000, dựa trên 700 doanh nghiệp, lợi ích của tiêu chuẩn đối với nền kinh tế quốc gia là hơn 15 tỷ USD/năm<sup>2</sup>. Họ cũng nhận thấy rằng, các doanh nghiệp tham gia phát triển tiêu chuẩn đã vượt các đối thủ cạnh tranh trong việc thích ứng nhu cầu thị trường và công nghệ mới.

Tiêu chuẩn là yếu tố quyết định chính cho sản xuất. Tổng số các tiêu chuẩn trong lĩnh vực sản xuất là rất lớn. Các tiêu chuẩn cung cấp định nghĩa dữ liệu, mô hình chi tiết về các mối quan hệ thông tin và yêu cầu kỹ thuật đối với các giao thức giao diện cho cả ba vòng đời: vòng đời sản phẩm, vòng đời hệ thống sản xuất và chu trình kinh doanh.

Tiêu chuẩn hỗ trợ thiết kế và quản lý sản phẩm, thiết kế và vận hành hệ thống sản xuất và tích hợp vào chuỗi giá trị kinh doanh. Đây là cơ sở để thông tin có thể truyền qua các cấp độ kiểm soát sản xuất và giữa các đối tác trong doanh nghiệp sản xuất (bao gồm các nhà cung cấp phần mềm và nhà cung cấp thiết bị...). Các tiêu chuẩn cho phép phân tách rõ ràng mối quan tâm giữa các bên tham gia, giúp giảm chi phí và tăng độ tin cậy, hiệu quả.

---

1. The Empirical Economics of Standards JUNE 2005, DTI Economics Paper no.12, June 2005, <http://www.sis.se/upload/632555702720125533.pdf>

2. Economic Benefits of Standardization , DIN - German Institute for Standardization, 2000, <http://www.din.de/blob/89552/68849fab0eeeeaafb56c5a3ffee9959c5/economic-benefits-of-standardization-en-data.pdf>

### **3.2. Khó khăn**

Tuy nhiên, việc áp dụng tiêu chuẩn cho sản xuất thông minh còn bị hạn chế bởi hai rào cản sau:

- Thiếu sự theo dõi các tiêu chuẩn và việc áp dụng tiêu chuẩn liên quan đến sản xuất thông minh. Số lượng tiêu chuẩn có thể gây nhầm lẫn, vì nhiều tiêu chuẩn không bao giờ được sử dụng. Số lượng các tiêu chuẩn đang được sử dụng chỉ là một phần nhỏ trong số các tiêu chuẩn được xây dựng, có nghĩa là nhiều tiêu chuẩn không được sử dụng sau khi ban hành. Năm 1996, một báo cáo của NIST đã xác định 25-30% các tiêu chuẩn của Hoa Kỳ là lỗi thời và chắc chắn, con số này đã tăng lên. Các tổ chức xây dựng tiêu chuẩn hiếm khi thực hiện việc rà soát định kỳ, hủy bỏ tiêu chuẩn sau khi tiêu chuẩn đó được công bố. Do đó, các nhà sản xuất và hệ thống đơn vị hỗ trợ (gồm: các nhà cung cấp phần mềm và thiết bị...) đang cố gắng áp dụng các tiêu chuẩn, mặc dù không có nhiều hướng dẫn áp dụng và sử dụng các tiêu chuẩn phù hợp với họ.

- Sự chồng chéo và dư thừa giữa các tiêu chuẩn do ba nguyên nhân chính. Một là, các tiêu chuẩn từ các hệ thống tiêu chuẩn hiệp hội, quốc gia, khu vực, quốc tế đôi khi giống hệt nhau, tương đương hoặc theo một cách khác dẫn đến sự nhầm lẫn về nguồn. Hai là, các tiêu chuẩn trong cùng lĩnh vực kỹ thuật nhưng ở các lĩnh vực ứng dụng khác nhau lại được xây dựng độc lập. Ví dụ, tiêu chuẩn cho cùng một phương pháp thử nghiệm vật liệu đối với các ngành công nghiệp khác nhau đôi khi không nhất quán. Riêng đối với Hoa Kỳ, nguyên nhân thứ ba dẫn đến sự dư thừa tiêu chuẩn là do hệ thống tiêu chuẩn đa nguyên (pluralistic standards system). Trong một hệ thống tiêu chuẩn đa nguyên, không có chế tài xem xét xử phạt các vấn đề liên quan đến xây dựng tiêu chuẩn. Tại Hoa Kỳ, có trên 600 tổ chức xây dựng tiêu chuẩn đang duy trì các chương trình phát

triển tiêu chuẩn. Khi số lượng các tiêu chuẩn tăng lên, khả năng dẫn đến chồng chéo giữa các tiêu chuẩn cũng sẽ tăng theo.

Để giải quyết vấn đề chồng chéo của tiêu chuẩn, sự phối hợp hài hòa giữa các tổ chức phát triển tiêu chuẩn là hết sức cần thiết. Theo định nghĩa của các tổ chức tiêu chuẩn hóa, hài hòa tiêu chuẩn là: “*Các tiêu chuẩn tương đương trên cùng một đối tượng được phê duyệt bởi các cơ quan tiêu chuẩn hóa khác nhau có thể thay thế cho nhau trên phương diện sản phẩm, quy trình và dịch vụ; cùng hiểu thống nhất về kết quả thử nghiệm hoặc thông tin được cung cấp theo các tiêu chuẩn này*”<sup>1</sup>.

Trong lịch sử, đã có nhiều nỗ lực để hài hòa tiêu chuẩn. Sự hài hòa quốc tế đầu tiên diễn ra khi tổ chức ISO được thành lập năm 1947. Trước Chiến tranh thế giới thứ hai, các tiêu chuẩn trên toàn thế giới chỉ có phạm vi trong một quốc gia, thường được thiết lập bởi các cơ quan tiêu chuẩn quốc gia do chính phủ tài trợ. Các tiêu chuẩn được phát triển để phục vụ nhu cầu cụ thể của một quốc gia và mang lại lợi ích cho nhà cung cấp trong nước. Tuy nhiên, các tiêu chuẩn cho các sản phẩm tương tự được phê duyệt bởi các cơ quan tiêu chuẩn quốc gia khác nhau đã tạo ra khó khăn cho các công ty toàn cầu. Rào cản thương mại dẫn đến việc các sản phẩm được thiết kế cho một thị trường có thể bị chặn vào các thị trường khác do các yêu cầu kỹ thuật trong tiêu chuẩn quốc gia khác nhau.

Tổ chức ISO thành lập để tạo thuận lợi cho thương mại bằng cách mở các thị trường trên toàn cầu. Hiện nay, định hướng hoạt động của các tổ chức phát triển tiêu chuẩn là toàn cầu. Nhiều tổ chức xây dựng tiêu chuẩn của quốc gia đã phát triển thành các tổ chức quốc tế. Một thập kỷ trước, 80% các hoạt động tiêu chuẩn hóa của các cơ quan tiêu chuẩn châu Âu tập

---

1. Global Harmonization of Standards, [http://www.okstate.edu/ind-engr/step/WEBFILES/Papers/Global\\_Harm\\_body.htm](http://www.okstate.edu/ind-engr/step/WEBFILES/Papers/Global_Harm_body.htm)

trung vào công việc của quốc gia, phần còn lại liên quan đến các nỗ lực phát triển quốc tế. Ngày nay, tỷ lệ này đã đảo ngược: 80% công việc tiêu chuẩn là xây dựng tiêu chuẩn quốc tế, khu vực<sup>1</sup>. Khi sự chồng chéo tồn tại giữa các tổ chức tiêu chuẩn xảy ra, sẽ có ít nhất một tổ chức xây dựng tiêu chuẩn chịu trách nhiệm trung gian để hài hòa sự khác biệt. Các tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế, khu vực thường sẽ thành lập các ủy ban/nhóm công tác làm việc chung.

Có thể nói, thời đại sản xuất thông minh đòi hỏi mức độ hài hòa các tiêu chuẩn cao hơn để các nhà sản xuất kịp thời nắm bắt công nghệ thông tin và truyền thông mới, phục vụ thị trường toàn cầu, qua đó thúc đẩy sự phát triển nhanh chóng về thiết kế sản phẩm và công nghệ mới, hình thành các mô hình kinh doanh sáng tạo trong thời đại cách mạng công nghiệp 4.0.

### **3.3. Cơ hội**

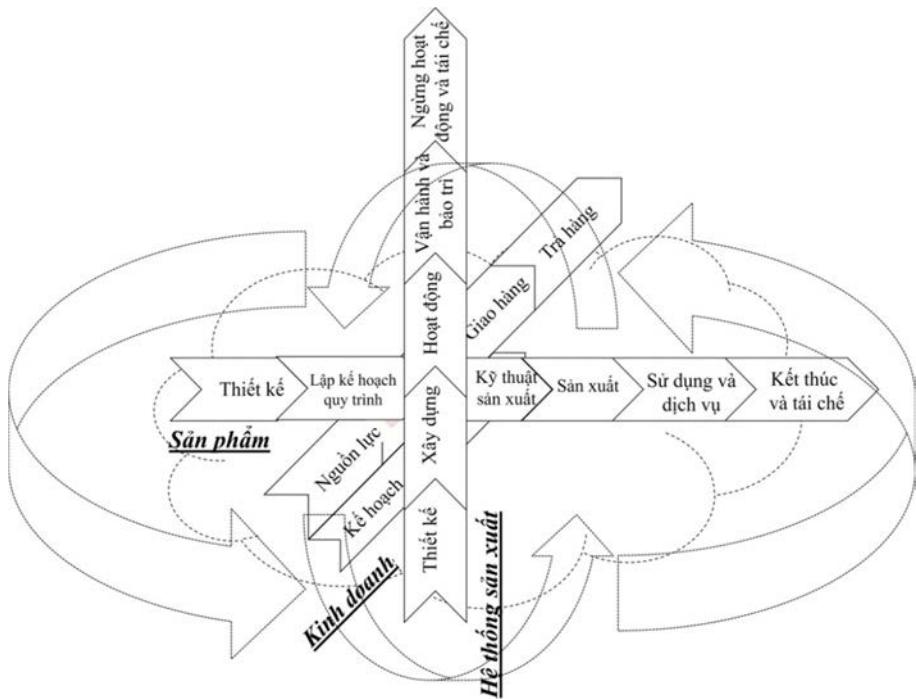
Hầu hết các tiêu chuẩn cho sản xuất được tạo ra trong 30 năm qua đã đạt được thành tựu nhất định, đóng góp cho sự phát triển kinh tế xã hội của các quốc gia; tuy nhiên, để thúc đẩy sản xuất thông minh, việc sửa đổi các tiêu chuẩn hiện hành và xây dựng các tiêu chuẩn mới là cần thiết.

Sản xuất thông minh sẽ yêu cầu thay thế mô hình hệ thống sản xuất truyền thống (dựa trên mô hình kiểm soát phân cấp thành một mô hình mới dựa trên các dịch vụ sản xuất phân tán).

Sự thay đổi mô hình là do việc sử dụng các thiết bị thông minh để truy cập các dịch vụ trên mạng, phân tích thông minh hơn ở mọi cấp độ; phân tích dự đoán cho phép điều khiển linh hoạt; công nghệ điện toán đám mây cho phép ảo hóa các chức năng kỹ thuật và điều khiển ở mọi cấp độ.

---

1. <http://www.standardslearn.org/>



**Hình 3.6: Hệ sinh thái sản xuất thông minh định hướng dịch vụ (Tháp sản xuất ở trạng thái phân tán)**

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Y. Lu, K. C. Morris, and S. Frechette, “Current Standards Landscape for SmartManufacturing Systems,” National Institute of Standards and Technology, 2016.

Mô hình mới định hướng dịch vụ (new service - oriented paradigm) giúp hệ sinh thái sản xuất thông minh thành một hệ thống tích hợp và kết nối đầy đủ (xem Hình 3.6). Tất cả các chức năng sản xuất dọc theo ba chiều và trong tháp sản xuất có thể được ảo hóa và lưu trữ dưới dạng dịch vụ.

### 3.4. Thách thức

Các tiêu chuẩn sản xuất hiện tại không đủ cho hệ sinh thái sản xuất thông minh định hướng dịch vụ. Vì vậy, trong thời gian

tới, một số lĩnh vực cần được hỗ trợ xây dựng các tiêu chuẩn mới bao gồm: an ninh mạng (Cybersecurity), mạng lưới nhà máy (Factory Networking), tích hợp chuỗi cung ứng (Supply Chain Integration) và chuyển dữ liệu từ cấp nhà máy đến cấp doanh nghiệp (Data transfer from factory floor to enterprise level)...

Sự gia tăng khả năng tự động hóa trong sản xuất thông minh sẽ mang đến nhu cầu về các loại giao diện mới để con người tương tác với máy móc. Dữ liệu của máy móc được con người kiểm soát thông qua hệ thống bảng điều khiển trực tiếp. Do đó, tiêu chuẩn để tối ưu hóa các giao diện của bảng điều khiển là một lĩnh vực cần được các cơ quan tiêu chuẩn nghiên cứu và xây dựng. ISA đã thành lập một ủy ban giao diện người và máy (HMI) để thiết lập các tiêu chuẩn, khuyến nghị thực hành và cung cấp các báo cáo kỹ thuật liên quan đến HMI trong các ứng dụng sản xuất thông minh.

Ngoài ra, đối với thiết kế hệ thống sản xuất thông minh, dữ liệu vận hành từ sản xuất là cần thiết để tạo ra các thiết kế mới và xây dựng kế hoạch triển khai tốt hơn, nhanh hơn. Mặc dù đây là một lĩnh vực nghiên cứu, chưa có tiêu chuẩn nào đánh giá khả năng của hệ thống sản xuất và kết nối kết quả tạo ra với các hoạt động trong vòng đời của hệ thống sản xuất.

Để quản lý vòng đời sản phẩm, AMP 2.0 khuyến nghị việc thu thập, lưu trữ, trực quan hóa, tìm kiếm và chia sẻ dữ liệu, trong đó bao gồm cả dữ liệu thống kê và dữ liệu thực tế theo vòng đời sản phẩm thông qua chuỗi cung ứng. Sự phát triển của một tiêu chuẩn như vậy sẽ cho phép chuỗi cung ứng linh hoạt hơn và có thể tái sử dụng các thiết kế sản phẩm. Dữ liệu vòng đời sản phẩm kết hợp với dữ liệu từ các quy trình sản xuất có thể cho phép phân tích nâng cao các quy trình, dẫn đến cải tiến quy trình về năng suất, chất lượng và tính bền vững.

Một tầm nhìn mới trong sản xuất thông minh là các sản phẩm có thể mang dữ liệu lịch sử về cách thức, thời gian và địa điểm mà sản phẩm được sản xuất. Viện MTConnect đang bắt đầu các hoạt động tiêu chuẩn cho phép truy xuất nguồn gốc các sản phẩm này trong sản xuất thông minh. Công nghệ và tiêu chuẩn cho dữ liệu lớn và điện toán đám mây cho phép nhiều phương pháp phân tích nâng cao và các chức năng khác được cung cấp trên cơ sở dịch vụ, qua đó dễ tiếp cận, nắm bắt thông tin với các nhà sản xuất.

## *Chương 4*

# **CÔNG CỤ THIẾT KẾ VÀ CẢI TIẾN HỆ THỐNG SẢN XUẤT THÔNG MINH**

*Trong sản xuất thông minh, quy trình thiết kế và cải tiến nhà máy (Factory Design and Improvement, FDI) cùng với các hệ thống điều khiển sản xuất cho phép phân tích các chức năng của công cụ, phần mềm để cải tiến nhà máy hiện có hoặc thiết kế nhà máy mới. Ở giai đoạn ban đầu, các công cụ phần mềm thương mại có sẵn có thể được sử dụng để tăng cường hệ thống sản xuất của doanh nghiệp. Trên cơ sở đó, doanh nghiệp tiếp tục sử dụng các công cụ phần mềm để lập kế hoạch cải tiến hệ thống sản xuất, xác định các lỗ hổng trong hệ thống sản xuất, lập kế hoạch giải quyết hoặc tránh các lỗ hổng đó. Để các công cụ phần mềm hoạt động có hiệu quả, việc thu thập dữ liệu theo thời gian từ các hệ thống kiểm soát sản xuất phải được thực hiện ở tất cả các cấp từ thiết bị đến doanh nghiệp. Do đó, khả năng tương tác giữa công cụ phần mềm ở tất cả các cấp là một yếu tố hỗ trợ quan trọng cho hệ thống sản xuất thông minh.*

### **1. Mô hình thiết kế và cải tiến nhà máy (FDI)**

#### **1.1. Mô hình FDI**

Sự thay đổi mạnh mẽ trong sản xuất là kết quả của những tiến bộ công nghệ mới gắn kết trực tiếp với hệ thống sản xuất của doanh nghiệp, hình thành hệ thống mới, hệ thống sản xuất

thông minh. Sự tích hợp giữa các hệ thống dịch vụ và các cấp độ kiểm soát sản xuất là một trong những sự thay đổi rõ rệt nhất trong sản xuất thông minh.

Các hệ thống dịch vụ này bao gồm: quản lý vòng đời sản phẩm (Product Lifecycle Management, PLM), Quản lý chuỗi cung ứng (Supply Chain Management, SCM), Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (Enterprise Resource Planning, ERP) và hệ thống thực thi sản xuất (Manufacturing Execution System, MES).

Trong sản xuất thông minh, hiệu suất hoạt động của nhà máy, năng suất lao động, hiệu quả kinh doanh của doanh nghiệp sẽ không đạt mức tối ưu nếu thiếu sự tích hợp giữa các hệ thống dịch vụ này. Dữ liệu cần thiết cho toàn bộ quá trình sản xuất được thu nhận từ máy móc, thiết bị riêng lẻ, trên cơ sở đó sẽ được tổng hợp, tính toán và khai thác tối đa.

Một quy trình sản xuất cụ thể có thể được cải tiến bằng cách áp dụng các máy móc, thiết bị tự động. Tuy nhiên, cải tiến toàn bộ dây chuyền sản xuất lại là một vấn đề lớn và tổng thể đối với doanh nghiệp. Đồng thời, doanh nghiệp cũng phải chịu áp lực cao nếu sản xuất số lượng lớn hơn, đa dạng chủng loại hơn và tốc độ sản xuất nhanh hơn... đạt doanh thu cao hơn. Do đó, việc lập kế hoạch sản xuất tối ưu cho doanh nghiệp dựa trên hệ thống thông tin sản xuất là hết sức cần thiết. Chương này tập trung phân tích, làm rõ phạm vi của các hệ thống dịch vụ, các tiêu chuẩn để truy cập dữ liệu từ các hệ thống, việc sử dụng, khai thác dữ liệu có thể được sử dụng để thiết kế và cải tiến nhà máy.

Mô hình thiết kế và cải tiến nhà máy đã được chứng minh là một phương pháp toàn diện để thiết kế một hệ thống sản xuất<sup>1</sup>.

---

1. SS Choi, K Jung, B Kulvatunyou, KC Morris, An analysis of technologies and standards for designing smart manufacturing systems, J Res Natl Inst Stan 121, 422-433.

Mô hình FDI phân tích các tiêu chuẩn và công cụ phần mềm sản xuất hỗ trợ việc thiết kế và cải tiến nhà máy. Kết quả phân tích có thể được sử dụng trong việc xây dựng một hệ thống sản xuất mới hoặc tăng cường hệ thống sản xuất hiện có thông qua nâng cấp công nghệ thông tin để thực hiện sự phối hợp tốt nhất, nhằm tối đa hóa lợi ích của doanh nghiệp.

Công cụ sản xuất kỹ thuật số là các công cụ phần mềm sử dụng thông tin tích hợp của doanh nghiệp để lập kế hoạch hệ thống sản xuất. Chức năng của công cụ sản xuất kỹ thuật số bao gồm mô phỏng, trực quan hóa, phân tích một hệ thống sản xuất, đồng thời xây dựng kế hoạch sản xuất<sup>1</sup>. Như vậy, có thể xem công cụ sản xuất kỹ thuật số là công cụ sản xuất thông minh.

Các nghiên cứu gần đây cho thấy công cụ sản xuất kỹ thuật số là "trung tâm" để hiện thực hóa sản xuất thông minh. Công cụ sản xuất kỹ thuật số cũng cần được tích hợp với các công cụ hỗ trợ khác. Do đó, tiêu chuẩn là yếu tố hết sức quan trọng để hỗ trợ tích hợp các công cụ trong sản xuất thông minh.

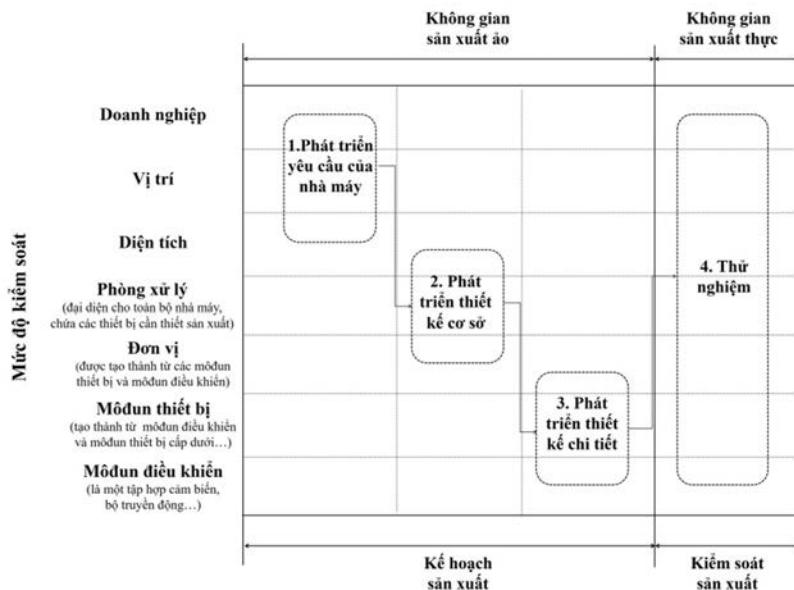
Quy trình FDI là một quy trình phân tích và lập kế hoạch toàn diện từ trên xuống, bao gồm thiết kế mô hình thực tế và hệ thống phần mềm của một nhà máy sản xuất. Một quy trình thiết kế nhì nhà máy toàn diện như vậy rất quan trọng để bảo đảm tối ưu hiệu suất hệ thống tổng thể, vì sự phụ thuộc và tương tác của cấu phần, bộ phận trong nhà máy.

Ở cấp độ cao, FDI bao gồm bốn hoạt động chủ yếu (được chia thành 28 nhiệm vụ): phát triển yêu cầu của nhà máy (Factory Requirement), phát triển thiết kế cơ sở (Basic Design), phát

---

1. Chryssolouris G, Mavrikios D, Papakostas N, Mourtzis D, Michalos G, Georgoulias K (2009) Digital manufacturing: history, perspectives, and outlook. P I Mech Eng B-J Eng 223(5):451-462.

triển thiết kế chi tiết (Detailed Design) và thử nghiệm (Test). Mô hình này cho thấy các hoạt động của FDI sẽ tác động đến việc thiết kế hệ thống sản xuất từ cấp độ kiểm soát doanh nghiệp xuống cấp độ kiểm soát thiết bị theo mô hình kiểm soát của ISA-88 (xem Hình 4.1). Hơn nữa, kết quả các hoạt động FDI còn được sử dụng cho cả lập kế hoạch sản xuất, kiểm soát sản xuất. Đây là hai hoạt động chính để bảo đảm hiệu suất của một hệ thống sản xuất thông minh.



**Hình 4.1: Sơ đồ tổng thể của FDI**

**Nguồn:** Tác giả xây dựng trên cơ sở: SS Choi, K Jung, B Kulvatunyou, KC Morris, An analysis of technologies and standards for designing smart manufacturing systems, J Res Natl Inst Stan 121, 422-433.

## 1.2. Một số công cụ cho FDI

Các công cụ sản xuất kỹ thuật số sử dụng thông tin tích hợp để mô phỏng, phân tích trực quan ba chiều (3D)... trong phân

tích kế hoạch sản xuất. Các công cụ này cho phép thiết kế và cải tiến hệ thống sản xuất hiện có.

Các công cụ phần mềm cho FDI thực hiện trao đổi thông tin điện tử, dữ liệu về sản phẩm, quy trình và thông tin kỹ thuật sản xuất trong thiết kế và sản xuất<sup>1</sup>. Các phần mềm sản xuất FDI hiện nay gồm:

- Phần mềm quản lý vòng đời sản phẩm (PLM) có chức năng: Thiết kế sản phẩm (Product Design); Quản lý sản phẩm và danh mục đầu tư (Product and Portfolio Management, PPM); Quản lý dữ liệu sản phẩm (Product Data Management, PDM); Quản lý quy trình sản xuất (Manufacturing Process Management, MPM)...<sup>2</sup>.

- Phần mềm sản xuất kỹ thuật số (DM) có chức năng: thiết kế và phân tích hệ thống thiết bị, máy móc; thiết kế và phân tích dây chuyền lắp ráp; thiết kế và phân tích cơ sở sản xuất; quản lý nguồn lực; lập kế hoạch sản xuất...

- Phần mềm hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (ERP) có chức năng: lập kế hoạch sản phẩm; quản lý chi phí/giá cả; quản lý dự án; dự báo nhu cầu; quản lý sản xuất hoặc dịch vụ giao hàng; quản lý tiếp thị và bán hàng; quản lý nguồn lực; quản lý hàng tồn kho; quản lý tài chính...<sup>3</sup>.

- Phần mềm quản lý chuỗi cung ứng (SCM) có chức năng quản lý hàng tồn kho; quản lý phân phối/kho; quản lý đơn hàng;

1. Kulvatunyou B, Ivezic N, Wysk RA, Jones A (2003) Integrated product and process data for business to business collaboration. *Ai Edam* 17(3):253-270.

2. Subrahmanian E, Rachuri S, Fenves SJ, Foufou S, Sriram RD (2005) Product lifecycle management support: a challenge in supporting product design and manufacturing in a networked economy. *International Journal of Product Lifecycle Management* 1(1):4-25.

3. Mabert VA, Soni A, Venkataraman MA (2003) The impact of organization size on enterprise resource planning (ERP) implementations in the US manufacturing sector. *Omega-Int J Manage S* 31(3):235-246.

mua sắm, quản lý nhà cung cấp; quản lý vận tải; quản lý vận chuyển và thanh toán; quản lý quan hệ khách hàng; quản lý quan hệ nhà cung cấp...<sup>1</sup>.

- Phần mềm hệ thống thực thi sản xuất (MES) có chức năng: đánh giá trạng thái và phân bổ nguồn lực; lập kế hoạch chi tiết; kiểm soát tài liệu; thu thập dữ liệu; quản lý lao động; quản lý chất lượng; quản lý quy trình bảo trì; theo dõi sản phẩm; phân tích hiệu suất...<sup>2</sup>.

Các công cụ trên thực hiện các chức năng hỗ trợ cho sản xuất thông minh để đạt được các mục tiêu cụ thể:

- Dự báo thị trường: Phần mềm quản lý chuỗi cung ứng có chức năng quản lý mối quan hệ với khách hàng (Customer Relationship Management, CRM) theo dõi các hành vi của khách hàng liên quan đến sản phẩm. Chức năng quản lý tiếp thị và bán hàng trong phần mềm hoạch định nguồn lực doanh nghiệp cũng cần các dữ liệu quản lý quan hệ khách hàng để dự báo thị trường. Các tính năng quản lý danh mục đầu tư của phần mềm quản lý vòng đời sản phẩm dựa trên dữ liệu quản lý quan hệ khách hàng và dữ liệu dự báo thị trường. Phần mềm sản xuất kỹ thuật số cần tích hợp với phần mềm quản lý vòng đời sản phẩm và phần mềm quản lý chuỗi cung ứng để chia sẻ và trao đổi dữ liệu sản phẩm trong phân tích tính khả thi của sản xuất dựa trên dự báo thị trường cho một sản phẩm cụ thể.

- Quản lý chi phí: Chi phí, giá cả, thanh toán và các chức năng quản lý tài chính trong phần mềm hoạch định nguồn lực

---

1. Lambert DM, Cooper MC, Pagh JD (1998) Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. The International Journal of Logistics Management 9(2):1-20.

2. Muhammad Y, Cong P, Lu H, Fan Y (2010) MES development and significant applications in manufacturing -A review. In Proceedings of the 2nd International Conference on Education Technology and Computer, pp V5-97-V95-101.

doanh nghiệp có liên quan đến quản lý thanh toán vận chuyển, một chức năng trong phần mềm quản lý chuỗi cung ứng. Các chức năng quản lý danh mục đầu tư của phần mềm quản lý vòng đời sản phẩm cũng tạo ra dữ liệu chi phí (ước tính). Phần mềm sản xuất kỹ thuật số cung cấp dữ liệu cần thiết để ước tính chi phí cho phần mềm quản lý vòng đời sản phẩm và ngược lại. Phần mềm sản xuất kỹ thuật số yêu cầu dữ liệu từ phần mềm quản lý chuỗi cung ứng và phần mềm quản lý vòng đời sản phẩm để thực hiện chức năng quản lý nguồn lực.

- Quản lý hàng tồn kho: Phần mềm hoạch định nguồn lực doanh nghiệp và phần mềm quản lý chuỗi cung ứng có chức năng tương tự để quản lý hàng tồn kho. Thông tin hàng tồn kho cần được đồng bộ giữa các hệ thống này. Phần mềm sản xuất kỹ thuật số cung cấp các chức năng để hỗ trợ xác minh quản lý hàng tồn kho trong phần mềm hoạch định nguồn lực doanh nghiệp và phần mềm quản lý chuỗi cung ứng.

- Quản lý phân phối: Phần mềm quản lý chuỗi cung ứng có các chức năng để quản lý phân phối, vận chuyển, kênh và nhà cung cấp, trong khi phần mềm hoạch định nguồn lực doanh nghiệp có chức năng quản lý sản xuất, dịch vụ phân phối. Phần mềm sản xuất kỹ thuật số cần được tích hợp với tất cả các chức năng này để cung cấp dữ liệu nguồn lực. Các chức năng và dữ liệu nguồn lực này có thể truy cập và tích hợp trên các ứng dụng sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc thực hiện đơn hàng của khách hàng. Do đó, có thể nói, phần mềm sản xuất kỹ thuật số cũng hỗ trợ xác minh phân phối và quản lý vận chuyển tương tự chức năng của phần mềm quản lý chuỗi cung ứng.

- Quản lý dự án: Các chức năng quản lý dự án của phần mềm hoạch định nguồn lực doanh nghiệp cung cấp thông tin phát triển sản phẩm hoặc nhà máy. Quản lý danh mục và sản phẩm của phần mềm quản lý vòng đời sản phẩm cũng có chức năng quản lý dự án, bổ sung các dữ liệu kỹ thuật liên quan đến các nhiệm vụ

đó. Phần mềm sản xuất kỹ thuật số cung cấp dữ liệu nguồn lực liên quan đến quản lý sản phẩm và danh mục đầu tư. Thông tin quản lý dự án nên được đồng bộ hóa trên các ứng dụng.

- **Lập kế hoạch sản xuất:** Cả phần mềm hệ thống thực thi sản xuất và phần mềm sản xuất kỹ thuật số đều có chức năng lập kế hoạch sản xuất. Ngoài ra, phần mềm sản xuất kỹ thuật số là một hệ thống lập kế hoạch nâng cao, cung cấp thông tin cần thiết cho phần mềm hệ thống thực thi sản xuất để đáp ứng với môi trường thay đổi hoặc các yêu cầu của sản xuất thông minh.

- **Quản lý nguồn lực:** Các chức năng quản lý nguồn lực (con người, tài sản và vật tư tiêu hao...) đều có trong các phần mềm hoạch định nguồn lực doanh nghiệp, phần mềm hệ thống thực thi sản xuất, phần mềm quản lý vòng đời sản phẩm và phần mềm sản xuất kỹ thuật số. Phần mềm hoạch định nguồn lực doanh nghiệp và phần mềm hệ thống thực thi sản xuất quản lý thông tin nguồn lực liên quan đến hoạt động của nhà máy theo thời gian thực. Phần mềm quản lý vòng đời sản phẩm cũng quản lý thông tin nguồn lực, nhưng tập trung nhiều hơn vào dữ liệu vòng đời. Thông tin nguồn lực trong các ứng dụng này cần đồng bộ hóa. Các công cụ phần mềm sản xuất kỹ thuật số cần được thông tin nguồn lực chính xác và cập nhật để thiết kế sản xuất chính xác và kịp thời. Do đó, thông tin nguồn lực nên có sẵn để chia sẻ trên các ứng dụng này.

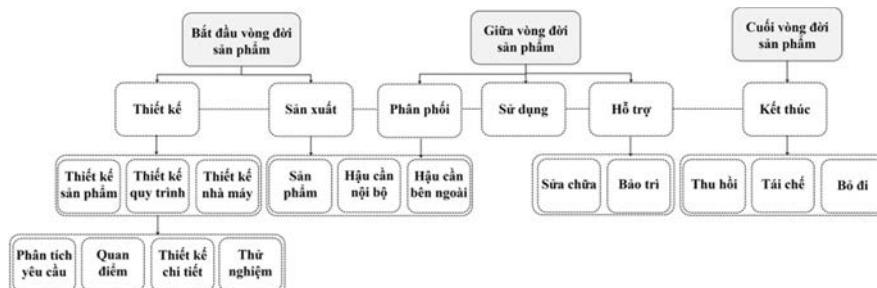
## **2. Công cụ quản lý vòng đời sản phẩm (PLM)**

### **2.1. Giới thiệu chung**

Thuật ngữ “vòng đời” thường chỉ toàn bộ các giai đoạn của sản phẩm<sup>1</sup>. Vòng đời sản phẩm có thể được xác định bởi ba giai đoạn chính (xem Hình 4.2).

---

1. Terzi, S., Flores, M., Garetti, M. and Macchi, M. (2005) ‘Analysis of PLM dimensions’, Paper presented at the 2nd International Conference on PLM, Lyon, 11–13 June, pp.175–184, France.



**Hình 4.2: Các pha vòng đời sản phẩm**

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Terzi, S., Panetto, H., Morel, G. and Garetti, M. (2007) ‘A holonic metamodel for product traceability in PLM’, Int. J. Product Lifecycle Management, Vol. 2, No. 3, pp.253–289.

Giai đoạn bắt đầu vòng đời sản phẩm (Beginning of life, BOL) bao gồm: thiết kế và sản xuất. Thiết kế là một giai đoạn đa cấp, bao gồm: thiết kế sản phẩm, thiết kế quy trình và thiết kế nhà máy. Sản xuất bao gồm các giai đoạn trong quy trình sản xuất để tạo ra sản phẩm cuối cùng. Trong pha BOL, thông qua việc sử dụng các công cụ, kỹ thuật, phương pháp, doanh nghiệp sẽ phát triển thiết kế sản phẩm và quy trình sản xuất, đồng thời xây dựng kế hoạch cho các cơ sở sản xuất.

Giai đoạn giữa vòng đời sản phẩm (Middle of life, MOL) bao gồm phân phối, sử dụng sản phẩm, sửa chữa và bảo trì sản phẩm. Trong giai đoạn này, sản phẩm được phân phối đến khách hàng cuối cùng (người tiêu dùng hoặc nhà cung cấp dịch vụ). Trong giai đoạn MOL, sản phẩm được phân phối, sử dụng, sửa chữa và bảo trì bởi nhà cung cấp dịch vụ. Lịch sử thông tin về phân phối, sử dụng, sửa chữa và bảo trì sản phẩm có thể được thu thập để cập nhật về tình trạng của sản phẩm.

Giai đoạn cuối vòng đời sản phẩm (End of life, EOL) bao gồm thu hồi, tái chế (tháo rời, tái sản xuất, tái sử dụng...) sản phẩm. Giai đoạn EOL bắt đầu từ thời điểm sản phẩm không còn thỏa mãn người dùng (người mua ban đầu, chủ sở hữu ...).

## 2.2. Ý nghĩa của vòng đời sản phẩm

Đến nay, có nhiều định nghĩa khác nhau về vòng đời sản phẩm (PLM). PLM là một khái niệm tổng thể. Đây là một mô hình mới cho sản xuất sản phẩm, cho phép doanh nghiệp quản lý các sản phẩm của mình trong suốt vòng đời một cách hiệu quả nhất. PLM giúp các doanh nghiệp đưa sản phẩm ra thị trường nhanh hơn, cung cấp hỗ trợ tốt hơn cho việc sử dụng sản phẩm. Trong thị trường toàn cầu ngày nay, các doanh nghiệp phải đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của khách hàng để nhanh chóng và liên tục cải tiến sản phẩm và dịch vụ của họ.

Saaksvuori và Immonen (2005) đã mở rộng quan điểm về PLM. Thông tin liên quan đến các sản phẩm được phổ biến nhanh chóng giữa các doanh nghiệp để doanh nghiệp có thể cạnh tranh hiệu quả trên thị trường quốc tế. Do đó, trong sản xuất thông minh, PLM là một công cụ thiết yếu để đối phó với những thách thức của cạnh tranh toàn cầu đòi hỏi khắt khe hơn về vòng đời sản phẩm và nhu cầu ngày càng tăng của khách hàng. Các sản phẩm mới, tốt hơn và linh hoạt hơn được đưa vào thị trường nhanh hơn, với lợi nhuận cao hơn và ít lao động hơn. Vòng đời của mỗi sản phẩm phải được kiểm soát tốt hơn<sup>1</sup>.

Như vậy, PLM có thể được định nghĩa là một mô hình kinh doanh hướng vào vòng đời sản phẩm, được hỗ trợ bởi công nghệ thông tin, trong đó dữ liệu sản phẩm được chia sẻ và tổ chức trong các giai đoạn khác nhau của vòng đời sản phẩm để đạt được hiệu suất và tính bền vững cho các sản phẩm và dịch vụ liên quan.

Xem xét một sản phẩm cụ thể là chiếc xe hơi để hiểu về PLM. Chiếc xe hơi là một sản phẩm do các nhà thiết kế và kỹ sư

---

1. Saaksvuori, A. and Immonen, A. (2005) Product Lifecycle Management (2nd ed.). Berlin-Heidelberg: Springer.

tham gia thiết kế. Quá trình sản xuất xe hơi là một quá trình phức tạp, gồm nhiều giai đoạn. Việc sử dụng xe hơi liên quan đến nhiều đối tượng trong chuỗi dịch vụ: khách hàng, chở để xe, cửa hàng bảo dưỡng, đại lý... EOL của xe hơi là một giai đoạn phức tạp với những quy định nghiêm ngặt nhất về tái chế và loại bỏ linh kiện xe hơi. Vòng đời xe hơi càng phức tạp, lượng thông tin về vòng đời của xe hơi ngày càng tăng.

Mô hình vòng đời sản phẩm phụ thuộc mạnh mẽ vào loại sản phẩm, ảnh hưởng đến quy trình kinh doanh của doanh nghiệp. Trên thực tế, sản phẩm có thể là một đối tượng sản xuất có tuổi thọ phức tạp (ví dụ: ôtô, máy bay hoặc tuabin), một đối tượng sản xuất có tuổi thọ ngắn phức tạp (ví dụ: PC, đĩa CD hoặc máy ảnh), một chuyên ngành được phẩm (ví dụ: vắc-xin hoặc kháng sinh), một tòa nhà (một ngôi nhà hoặc một căn hộ), một cửa hàng... Mục tiêu chung là thông qua phương pháp PLM, dữ liệu sản phẩm tích hợp được quản lý để có thông tin phù hợp vào đúng thời điểm và đúng thời điểm nơi cung cấp một dịch vụ hiệu quả.

PLM là một ứng dụng cấp công nghệ thông tin ảnh hưởng đến tất cả các bộ phận của doanh nghiệp. PLM không chỉ là công cụ ứng dụng công nghệ thông tin đơn thuần, mà gắn với việc số hóa dữ liệu về vòng đời sản phẩm. Công nghệ thông tin không chỉ được ứng dụng trong việc xây dựng công cụ, giao diện tương tác, cấu trúc PLM..., xây dựng phương pháp luận (như quy trình kinh doanh, sử dụng và tạo dữ liệu sản phẩm...), mà còn tham gia vào các quy trình kinh doanh (như lưu chuyển dữ liệu trong doanh nghiệp, dữ liệu bên trong và bên ngoài của doanh nghiệp...). Phương pháp, quy trình và công nghệ thông tin là ba nguyên tắc cơ bản của PLM có liên quan đến các giai đoạn trong vòng đời của sản phẩm.

### **2.3. Vai trò của PLM trong sản xuất thông minh**

#### *a. PLM trong giai đoạn bắt đầu vòng đời sản phẩm (BOL)*

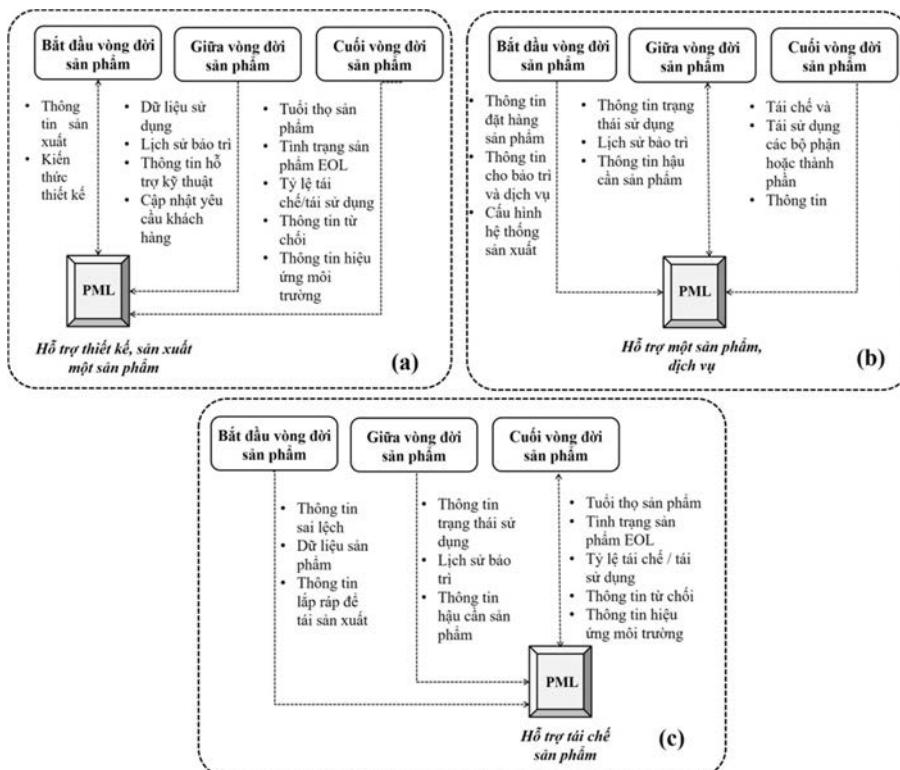
Về cơ bản, giai đoạn BOL liên quan đến thiết kế và sản xuất sản phẩm. Hai hoạt động này về bản chất là khác nhau. Thiết kế sản phẩm là một hoạt động trí tuệ, sáng tạo, bao gồm các nhà thiết kế và kỹ sư tìm giải pháp cho các vấn đề nhất định. Ngược lại, sản xuất là một hoạt động được thực hiện lặp đi lặp lại, chủ yếu tập trung vào việc cụ thể hóa một quyết định của người khác.

Trong giai đoạn BOL, PLM đóng vai trò là hệ thống hỗ trợ thiết kế (xem Hình 4.3): dữ liệu thiết kế sản phẩm được tạo ra và quản lý hiệu quả nhằm phân phối vào đúng thời điểm trong bối cảnh phù hợp để bảo đảm sản xuất hiệu quả. Các pha MOL và EOL có thể cung cấp thông tin hữu ích cho giai đoạn này, thu được bằng cách phân tích dữ liệu thực địa. Trong giai đoạn BOL, quản lý thông tin được kích hoạt bởi các hệ thống như công cụ thiết kế sản phẩm và nền tảng CPD (Collaborative Product Definition), được áp dụng trong bộ phận R&D, bộ phận kỹ thuật trong doanh nghiệp để hỗ trợ quá trình phát triển sản phẩm.

Các hệ thống PLM hiện có mở rộng các chức năng của nền tảng CPD truyền thống từ góc độ công nghệ, cung cấp nền tảng dữ liệu dùng chung để tạo ra, tổ chức và phổ biến thông tin liên quan đến sản phẩm trong toàn doanh nghiệp. Các nhà cung cấp thường được gọi là “các nhà cung cấp PLM” (PLM Suppliers), xuất phát từ ba nền tảng khác nhau:

- Kết nối với các quy trình quản lý hoạt động dựa trên nền tảng kỹ thuật số. Ví dụ: Siemens và Dassault Systèmes.
- Kết nối với các nền tảng và công cụ kỹ thuật và sản xuất kỹ thuật số. Ví dụ: SAP và Oracle.

- Thiết lập môi trường hợp tác để tích hợp, về cơ bản sử dụng các công nghệ web. Ví dụ: Windchill.



Hình 4.3:

- Mô hình hoạt động BOL sử dụng thông tin MOL, EOL;
- Mô hình hoạt động MOL sử dụng thông tin BOL, EOL;
- Mô hình hoạt động EOL sử dụng thông tin BOL, MOL

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Terzi, S., et al., Product lifecycle management—from its history to its new role. International Journal of Product Lifecycle Management, 2010. 4(4): p. 360–389.

Tất cả các nhà cung cấp PLM liên tục và nhanh chóng mở rộng và củng cố các dịch vụ của họ thông qua việc sáp nhập và mua lại các doanh nghiệp thích hợp. Đồng thời, một hệ thống

PLM hỗ trợ tất cả các quy trình của các giai đoạn BOL cho đến khi người tiêu dùng hoàn toàn hài lòng.

b. *PLM trong giai đoạn giữa và cuối vòng đời sản phẩm (MOL và EOL)*

Giai đoạn MOL là giai đoạn chính của sản phẩm trong vòng đời sản phẩm, trong khi EOL liên quan đến giai đoạn kết thúc vòng đời sản phẩm. Trong các giai đoạn này, nhiều đối tượng tương tác với sản phẩm: nhà cung cấp dịch vụ hậu cần, khách hàng, nhà cung cấp dịch vụ hậu mãi, nhà cung cấp dịch vụ tái chế...

Trong các giai đoạn MOL và EOL, PLM chủ yếu là một hệ thống hỗ trợ dịch vụ (xem Hình 4.3). Dữ liệu sản phẩm được thu thập để theo dõi và kiểm soát trạng thái tuổi thọ của sản phẩm. Thông tin từ pha BOL là cần thiết để phân tích và hiểu các “hành vi” và cấu trúc của sản phẩm.

Việc quản lý, lưu giữ thông tin về vòng đời sản phẩm cần được thể chế hóa bằng các quy định và luật pháp. Các quốc gia đều có hướng dẫn, quy định cụ thể về việc quản lý, lưu giữ thông tin đối với các sản phẩm ảnh hưởng đến các vấn đề an toàn sức khỏe như các ngành công nghiệp chế biến (dược phẩm, thực phẩm và đồ uống...). Tuy nhiên, trong thực tế, nội dung thông tin trong các giai đoạn MOL và EOL không đầy đủ và thống nhất.

Thông tin về các sản phẩm khác hiện nay như: điện tử tiêu dùng, máy móc gia dụng và phương tiện... cũng không chính xác và đầy đủ sau khi giao sản phẩm cho khách hàng, dẫn đến sự thiếu hiệu quả trong quản lý vòng đời sản phẩm. Hiện nay, không có công cụ hiệu quả nào có sẵn để thu thập dữ liệu vòng đời sản phẩm trong giai đoạn MOL. Nhiều doanh nghiệp đã sử

dụng một số phần mềm hỗ trợ để thu thập thông tin nhưng các thông tin này độc lập, không toàn diện.

PLM áp dụng các giải pháp công nghệ thông tin tiên tiến để thúc đẩy quản lý vòng đời sản phẩm. Việc áp dụng PLM, thông tin về sản phẩm của doanh nghiệp sẽ được “lan tỏa” theo chuỗi tạo giá trị. Hiện nay, các nghiên cứu và giải pháp của PLM tập trung chủ yếu vào các giai đoạn BOL và MOL, các vấn đề trong giai đoạn EOL dự kiến sẽ được nghiên cứu trong thời gian tới. Nền tảng cho PLM đang được đặt ra, cùng với việc phát triển các công cụ hỗ trợ hiệu quả sử dụng thông tin có sẵn để bảo đảm PLM có thể được sử dụng để mang lại lợi ích chiến lược lớn hơn cho doanh nghiệp.

### 3. Công cụ sản xuất kỹ thuật số (DM)

#### 3.1. Giới thiệu chung

Với mục tiêu hướng đến khách hàng nhiều hơn và giảm thời gian phát triển sản phẩm đã đòi hỏi các doanh nghiệp phải áp dụng công nghệ kỹ thuật số vào sản xuất. Các chức năng sản xuất được tích hợp với các chức năng kinh doanh hình thành nên một hệ thống thống nhất dựa trên cơ sở dữ liệu doanh nghiệp.

Hệ thống này dựa trên quan điểm sản xuất kỹ thuật số. Theo đó, trước khi bắt đầu sản xuất trong thực tế, hệ thống quản lý dữ liệu sản xuất và các công nghệ mô phỏng được sử dụng để tối ưu hóa toàn bộ quá trình sản xuất.

Sản xuất kỹ thuật số sẽ cho phép: (1) rút ngắn thời gian và chi phí xây dựng, phát triển nhà máy; (2) tích hợp các quy trình và bộ phận sản xuất khác nhau thành một hệ thống thống nhất; (3) tăng cường sản xuất đồng thời ở nhiều nơi sản xuất; (4) hỗ trợ doanh nghiệp tập trung củng cố năng lực cốt lõi về hoạt động sản xuất, từ đó kết nối hiệu quả với các doanh nghiệp, nhà cung cấp khác dựa trên nền tảng công nghệ thông tin.

### **3.2. Sử dụng công cụ sản xuất kỹ thuật số trong sản xuất thông minh**

Việc ứng dụng phổ biến công nghệ thông tin trong sản xuất đã cho phép hình thành các giải pháp công nghệ, các phần mềm chuyên dụng trong sản xuất. Lợi ích và hiệu quả của các công cụ mới này đã được chứng minh trong vài thập kỷ qua. Các công cụ chuyên dụng ứng dụng công nghệ thông tin trong sản xuất bao gồm các công cụ hỗ trợ gia công đơn giản, các công cụ lập kế hoạch sản xuất và các công cụ hỗ trợ kiểm soát.

Trong lịch sử, việc ứng dụng công nghệ thông tin vào điều khiển số, trung tâm sản xuất gia công, hệ thống sản xuất linh hoạt... đều giúp doanh nghiệp giảm chi phí sản xuất, đồng thời công suất và hoạt động của nhà máy tăng lên. Khái niệm về sản xuất tích hợp máy tính (CIM) được giới thiệu vào cuối những năm 1980. Sự ra đời của CIM là một ví dụ điển hình về ứng dụng công nghệ thông tin trong sản xuất nhằm nâng cao hiệu suất, hiệu quả, chất lượng sản phẩm, tính linh hoạt của quá trình sản xuất; giảm thời gian đưa sản phẩm ra thị trường; đáp ứng nhanh chóng yêu cầu của thị trường. Tuy nhiên, nền tảng hạ tầng và kỹ thuật của công nghệ thông tin vào thời điểm đó chưa đầy đủ và chưa được khai thác hết mức.

Cùng với sự tiến bộ của công nghệ vi xử lý, sự ra đời của kỹ nguyên Internet, tiêu chuẩn hóa giao diện phần mềm, sự chấp nhận rộng rãi các kỹ thuật thiết kế và phát triển phần mềm đã mở đường cho việc tạo điều kiện tích hợp giữa các ứng dụng phần mềm đa dạng. Sự phát triển của các hệ thống thông tin thập kỷ qua đóng vai trò quan trọng trong việc áp dụng các công nghệ thông tin mới trong môi trường của các hệ thống sản xuất.

*a. Công nghệ hỗ trợ máy tính (Computer-Aided Technologies)*

Công nghệ thiết kế hỗ trợ máy tính (Computer-Aided Design, CAD) được xem là một trong những công nghệ giúp tăng năng suất, cho phép thời gian tiếp thị sản phẩm nhanh hơn và giảm đáng kể thời gian cần thiết để phát triển sản phẩm. Mặc dù trong giai đoạn phát triển đầu tiên, các ứng dụng CAD khó sử dụng do hệ thống đầu vào dựa trên văn bản và thiết bị tính toán có tốc độ chậm, nhưng với sự phát triển mạnh của công nghệ thông tin, thế hệ CAD mới đã giải quyết được những hạn chế và trở thành công cụ cần thiết cho các doanh nghiệp sản xuất hiện nay.

Các giải pháp cung cấp giao diện đồ họa hiện đại cho người dùng hiện đang có sẵn trên thị trường. Chức năng của các hệ thống này tích hợp với phân tích phần tử hữu hạn (Finite Element Analysis, FEA), phân tích động học, phân tích động và mô phỏng đầy đủ các tính chất hình học bao gồm kết cấu và tính chất cơ học của vật liệu. Các hệ thống CAD đã trở nên không thể thiếu đối với các doanh nghiệp sản xuất hiện nay, vì sự tích hợp mạnh mẽ của chúng với các kỹ thuật sản xuất tiên tiến. Các mô hình CAD thường được coi là đủ tính năng để sản xuất các bộ phận, vì chúng có thể được sử dụng nhằm tạo mã cần thiết trong việc điều khiển các máy móc sản xuất bộ phận.

Theo sự phát triển của các hệ thống CAD, khái niệm sản xuất hỗ trợ máy tính (Computer-Aided Manufacturing, CAM) đã ra đời. Bước tiến lớn đối với việc triển khai các hệ thống CAM là sự ra đời của điều khiển số máy tính (Computer Numerical Control, CNC). Ngoài thực tế là công nghệ mới này đã mang lại một cuộc cách mạng trong các hệ thống sản xuất bằng cách cho phép sản xuất hàng loạt và linh hoạt hơn, CAM cho phép liên kết trực tiếp giữa mô hình CAD ba chiều (3D) với sản xuất.

Newman và Nassehi đã đề xuất một nền tảng sản xuất cho máy gia công CNC, trong đó các ứng dụng công nghệ hỗ trợ máy tính khác nhau có thể trao đổi thông tin một cách liên tục. Nền tảng được đề xuất dựa trên tiêu chuẩn STEP-NC. Ngoài ra, việc chuẩn hóa ngôn ngữ lập trình cho các máy này (mã G và M và APT) giúp các nhà phát triển giải pháp có thể tích hợp việc tạo mã tự động trong các ứng dụng của họ. Từ thời điểm đó, các hệ thống CAD và CAM đã được phát triển cho phép thiết kế một phần và mô phỏng sản xuất. Các kỹ sư có khả năng trực quan hóa cả bộ phận và quy trình sản xuất, nhằm xác minh chất lượng sản phẩm và sau đó thực hiện quy trình sản xuất với xác suất lỗi tối thiểu trong thực tế<sup>1</sup>.

Một số hệ thống khác, chẳng hạn như các hệ thống chất lượng hỗ trợ máy tính (Computer-Aided Quality System, CAQS), cũng đã bắt đầu xuất hiện và trở thành một phần của quy trình kỹ thuật. Mặt khác, PDM và PLM cho phép thực hiện nhiều nhiệm vụ quản lý dữ liệu, bao gồm quy trình làm việc, vòng đời, cấu trúc sản phẩm và quản lý thay đổi...

Các hệ thống PDM có thể tích hợp và khai thác để quản lý tất cả các ứng dụng, thông tin và quy trình xác định sản phẩm, từ thiết kế đến sản xuất đến hỗ trợ người dùng cuối. Các hệ thống PDM thường được sử dụng để kiểm soát thông tin, tài liệu, quy trình làm việc và được yêu cầu thiết kế, xây dựng, hỗ trợ, phân phối và bảo trì sản phẩm. Thông tin liên quan đến sản phẩm điển hình bao gồm bản vẽ kỹ thuật, kế hoạch dự án, sơ đồ lắp ráp, thông số kỹ thuật sản phẩm, chương trình máy công cụ điều khiển số, kết quả phân tích, thư tín, hóa đơn vật liệu và đơn đặt hàng thay đổi kỹ thuật...

---

1. Newman, S. T. and Nassehi, A. Universal manufacturing platform for CNC machining. CIRP Ann., 2007, 56(1), 459–462.

PLM là một cách tiếp cận dựa trên thông tin tích hợp cho tất cả các khía cạnh của vòng đời sản phẩm từ khi bắt đầu thiết kế, sản xuất, bảo trì và xử lý tái chế cuối cùng. Một số lợi ích khi sử dụng PLM bao gồm giảm thời gian đưa ra thị trường, cải thiện chất lượng sản phẩm, giảm chi phí tạo mẫu, tiết kiệm thông qua việc sử dụng lại dữ liệu gốc, các tính năng để tối ưu hóa sản phẩm, giảm lãng phí và tiết kiệm thông qua việc tích hợp hoàn toàn quy trình công việc kỹ thuật. Về mặt lý thuyết, hệ thống này được sử dụng để gắn kết kỹ thuật, sản xuất, tiếp thị với các nhà cung cấp bên ngoài và các đối tác kinh doanh để điều phối các hoạt động.

Ví dụ, giải pháp PDM và PLM hiện nay được ứng dụng phổ biến trong ngành công nghiệp ôtô, một trong những lĩnh vực công nghiệp phức tạp nhất, nhằm giảm thời gian chu kỳ thiết kế trong một số quy trình phát triển bằng cách sử dụng các mô hình máy tính để kết hợp các kiến thức, quy tắc, thực tiễn thiết kế và kinh nghiệm sản xuất trong quá khứ.

### *b. Kiểm soát sản xuất*

Các nhà sản xuất sẽ lựa chọn quá trình kiểm soát sản xuất dựa trên các yếu tố như tuân thủ các tiêu chuẩn công nghiệp, chức năng đa kiểm soát, tính khả thi về mặt kỹ thuật, hiệu quả về chi phí, dễ tích hợp và có khả năng bảo trì hệ thống. Quan trọng hơn, các hệ thống nhúng và hệ điều hành công nghiệp sẽ dần thay đổi mô hình kiểm soát sản xuất hiện nay, thông qua hợp nhất phần cứng và điều khiển mở. Tích hợp hệ thống điều khiển với CAD và CAM và hệ thống điều khiển thời gian thực, dựa trên mạng phân tán giữa cảm biến và thiết bị điều khiển là một trong những chủ đề nghiên cứu chính.

Những phát triển mới trong việc sử dụng các công nghệ không dây, như công nghệ nhận dạng tần số vô tuyến (RFID) là một phần của hệ thống nhận dạng tự động, liên quan đến việc

truy xuất các đối tượng và giám sát các mặt hàng di chuyển qua chuỗi cung ứng sản xuất, cho phép nhận dạng chính xác và kịp thời thông tin. Gần đây, việc cài đặt các công nghệ không dây như RFID, hệ thống toàn cầu cho thông tin di động (Global System for Mobile Communications, GSM) là những ứng dụng công nghệ thông tin mới trong sản xuất công nghiệp.

Trong lắp ráp ôtô, công nghệ thông tin được áp dụng cho một loạt các quy trình kiểm soát sản xuất như kiểm soát đơn hàng, giám sát sản xuất, lập kế hoạch trình tự, nhận dạng xe, quản lý chất lượng, quản lý bảo trì và kiểm soát vật liệu. Tuy nhiên, việc tích hợp công nghệ thông tin không dây ở cấp độ phân xưởng sản xuất ôtô thường bị hạn chế do các yêu cầu về bảo mật.

#### c. Mô phỏng máy tính (*Computer Simulation*)

Mô phỏng máy tính đã trở thành một trong những công cụ được sử dụng rộng rãi nhất trong thiết kế hệ thống sản xuất, cho phép các nhà hoạch định và kỹ sư điều tra sự phức tạp của hệ thống và cách thay đổi cấu hình hệ thống hoặc trong các chính sách vận hành có thể ảnh hưởng đến hiệu suất của hệ thống hoặc tổ chức<sup>1</sup>.

Các mô hình mô phỏng được phân loại thành: tĩnh, động, liên tục, rời rạc, xác định và ngẫu nhiên. Từ cuối những năm 1980, các phần mềm mô phỏng đã cung cấp khả năng hiển thị, bao gồm các tính năng tương tác người dùng và đồ họa. Mô phỏng máy tính cung cấp lợi thế lớn cho việc nghiên cứu và phân tích thống kê, do đó giảm thời gian và chi phí tổng thể cần thiết để đưa ra quyết định, dựa trên hành vi hệ thống. Các hệ thống mô phỏng thường được tích hợp với các hệ thống công

---

1. Baldwin, L. P., Eldabi, T., Hlupic, V., and Irani, Z. Enhancing simulation software for use in manufacturing. *Logistics Inf. Mgmt*, 2000, 13(5), 263–270.

nghệ thông tin khác, chẳng hạn như CAx, FEA, lập kế hoạch sản xuất và hệ thống tối ưu hóa.

Phần mềm mô phỏng giả lập kỹ thuật số nhà máy (Digital Mock-Up, DMU) cho phép các kỹ sư sản xuất hình dung quy trình sản xuất thông qua máy tính, cho phép tổng quan về các hoạt động của nhà máy đối với một công việc sản xuất cụ thể. Mô phỏng sự kiện rời rạc (Discrete Event Simulation, DES) giúp các kỹ sư tập trung chặt chẽ vào mỗi hoạt động cá nhân. DES có thể giúp đưa ra quyết định trong các giai đoạn đầu (thiết kế khái niệm và uy tín) nhằm đánh giá và cải thiện một số khía cạnh của quy trình lắp ráp, chẳng hạn như vị trí và kích thước của hàng tồn kho, đánh giá sự thay đổi về khối lượng hoặc hỗn hợp sản phẩm và phân tích thông lượng.

Sự phát triển tiếp theo của công nghệ mô phỏng, công nghệ thực tế ảo (Virtual Reality, VR) đã cho phép các kỹ sư xây dựng các mô hình ảo và tương tác với chúng. Các hoạt động được VR hỗ trợ bao gồm bố trí nhà máy, lập kế hoạch, đào tạo vận hành, thử nghiệm, kiểm soát quy trình và xác nhận. Các ứng dụng khác bao gồm xác minh các yếu tố liên quan đến con người trong các quy trình lắp ráp bằng cách sử dụng các kỹ thuật mô phỏng ba chiều trên máy vi tính, thay thế điều khiển của con người bằng một đại diện nhân trắc học của con người, được gọi là “ma-nơ-canhh”<sup>1</sup>.

#### *d. Tối ưu hóa và hoạch định nguồn lực doanh nghiệp*

Các hệ thống ERP cố gắng tích hợp tất cả dữ liệu và quy trình của một tổ chức thành một hệ thống thống nhất. Một hệ thống

---

1. Papakostas, N., Makris, S., Alexopoulos, K., Mavrikios, D., Stournaras, A., and Chryssolouris, G. Modern automotive assembly technologies: status and outlook. In Proceedings of the First CIRP International Seminar on Assembly systems, Stuttgart, Germany, 2006, pp. 39–44 (Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart).

ERP điển hình sẽ sử dụng các phần mềm và hệ thống phần cứng máy tính để đạt được sự tích hợp tốt nhất. Một cấu phần quan trọng của hầu hết các hệ thống ERP là cơ sở dữ liệu thống nhất để lưu trữ dữ liệu cho các module hệ thống khác nhau.

Các hệ thống hoạch định nguồn lực sản xuất (Manufacturing Resources Planning - MRP II) ngoài việc kết hợp các hệ thống quản lý và kế toán tài chính đã được mở rộng hơn nữa để kết hợp tất cả các quy trình kinh doanh và lập kế hoạch nguồn lực của toàn doanh nghiệp, bao gồm các lĩnh vực như nhân lực, quản lý dự án, thiết kế sản phẩm, vật liệu và lập kế hoạch năng lực.

Việc loại bỏ thông tin và dữ liệu dự phòng không chính xác, tiêu chuẩn hóa giao diện, đối phó với các vấn đề bảo mật, truy cập toàn cầu và mô hình hóa chính xác các quy trình kinh doanh... là những mục tiêu do hệ thống ERP giải quyết. Tuy nhiên, chi phí thực hiện lớn, rủi ro cao, nhu cầu rất lớn về thời gian, nguồn lực của doanh nghiệp và các điều chỉnh quy trình kinh doanh phức tạp và là những mối quan tâm chính liên quan đến việc triển khai ERP. Xem xét xu hướng hiện nay trên thế giới, chức năng hệ thống ERP cũng được mở rộng với các giải pháp quản lý chuỗi cung ứng nhằm tối đa hóa sản xuất của doanh nghiệp.

Hệ thống ERP thường kết hợp các khả năng tối ưu hóa để tiết kiệm chi phí và thời gian hầu như từ mọi quy trình sản xuất. Monostori và cộng sự đã đề xuất một hệ thống lập kế hoạch có khả năng kiểm soát sản xuất theo thời gian thực. Hệ thống này nhận được phản hồi từ sản xuất hàng ngày thông qua việc tích hợp thông tin đến từ các hệ thống giám sát quy trình và chất lượng sản xuất. Hệ thống có thể theo dõi các sai lệch, các vấn đề của hệ thống sản xuất và đề xuất các giải pháp thay thế khả thi để xử lý chúng.

#### *d. Viễn cảnh sản xuất kỹ thuật số*

Việc tăng tốc quá trình sản xuất bao gồm hai khía cạnh: một là, tăng tốc độ phát triển sản phẩm để giảm thời gian phát triển; hai là, tăng tốc độ sản xuất để giảm thời gian sản xuất. Theo đó, chất lượng và chi phí sản xuất của sản phẩm cuối cùng được xác định trong cả hai giai đoạn là thiết kế và sản xuất. Điều này chứng tỏ rằng cần một “cầu nối” giữa phát triển mô hình sản xuất và sản xuất thực tế. Sản xuất kỹ thuật số là công cụ giải quyết vấn đề này.

Tuy nhiên, trong tương lai, sản xuất kỹ thuật số cần tiếp tục được khai thác thêm để thu hẹp khoảng cách giữa mô hình phát triển sản phẩm và các hoạt động sản xuất thực tế trong doanh nghiệp. Mô phỏng và VR hiện có thể được sử dụng để giảm đáng kể chi phí và thời gian đưa ra thị trường. Dựa trên phản hồi từ các doanh nghiệp, Dalton - Taggart định nghĩa sản xuất kỹ thuật số là “khả năng mô tả mọi khía cạnh của quy trình thiết kế để sản xuất kỹ thuật số - sử dụng các công cụ bao gồm thiết kế kỹ thuật số, CAD, tài liệu văn phòng, hệ thống PLM, phần mềm phân tích, mô phỏng, phần mềm CAM...”<sup>1</sup>.

Quan điểm việc truyền dữ liệu từ bộ phận này sang bộ phận khác phải liền mạch để dữ liệu được tạo ra có thể được sử dụng lại ngay lập tức. Bằng cách khai thác sản xuất kỹ thuật số, các doanh nghiệp sản xuất mong muốn đạt được những điều sau:

- Rút ngắn thời gian phát triển sản phẩm;
- Xác nhận sớm các quy trình sản xuất;
- Tăng tốc độ sản xuất;
- Thời gian tiếp thị nhanh hơn;
- Giảm chi phí sản xuất;

---

1. Dalton-Taggart, R. The move to digital manufacturing. Manufacturing Center, 2005, [http://www.manufacturingcenter.com/tooling/archives/0405/0405move\\_to\\_digital.asp](http://www.manufacturingcenter.com/tooling/archives/0405/0405move_to_digital.asp)

- Chất lượng sản phẩm được cải thiện;
- Tăng cường phổ biến kiến thức sản phẩm;
- Giảm lỗi;
- Tăng tính linh hoạt.

Các ngành công nghiệp được hưởng lợi nhiều nhất từ việc sử dụng các phương pháp này là những ngành có sản xuất sử dụng nhiều vốn và những ngành có sản phẩm rất phức tạp nhưng năng suất rất thấp, tính theo từng đơn vị sản xuất. Đối với các nhà sản xuất sử dụng nhiều vốn, lợi tức đầu tư được tính toán trên cơ sở giảm thời gian đưa ra thị trường từ 30% đến 50% do hiệu quả kỹ thuật, giảm chi phí sản phẩm từ 10% đến 25% thông qua tương tác của thiết kế hệ thống sản xuất, thiết kế hệ thống lắp ráp và giảm các thay đổi kỹ thuật tốn kém đối với thiết kế sản phẩm và công cụ sản xuất<sup>1</sup>.

Các doanh nghiệp đã khai thác những lợi ích này đang cho thấy tiềm năng lớn cho sự tăng trưởng trong tương lai. Một số doanh nghiệp cho rằng, các công nghệ kỹ thuật số đã giúp tiết kiệm hàng triệu đôla chỉ trong vài năm. Tương tự, tiết kiệm đã được thực hiện trong ngành công nghiệp bán dẫn. Tuy nhiên, cần những nghiên cứu sâu hơn để có thể mô phỏng quá trình lắp ráp đầy đủ, tránh tốn kém thời gian và chi phí. Điều này là do mô phỏng kỹ thuật số và lập kế hoạch cho các quy trình lắp ráp dựa trên các công nghệ cho phép khác nhau như VR, thiết kế ảo hợp... Trong sản xuất kỹ thuật số, sự thiếu thông tin, kiến thức trong sản xuất phải được loại bỏ triệt để, thông tin, kiến thức phải được chuyển thành kiến thức hữu hình, được cụ thể hóa bằng các phương trình và cuối cùng thành giá trị số.

---

1. Brown, R. G. Driving digital manufacturing to reality. In Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, Orlando, Florida, USA, 10–13 December 2000, vol. 1, pp. 224–228 (IEEE, New York).

Sự lan rộng của Internet và các công nghệ phần mềm phát sinh cung cấp các giải pháp toàn cầu hóa các dịch vụ. Công nghệ thông tin hiện đại có thể hỗ trợ giao tiếp giữa các nút khác nhau của mạng sản xuất mở rộng, nhưng sau đó quản lý dữ liệu có hệ thống trở nên quan trọng. Quản lý dữ liệu tối ưu hóa được yêu cầu thông qua tất cả các giai đoạn của sản xuất kỹ thuật số để thực hiện hiệu quả. Dữ liệu thiết kế theo chiều hướng có thể dẫn đến các dữ liệu khổng lồ.

Trong mô hình sản xuất mới được Manufuture đề xuất cho năm 2020, sản xuất kỹ thuật số được xác định là lĩnh vực nghiên cứu chính của các nhà máy dựa trên tri thức trong tương lai. Sản xuất kỹ thuật số sẽ là một yếu tố chính trong xử lý thu nhận kiến thức về quy trình và sản phẩm, chuyển thành các thông tin, kiến thức rõ ràng. Ngoài ra, sản xuất kỹ thuật số được thúc đẩy bởi ứng dụng và tiêu chuẩn hóa các công nghệ thông tin, truyền thông và nhu cầu ngày càng tăng về hiệu quả của các hoạt động trong mạng lưới toàn cầu. Các ưu tiên nghiên cứu đã xác định bao gồm phát triển các công cụ tích hợp cho kỹ thuật công nghiệp và thích ứng sản xuất, có tính đến cấu hình hoặc tự chủ hoàn toàn hoặc tự chủ một phần của hệ thống, phát triển mô hình dữ liệu tiêu chuẩn của các nhà máy và quản lý dữ liệu của nhà máy, bao gồm các mạng kỹ thuật mở và quản lý thời gian thực dữ liệu sản xuất.

Sản xuất kỹ thuật số kết hợp các công nghệ để mô hình hóa, mô phỏng các nhà máy, tòa nhà, nguồn lực, thiết bị hệ thống máy móc, nhân viên lao động và kỹ năng của họ, cũng như để tích hợp chặt chẽ hơn phát triển sản phẩm và quy trình. Thu hẹp khoảng cách giữa mô hình phát triển sản phẩm và hoạt động sản xuất thực tế trong doanh nghiệp, chuyển đổi hoàn toàn thông tin, kiến thức và kỹ thuật số, tối ưu hóa quản lý dữ liệu và phát triển các mô hình tiêu chuẩn là một số ưu tiên chính trong tương lai.

## 4. Công cụ hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (ERP)

### 4.1. Giới thiệu chung

Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp được định nghĩa là khả năng cung cấp một bộ ứng dụng kinh doanh tích hợp. Các công cụ ERP chia sẻ một quy trình và mô hình dữ liệu chung, bao gồm các quy trình từ đầu đến cuối hoạt động rộng và sâu, như các quy trình được tìm thấy trong tài chính, nhân sự, phân phối, sản xuất, dịch vụ và chuỗi cung ứng.

Các ứng dụng ERP tự động hóa và hỗ trợ một loạt các quy trình kinh doanh và vận hành trên nhiều ngành, bao gồm cả lĩnh vực kinh doanh, khách hàng, hành chính và quản lý tài sản của một doanh nghiệp...

ERP là phần mềm chuẩn hóa, hợp lý hóa và tích hợp các quy trình kinh doanh trên toàn bộ tài chính, nguồn nhân lực, mua sắm, phân phối và các bộ phận khác. Thông thường, hệ thống ERP hoạt động trên nền tảng phần mềm tích hợp sử dụng các dữ liệu phổ biến hoạt động trên một cơ sở dữ liệu.

Lịch sử ERP: Năm 1990, Gartner đã tạo ra thuật ngữ ERP để mô tả sự phát triển của kế hoạch nguồn lực vật liệu (Material Resource Planning, MRP) và lập kế hoạch nguồn lực sản xuất (Manufacturing Resource Planning, MRP II) khi mở rộng ra ngoài sản xuất sang các bộ phận khác của doanh nghiệp, điển hình là tài chính và nhân sự.

Một hệ thống ERP được sử dụng để nâng cao hiệu quả và hiệu quả doanh nghiệp bằng cách:

- Tích hợp thông tin tài chính: Nếu không có một hệ thống tích hợp, các bộ phận riêng lẻ, chẳng hạn như tài chính, bán hàng... cần phải dựa vào các hệ thống riêng biệt, mỗi bộ phận có thể sẽ có doanh thu và chi phí khác nhau. Nhân viên các cấp sẽ lãng phí thời gian đối chiếu số lượng hơn là thảo luận về cách cải thiện doanh nghiệp.

- Tích hợp đơn hàng: Hệ thống ERP hỗ trợ đồng thời trong việc đặt hàng, sản xuất, hàng tồn kho, kế toán và phân phối. Điều này đơn giản hơn và ít xảy ra lỗi với một hệ thống hơn so với một loạt các hệ thống riêng biệt cho từng bước của quy trình.

- Cung cấp thông tin khách hàng: Hầu hết các ERP bao gồm các công cụ quản lý mối quan hệ với khách hàng (CRM) để theo dõi tất cả các tương tác của khách hàng. Kết hợp các tương tác này với thông tin về đơn hàng, giao hàng, trả lại, yêu cầu dịch vụ,... cung cấp cái nhìn sâu sắc về hành vi và nhu cầu của khách hàng.

- Tiêu chuẩn hóa và tăng tốc độ sản xuất: Các doanh nghiệp sản xuất, đặc biệt là những doanh nghiệp có sở thích sáp nhập và mua lại, thường thấy rằng nhiều đơn vị kinh doanh tạo ra các vật dụng tương tự bằng các phương pháp và hệ thống máy tính khác nhau. Hệ thống ERP có thể tiêu chuẩn hóa và tự động hóa các quy trình sản xuất và hỗ trợ. Tiêu chuẩn hóa này giúp tiết kiệm thời gian, tăng năng suất và giảm số lượng đầu vào.

- Chuẩn hóa thông tin nhân sự: Nhiều doanh nghiệp, đặc biệt là những doanh nghiệp có nhiều đơn vị kinh doanh, chưa tìm được cách thức để kết nối với nhân viên về lợi ích hoặc theo dõi nhân viên. Một hệ thống ERP, với một cổng thông tin tự phục vụ, cho phép nhân viên duy trì thông tin cá nhân của riêng họ, đồng thời tạo điều kiện báo cáo thời gian, theo dõi chi phí, đề nghị nghỉ phép, lập kế hoạch, đào tạo, bồi dưỡng... Bằng cách tích hợp thông tin như bằng cấp, chứng chỉ và kinh nghiệm làm việc... vào kho lưu trữ nhân sự, các cá nhân có kinh nghiệm có thể dễ dàng thực hiện các nhiệm vụ tiềm năng mới.

- Chuẩn hóa mua sắm: Trong trường hợp không có hệ thống mua sắm tích hợp, việc phân tích và theo dõi hoạt động mua hàng trên toàn doanh nghiệp là một thách thức. Các doanh nghiệp lớn sẽ nhận ra rằng các đơn vị kinh doanh khác nhau

mua cùng một sản phẩm nhưng nhận được lợi ích từ việc giảm giá theo số lượng. Các công cụ mua sắm ERP sẽ hỗ trợ các nhóm đàm phán với nhà cung cấp bằng cách xác định các nhà cung cấp, sản phẩm và dịch vụ được sử dụng rộng rãi.

- Tạo điều kiện để thực hiện báo cáo: Hệ thống ERP có thể tăng cường đáng kể khả năng của một tổ chức trong việc hoàn thành báo cáo cần thiết theo các quy định, qua chuỗi tài chính, nhân sự và chuỗi cung ứng.

#### **4.2. Lợi ích và đặc điểm của ERP**

Một số nghiên cứu đã xác định những lợi ích quan trọng khác nhau mà hệ thống ERP mang lại cho doanh nghiệp. O'Leary cho rằng, một hệ thống ERP tích hợp phần lớn các quy trình kinh doanh và cho phép truy cập dữ liệu theo thời gian thực<sup>1</sup>. Hơn nữa, ERP cải thiện mức độ hiệu suất của chuỗi cung ứng bằng cách giúp giảm thời gian chu kỳ. Ngoài ra còn có một số lợi ích vô hình mà một tổ chức có thể được hưởng bằng cách triển khai hệ thống ERP, bao gồm: sự hài lòng của khách hàng được nâng lên, hiệu suất của nhà cung cấp được cải thiện, tăng tính linh hoạt, giảm chi phí, cải thiện độ chính xác thông tin và khả năng ra quyết định. ERP cải thiện hiệu quả kinh doanh theo nhiều cách, đặc biệt là:

- Hiệu quả nội bộ: Vận hành đúng hệ thống ERP cho phép doanh nghiệp giảm thời gian cần thiết để hoàn thành phần lớn các quy trình kinh doanh.

- Ra quyết định tốt hơn: ERP thúc đẩy sự hợp tác thông qua chia sẻ dữ liệu. Dữ liệu được chia sẻ giúp loại bỏ thời gian lảng

---

1. O'Leary, D.E. 2000. Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life Cycle, Electronic Commerce, and Risk. Cambridge: Cambridge Univ Pr.

phi khi tranh luận về chất lượng dữ liệu và cho phép các bộ phận dành thời gian để phân tích dữ liệu, đưa ra kết luận và quyết định tốt hơn.

- Tăng tính linh hoạt: Tiêu chuẩn hóa và đơn giản hóa làm giảm sự cứng nhắc của hệ thống. Điều này tạo ra một doanh nghiệp linh hoạt hơn, có thể thích nghi nhanh chóng, đồng thời tăng tiềm năng hợp tác.

- Tăng cường tính bảo mật: Mặc dù cơ sở dữ liệu tập trung với dữ liệu doanh nghiệp là mục tiêu lớn, nhưng nó dễ bảo mật hơn việc bảo mật dữ liệu nằm rải rác trên hàng trăm máy chủ. Điều này đặc biệt khó khăn, nếu nhóm bảo mật không biết về máy chủ hoặc nó chứa dữ liệu của doanh nghiệp.

Hệ thống ERP có 4 tính năng chính, quy mô, phạm vi và chức năng của các hệ thống ERP rất khác nhau. Tuy nhiên, hầu hết các phần mềm ERP có các đặc điểm sau:

- Tích hợp toàn doanh nghiệp: Các quy trình kinh doanh được tích hợp từ đầu đến cuối giữa các bộ phận và đơn vị kinh doanh. Ví dụ: một đơn đặt hàng mới sẽ tự động bắt đầu kiểm tra tín dụng, truy vấn tính khả dụng của sản phẩm và cập nhật lịch phân phôi. Sau khi đơn hàng được vận chuyển, hóa đơn sẽ được gửi đi.

- Kiểm soát hoạt động theo thời gian thực (hoặc gần như thời gian thực): Vì các quy trình trong ví dụ trên xảy ra trong vòng vài giây kể từ khi nhận đơn đặt hàng, các vấn đề được xác định nhanh chóng, giúp người bán có thêm thời gian để khắc phục tình huống.

- Một cơ sở dữ liệu chung: Một cơ sở dữ liệu chung là một trong những lợi thế ban đầu của ERP. Nó cho phép dữ liệu được xác định một lần cho doanh nghiệp với mọi bộ phận sử dụng cùng một quy tắc. Các bộ phận riêng lẻ hiện phải tuân thủ các tiêu chuẩn dữ liệu và quy tắc chỉnh sửa được phê duyệt. Trong

khi một số ERP tiếp tục dựa vào một cơ sở dữ liệu duy nhất, một số khác đã phân tách cơ sở dữ liệu vật lý để cải thiện hiệu suất.

- Giao diện phần mềm nhất quán: Các nhà cung cấp ERP ban đầu nhận ra rằng phần mềm với giao diện người dùng nhất quán giúp giảm chi phí đào tạo và chuyên nghiệp hơn.

Các hệ thống ERP thường được phân loại theo từng bậc dựa trên quy mô và mức độ phức tạp của các doanh nghiệp được phục vụ. Hệ thống ERP có thể là độc quyền hoặc miễn phí và nguồn mở. Mặc dù hầu hết các ERP nguồn mở được thiết kế cho các doanh nghiệp nhỏ và có thể cung cấp ít chức năng ngoài tài chính. Các loại ERP điển hình bao gồm:

- ERP cấp I hỗ trợ các doanh nghiệp lớn, toàn cầu và xử lý tất cả các vấn đề quốc tế hóa, bao gồm tiền tệ, ngôn ngữ, bảng chữ cái, mã bưu chính, quy tắc kế toán,... Trong nhiều thập kỷ, Oracle và SAP đã được coi là cấp I. Microsoft và Infor là những đối thủ xuất hiện gần đây nhưng cũng thường được phân loại là cấp I. ERP cấp I tập trung chủ yếu vào cơ quan trung ương và địa phương. Các nhà cung cấp này hỗ trợ các hoạt động của kế toán chính phủ, nhân sự và mua sắm công. Oracle, SAP và CompuServe's PRISM được coi là cấp I.

Có thể kể tên một số ERP cấp I hiện nay<sup>1</sup>: Microsoft Business Solutions Dynamics AX, Dynamics CRM, Dynamics GP, Dynamics NAV, Dynamics POS, Dynamics RMS, Dynamics SL, Oracle Corporation Oracle Fusion Applications, Oracle E-Business Suite, PeopleSoft Enterprise, Siebel, JD Edwards EnterpriseOne, JD Edwards World, Hyperion Financial Performance Management, Primavera Enterprise Project Portfolio Management, SAP Business One, SAP Business ByDesign, SAP Business All-in-One...

---

1. <http://panorama-consulting.com>

- ERP cấp II hỗ trợ các doanh nghiệp lớn có thể hoạt động ở nhiều quốc gia nhưng thiếu phạm vi toàn cầu. Khách hàng cấp II có thể là các thực thể độc lập hoặc đơn vị kinh doanh của các doanh nghiệp lớn trên toàn cầu. Hầu hết các ERP này có một số quốc tế hóa nhưng thiếu phạm vi của cấp I. Tùy thuộc vào cách phân loại các nhà cung cấp, có 25 đến 45 nhà cung cấp trong nhóm này. ERP cấp II tập trung chủ yếu vào cơ quan trung ương và địa phương với một số cài đặt riêng. Tyler Technologies và UNIT4 thuộc phân loại này.

Có thể kể tên một số ERP cấp II hiện nay<sup>1</sup>: BatchMaster Software BatchMaster; CDC Software CDC Factory, CDC MarketFirst, CDC Respond, CDC Supply Chain, Pivotal CRM, Ross Enterprise, Saratoga CRM; Consona Corporation Intuitive ERP, Made2Manage ERP, Encompix ERP, AXIS, Cimnet Systems, DTR, Relevant; Deacom DEACOM; Deltek Systems Deltek Costpoint, Deltek Costpoint CRM, Deltek GCS Premier, Deltek Vision & Vision Consulting Edition, Deltek Enterprise Project Management (EPM); Epicor Software Corporation Epicor 9, Epicor Vantage, Epicor Enterprise, Epicor iScala, Epicor Retail (CRS+NSB), Epicor Vista, Epicor ITSM, Epicor Clientele, Epicor Avente, Epicor DataFlo, Epicor Manage 2000, Epicor ManFact...

- ERP cấp III hỗ trợ doanh nghiệp trung cấp, hầu hết xử lý một số ít ngôn ngữ và tiền tệ nhưng chỉ có một bảng chữ cái duy nhất. Tùy thuộc vào cách phân loại ERP, có 75 đến 100 giải pháp ERP.

Có thể kể tên một số ERP cấp III hiện nay<sup>2</sup>: ABAS Software, Abel Software Limited, Ability 585 ERP, Absalom Systems, AddonSoftware, ADEXA, Aftersoft Network NA, AGIS LLC, American Software, Bluebee Software, Blue Link Associates

---

1, 2. <http://panorama-consulting.com>

Limited, BOOMI, Business Computer Resources, CA, Inc., Carillon ERP, Ceecon, Cezanne HR, CGI, CIM, Henning Industrial Software, Horizons International, Include Software, Insight Direct, JDA Software Group, Jeeves Information Systems, Jesta I.S., JOBSCOPE, JustFoodERP, Kinaxis, Knovalent, Knowledge Matrix, Inc., Laserbeam Software, Maconomy, ManEx, Marathon Data Systems, Openbravo, OpenERP, Open Systems, PDS, PENTAGON 2000 Software...

- ERP cấp IV được thiết kế cho các doanh nghiệp nhỏ. Các hệ thống ERP được thiết kế cho các doanh nghiệp siêu nhỏ thường tập trung vào kế toán và không được các chuyên gia công nghệ thông tin coi là ERP đầy đủ.

Trong vài năm qua, các nhà cung cấp ERP đã tạo ra các hệ thống mới được thiết kế dành riêng cho đám mây. Đồng thời, nhiều nhà cung cấp ERP lâu năm đã tạo ra các phiên bản đám mây của phần mềm ERP (Cloud ERP). Cloud ERP đang ngày càng trở nên phổ biến, nhưng tất cả Cloud ERP không hoạt động theo cùng một kiểu. Có hai loại chính:

+ ERP là một dịch vụ. Với các ERP này, tất cả các khách hàng hoạt động trên cùng một cơ sở mã và không có quyền truy cập vào mã nguồn. Người dùng có thể cấu hình nhưng không tùy chỉnh mã.

+ ERP trong đám mây IaaS (IaaS cloud). Các doanh nghiệp dựa vào mã tùy chỉnh trong ERP của họ không thể sử dụng ERP làm dịch vụ. Nếu họ muốn hoạt động trong đám mây, tùy chọn duy nhất là chuyển đến nhà cung cấp IaaS, nơi chuyển máy chủ của họ sang một vị trí khác.

Có thể kể tên một số Cloud ERP hiện nay<sup>1</sup>: Acumatica, Agentrics, Aplicor, Arena Solutions, Callidus Software, Compiere, DataStation, Deskera, ECi Software Solutions,

---

1. <http://panorama-consulting.com>

Everest Software, Inc., Fiat Lux Solutions, Intacct Corporation, Manu Online, Megaventory, NetSuite, OpenTrac...

Đối với hầu hết các doanh nghiệp, ERP là một dịch vụ cung cấp ba lợi thế: Chi phí ban đầu thấp hơn; việc nâng cấp lên các phiên bản mới dễ dàng hơn; chính các giám đốc điều hành không thể can thiệp vào hệ thống mã của doanh nghiệp.

Chọn một hệ thống ERP là một trong những quyết định khó khăn nhất đối với các nhà lãnh đạo công nghệ thông tin. Ngoài các tiêu chí trên, có rất nhiều tính năng và khả năng để xem xét. Với bất kỳ ngành nào, điều quan trọng là chọn một nhà cung cấp ERP có kinh nghiệm trong ngành. Đào tạo một nhà cung cấp chuyên môn của một ngành mới là rất khó khăn và tốn thời gian. Hệ thống ERP tốt nhất hiện nay (được so sánh với các đánh giá và đánh giá của người dùng) gồm: Acumatica Cloud ERP, Deltek ERP, Epicor ERP , Infor ERP, Microsoft Dynamics ERP, NetSuite ERP, Oracle E-Business Suite, Oracle JD Edwards EnterpriseOne ERP, Oracle Peoplesoft Financial Management và SAP ERP Solutions.

Mặc dù có những lợi ích tiềm năng được nêu ra ở trên, tuy nhiên, hệ thống ERP cũng có một số nhược điểm. Ví dụ, hầu hết các hệ thống ERP có xu hướng lớn, phức tạp và đắt tiền. Hơn nữa, việc triển khai ERP đòi hỏi một sự cam kết về thời gian rất lớn từ một bộ phận công nghệ thông tin của tổ chức hoặc các chuyên gia bên ngoài. Ngoài ra, vì các hệ thống ERP ảnh hưởng đến hầu hết các phòng ban lớn trong một doanh nghiệp, họ có xu hướng tạo ra những thay đổi trong nhiều quy trình kinh doanh.

### **4.3. Triển khai ERP**

Hầu hết các triển khai ERP thành công được dẫn dắt bởi một nhà tài trợ điều hành. Đây là giám đốc điều hành, người sẽ nhận được phần lớn lợi ích của chương trình khi hệ thống mới

hoạt động. Giám đốc công nghệ thông tin (Chief Information Officer, CIO) hợp tác chặt chẽ với nhà tài trợ điều hành để bảo đảm việc tích hợp đầy đủ với các hệ thống hiện có, lưu trữ, khai thác dữ liệu và nâng cấp kết cấu hạ tầng. CIO cũng tư vấn cho nhà tài trợ điều hành về những thách thức mà tất cả các chương trình lớn gặp phải và sẽ giúp nhà tài trợ điều hành chọn một doanh nghiệp chuyên về triển khai ERP. Một doanh nghiệp như vậy sẽ mang lại kiến thức và kinh nghiệm về quy trình kinh doanh chuyên ngành với ERP được chọn. Một giám đốc điều hành doanh nghiệp nên trở thành cố vấn cho nhà tài trợ điều hành. Việc triển khai ERP sẽ dẫn đến các quy trình kinh doanh mới, vai trò, giao diện người dùng và trách nhiệm công việc. Việc thay đổi tổ chức quản lý có thể giúp mọi người trong doanh nghiệp hiểu được tác động của ERP đối với tổ chức và cá nhân.

Người quản lý dự án kinh doanh và người quản lý dự án công nghệ thông tin nên là người báo cáo cho nhóm điều hành chương trình. Nếu doanh nghiệp đã tham gia vào một doanh nghiệp tích hợp ERP hoặc một chuyên gia quản lý thay đổi tổ chức, các nhà quản lý dự án của họ nên là một phần của nhóm quản lý chương trình cốt lõi.

#### *Các bước triển khai ERP:*

##### ➤ *Bước 1. Đạt được sự chấp thuận*

Bước đầu tiên là có được sự chấp thuận chính thức để chi kinh phí và chỉ đạo nhân viên thực hiện ERP. Nhà tài trợ điều hành giám sát việc tạo ra bất kỳ tài liệu cần thiết để phê duyệt. Tài liệu này, được gọi là trường hợp kinh doanh, thường bao gồm:

- Định nghĩa vấn đề
- Mô tả các mục tiêu và phạm vi của chương trình
- Giả định
- Chi phí thực hiện

- Tiến độ thực hiện
- Rủi ro phát triển và vận hành
- Lợi ích dự kiến

Khi hoàn tất, nhóm các nhà quản trị cấp cao thích hợp nên ủy quyền triển khai ERP để tiến hành.

➤ *Bước 2. Lập kế hoạch chương trình*

Xây dựng kế hoạch theo thời gian: Trường hợp kinh doanh phải được điều chỉnh thành một kế hoạch công việc chi tiết hơn, các bước sau đây cần phải được hoàn thành:

- Hoàn thiện danh sách các thành viên trong nhóm: Các cá nhân nội bộ chính cần được xác định theo tên. Nhân viên cần thiết khác nên được xác định theo vai trò. Đối tác bên ngoài cần phải được lựa chọn. Các đối tác tiêu biểu bao gồm: chuyên gia triển khai ERP, chuyên gia quản lý thay đổi tổ chức và chuyên gia kỹ thuật.

- Hoàn thành hợp đồng: Hợp đồng cho phần mềm, công nghệ và dịch vụ mới cần được hoàn thiện.

- Lập kế hoạch nâng cấp kết cấu hạ tầng: Hệ thống ERP tại chỗ thường yêu cầu bộ xử lý nhanh hơn, lưu trữ bổ sung và cải thiện giao tiếp. Một số tổ chức có thể giảm thiểu nâng cấp kết cấu hạ tầng bằng cách sử dụng ERP đám mây. Nhưng ngay cả ERP đám mây cũng có thể yêu cầu nâng cấp kết cấu hạ tầng.

- Tạo một kế hoạch làm việc và thời gian: Nhiệm vụ, phụ thuộc, nguồn lực và thời gian cần phải được thực hiện càng cụ thể càng tốt.

➤ *Bước 3. Cấu hình phần mềm*

Đây là giai đoạn lớn nhất và khó khăn nhất. Các bước chính bao gồm:

- Phân tích các khoảng trống: Hiểu các lỗ hổng trong quy trình kinh doanh hiện tại và các ứng dụng hỗ trợ giúp nhóm dự án xác định cách thay đổi quy trình kinh doanh để phù hợp với phần mềm.

- Cấu hình các tham số: Các thông số trong phần mềm ERP được thiết lập để phản ánh quy trình kinh doanh mới.

- Hoàn thành chương trình yêu cầu: Lý tưởng nhất là không cần thay đổi cho phần mềm ERP. Tuy nhiên, một số chương trình có thể được yêu cầu giao diện cho các hệ thống khác hoặc để truyền dữ liệu.

- Chuyển dữ liệu: Nhóm chuẩn hóa các định nghĩa dữ liệu và kiểm tra các tệp hiện có về tính đầy đủ, chất lượng và dự phòng dữ liệu. Cuối cùng, dữ liệu hiện có được xóa sạch và chuyển sang ERP mới.

- Hệ thống thử nghiệm: Hệ thống được kiểm tra để bảo đảm cung cấp các chức năng cần thiết và khả năng đáp ứng cần thiết.

- Hệ thống tài liệu: Tài liệu chức năng và kỹ thuật cần thiết được tạo ra. Thông thường, nhà cung cấp có tài liệu có thể được điều chỉnh theo tiêu chuẩn doanh nghiệp.

- Nâng cấp kết cấu hạ tầng: Hoàn thành bất kỳ nâng cấp cần thiết.

#### ➤ *Bước 4. Triển khai hệ thống*

Trước khi hệ thống mới được sản xuất, nhiều hoạt động phải được hoàn thành. Bao gồm các việc:

- Đào tạo nhân viên: Tất cả nhân viên cần được đào tạo để vận hành hệ thống và được trao quyền truy cập.

- Kế hoạch hỗ trợ: Sẽ cần một nhóm hỗ trợ để trả lời các câu hỏi và giải quyết các vấn đề sau khi ERP hoạt động.

- Kiểm tra hệ thống: Hệ thống mới phải được kiểm tra kỹ lưỡng để bảo đảm an toàn, đáp ứng và cung cấp các chức năng được mô tả trong trường hợp kinh doanh.

- Đưa ra quyết định trực tiếp: Sau khi nhà tài trợ điều hành tự tin rằng ERP mới đã sẵn sàng, doanh nghiệp cần chuyển từ hệ thống cũ sang hệ thống mới.

➤ *Bước 5. Ổn định hệ thống*

Sau khi triển khai ERP, hầu hết các tổ chức đều trải nghiệm hiệu quả kinh doanh giảm khi nhân viên tìm hiểu vai trò, công cụ, quy trình kinh doanh và số liệu mới. Ngoài ra, dữ liệu được làm sạch kém và tắc nghẽn kết cấu hạ tầng sẽ gây ra sự gián đoạn. Tất cả áp đặt một khối lượng công việc cho nhóm hỗ trợ và triển khai ERP.

#### **4.4. Khó khăn trong triển khai ERP**

Bốn yếu tố thường được đánh giá thấp trong quá trình lập kế hoạch dự án bao gồm:

- Thay đổi quy trình kinh doanh: Hầu hết mọi người đều hài lòng khi làm việc trong môi trường hiện tại trừ khi là nhà phân tích hệ thống hoặc làm việc cho một doanh nghiệp khác với hệ thống tốt hơn. Khi các nhóm nhìn thấy kết quả cải tiến của họ, hầu hết đều cảm thấy được trao quyền và tìm kiếm các cải tiến bổ sung.

- Quản lý thay đổi tổ chức: Mặc dù cải tiến quy trình làm cho doanh nghiệp hiệu quả hơn, nhưng thay đổi tạo ra sự không chắc chắn ở tất cả các cấp tổ chức. Một chương trình quản lý thay đổi tổ chức giúp nhân viên chấp nhận những thay đổi. Nhiều giám đốc điều hành không quen thuộc với các cách thức quản lý thay đổi tổ chức, nên đánh giá thấp hoạt động này.

- Truyền dữ liệu: Trước khi triển khai ERP, doanh nghiệp thường có cơ sở dữ liệu chồng chéo và quy tắc chỉnh sửa yếu. Việc chỉnh sửa chặt chẽ hơn cần thiết với một hệ thống ERP làm tăng thời gian truyền dữ liệu. Thời gian cần thiết rất dễ để đánh giá thấp, đặc biệt nếu tất cả các nguồn dữ liệu không thể được xác định.

- Mã tùy chỉnh: Mặc dù các doanh nghiệp đã tùy chỉnh ERP trong nhiều năm, nhưng việc áp dụng trong thực tiễn vẫn còn

nhiều hạn chế. Tùy chỉnh làm tăng đáng kể chi phí thực hiện khi người dùng yêu cầu các tính năng bổ sung. Nó không có bảo hành; các vấn đề được báo cáo cho nhà cung cấp phải được sao chép trên phần mềm chưa sửa đổi. Nó làm cho việc nâng cấp trở nên khó khăn; mà tùy chỉnh thường yêu cầu thay đổi mỗi khi nhà cung cấp phát hành phiên bản mới. Cuối cùng, hầu hết các doanh nghiệp đều đánh giá thấp chi phí; ngay cả các doanh nghiệp ước tính chi phí ban đầu hiếm khi bao gồm chi phí chuyển sang phiên bản mới.

#### *Tại sao các dự án ERP thất bại*

Các dự án ERP thất bại vì nhiều lý do tương tự như các dự án khác. Nguyên nhân phổ biến nhất là một nhà tài trợ điều hành không hiệu quả, người không thể “ra lệnh” trong toàn tổ chức, không quan tâm đến dự án hoặc bị phân tâm bởi các trách nhiệm khác. Những nguyên nhân khác gây ra sự thất bại bao gồm các mục tiêu chương trình được xác định kém, quản lý dự án yếu, tài nguyên không đầy đủ và dữ liệu kém.

Có một số nguyên nhân thất bại gắn liền với ERP. Ví dụ như:

Lựa chọn phần mềm ERP không phù hợp: ERP, đặc biệt là ERP cấp I, rất phức tạp với nhiều lựa chọn. Nhiều doanh nghiệp tin rằng ERP cấp I là tốt nhất cho mọi doanh nghiệp. Trong thực tế, phần lớn các doanh nghiệp toàn cầu sẽ sử dụng nhiều hơn một tỷ lệ nhỏ chức năng có sẵn trong ERP cấp I. Các doanh nghiệp không đủ phức tạp để triển khai cho cấp I, có thể thấy việc triển khai bị trì hoãn do quá tải tính năng. Ngược lại, các doanh nghiệp lớn, toàn cầu có thể thấy rằng ERP cấp II hoặc cấp III thiếu các tính năng đủ cho các hoạt động toàn cầu, phức tạp.

Kháng nội bộ: Mặc dù bất kỳ chương trình mới nào cũng có thể tạo ra sức đe kháng, nhưng điều này phổ biến hơn với ERP. Các đơn vị kinh doanh từ xa thường xem tiêu chuẩn tài chính

hoặc tiêu chuẩn hóa khác do ERP áp đặt như một nỗ lực của trụ sở để tăng quyền kiểm soát lĩnh vực này. Ngay cả với một chiến dịch tích cực để giải thích lợi ích của hệ thống mới, không có gì lạ khi thấy những người trong lĩnh vực càng thực hiện chậm lại càng tốt.

Ngay cả các nhóm hỗ trợ ERP cũng có thể thấy không hài lòng nếu nhóm triển khai cung cấp hỗ trợ kém hoặc bị coi là thô lỗ hoặc không phản hồi. Những người ủng hộ bất mãn có thể trở thành những nhà phê bình độc ác khi họ cảm thấy họ đã được coi là đương nhiên và không được hỗ trợ một cách thích hợp.

#### **4.5. Các yếu tố thành công quan trọng trong triển khai ERP**

##### *Hỗ trợ của người đứng đầu*

Hỗ trợ của người đứng đầu được xác định là yếu tố thành công quan trọng nhất trong các dự án triển khai hệ thống ERP. Hỗ trợ quản lý hàng đầu trong triển khai ERP có hai khía cạnh chính: cung cấp khả năng lãnh đạo và cung cấp các nguồn lực cần thiết. Ngoài ra, vai trò của người đứng đầu trong triển khai ERP bao gồm phát triển sự hiểu biết về các khả năng và hạn chế, thiết lập các mục tiêu hợp lý cho hệ thống ERP, thể hiện cam kết và truyền đạt chiến lược của doanh nghiệp tới tất cả nhân viên.

Hỗ trợ của người đứng đầu không kết thúc bằng việc bắt đầu và tạo thuận lợi, mà phải mở rộng để thực hiện đầy đủ hệ thống ERP. Hơn nữa, hỗ trợ của người đứng đầu cung cấp hướng cho các nhóm thực hiện và theo dõi tiến độ của dự án.

##### *Tầm nhìn và kế hoạch kinh doanh*

Một tầm nhìn và kế hoạch kinh doanh rõ ràng là cần thiết để hướng dẫn dự án trong suốt vòng đời ERP. Quản lý dự án

xác định ba mục tiêu cạnh tranh và liên quan đến nhau là: phạm vi, thời gian và các mục tiêu chi phí. Giai đoạn chính của bất kỳ dự án nào cũng nên bắt đầu bằng việc khái niệm hóa các mục tiêu và các cách có thể để đạt được các mục tiêu này. Ngoài ra, các mục tiêu cần được giải thích để chúng cụ thể và để chỉ ra các hướng chung của dự án.

Một trong những vấn đề lớn nhất mà các nhà lãnh đạo dự án ERP gặp phải không phải đến từ chính việc triển khai, mà đến từ sự kỳ vọng của các lãnh đạo đơn vị. Điều quan trọng là phải đặt ra các mục tiêu của dự án trước khi tìm kiếm sự hỗ trợ người đứng đầu. Nhiều triển khai ERP đã thất bại do thiếu kế hoạch rõ ràng.

#### *Tái cấu trúc quy trình kinh doanh*

Tái cấu trúc quy trình kinh doanh (Business Process Re-engineering, BPR) là một sự suy nghĩ lại cơ bản và thiết kế lại triệt để các quy trình kinh doanh để đạt được những cải tiến đáng kể trong các biện pháp hiệu quả, hiện đại, như chi phí, chất lượng, dịch vụ và tốc độ. BPR đóng vai trò quan trọng trong giai đoạn đầu triển khai. Hơn nữa, nó rất quan trọng trong giai đoạn chấp nhận và có xu hướng ít quan trọng hơn khi công nghệ trở thành thói quen. Việc tái cấu trúc nên tiếp tục với các ý tưởng và cập nhật mới để tận dụng tối đa hệ thống ERP khi hệ thống được sử dụng. Các tổ chức nên sẵn sàng thay đổi doanh nghiệp của họ để phù hợp với phần mềm nhằm giảm mức độ tùy chỉnh. Nhiều tổ chức đã thực hiện các tùy chỉnh phức tạp, không cần thiết đối với phần mềm ERP vì những người thực hiện các thay đổi không hiểu đầy đủ về thực tiễn kinh doanh của tổ chức. Mô hình kinh doanh mới và tái cấu trúc thúc đẩy sự lựa chọn công nghệ là một yếu tố cho phép có thể mang lại thành công cho ERP.

### *Quản lý dự án*

Triển khai hệ thống ERP là một tập hợp các hoạt động phức tạp, do đó các tổ chức nên có một chiến lược quản lý dự án hiệu quả để kiểm soát quá trình thực hiện. Các hoạt động quản lý dự án trải dài từ giai đoạn đầu tiên của vòng đời ERP đến khi kết thúc. Lập kế hoạch và kiểm soát dự án là một chức năng của dự án, như quy mô dự án, kinh nghiệm với công nghệ và cấu trúc dự án.

### *Làm việc theo nhóm*

Nhóm ERP nên có sự tham gia của những người giỏi nhất trong tổ chức. Sự thành công của các dự án liên quan đến kiến thức, kỹ năng, khả năng và kinh nghiệm của người quản lý dự án cũng như lựa chọn các thành viên trong nhóm phù hợp. Ngoài ra, nhóm không chỉ có năng lực về công nghệ mà còn hiểu rõ về doanh nghiệp và các yêu cầu kinh doanh của doanh nghiệp.

Một dự án ERP liên quan đến tất cả các bộ phận chức năng trong một doanh nghiệp. Dự án ERP đòi hỏi sự nỗ lực và hợp tác của các chuyên gia kỹ thuật và kinh doanh cũng như người dùng cuối. Cả chuyên gia kinh doanh và các kiến thức kỹ thuật đều là các nhân tố quan trọng để thành công. Việc chia sẻ thông tin giữa các đối tác triển khai là rất cần thiết và đòi hỏi sự tin tưởng với đối tác. Hơn nữa, nhóm nên làm quen với các chức năng và sản phẩm kinh doanh để họ biết những gì cần cải thiện cho hệ thống hiện tại.

### *Lựa chọn hệ thống ERP*

Việc lựa chọn một hệ thống ERP phù hợp là một quá trình đầy thách thức và tốn thời gian. Wei và Wang (2004) tuyên bố rằng, không có một gói ERP nào có thể cung cấp tất cả các chức năng cần thiết cho doanh nghiệp. Có nhiều gói ERP khác nhau trên thị trường với chức năng tương tự nhưng thiết kế khác

nhau, bao gồm SAP, Oracle, JD Edwards và Baan. Do đó, một tổ chức phải chọn một nhà cung cấp phù hợp có khả năng cung cấp một hệ thống ERP linh hoạt. Các tác giả khác nhau đã xác định các tiêu chí quan trọng cần được tính đến khi lựa chọn một hệ thống ERP mới<sup>1</sup>. Một số nghiên cứu nhấn mạnh rằng, hệ thống ERP được chọn phải phù hợp với hầu hết các quy trình kinh doanh hiện tại. Ngoài ra, hệ thống phải linh hoạt, thân thiện với người dùng và dễ thực hiện. Khả năng ứng dụng, tích hợp, khả năng thích ứng và khả năng nâng cấp là những yếu tố cần thiết phải được xem xét khi áp dụng ERP.

#### *Sự tham gia của người dùng*

Sự tham gia của người dùng là một trong những yếu tố thành công quan trọng được trích dẫn nhiều nhất trong các dự án triển khai ERP. Sự tham gia của người dùng làm tăng sự hài lòng và chấp nhận bằng cách phát triển những kỳ vọng thực tế về khả năng của hệ thống. Sự tham gia của người dùng là điều cần thiết bởi vì nó cải thiện kiểm soát nhận thức thông qua việc tham gia vào toàn bộ kế hoạch dự án. Có hai lĩnh vực có sự tham gia của người dùng khi doanh nghiệp quyết định triển khai hệ thống ERP: sự tham gia của người dùng trong giai đoạn định nghĩa về tổ chức cần hệ thống ERP và người dùng tham gia triển khai hệ thống ERP.

Đào tạo người dùng sử dụng ERP rất quan trọng vì ERP không dễ sử dụng ngay cả với người có kỹ năng công nghệ thông tin tốt. Đào tạo đầy đủ có thể giúp tăng thành công cho các hệ thống ERP. Tuy nhiên, thiếu đào tạo có thể dẫn đến thất bại. Lý do chính của đào tạo là để tăng trình độ chuyên môn và kiến thức của người dùng trong doanh nghiệp.

---

1. Wei, C. and Wang, M. 2004. 'A comprehensive framework for selecting an ERP system'. International Journal of Project Management, 22: 161–169.

## 5. Công cụ quản lý chuỗi cung ứng (SCM)

### 5.1. Định nghĩa SCM

Định nghĩa về SCM đã được giải thích bởi các nhà nghiên cứu khác nhau. Một số quan điểm về SCM như sau:

Ganeshan và Harrison (1995) đã định nghĩa SCM là một mạng lưới cơ sở và phân phối để thực hiện chức năng mua nguyên vật liệu, chuyển đổi các vật liệu này thành sản phẩm trung gian và thành phẩm, đồng thời phân phối các sản phẩm hoàn chỉnh này cho khách hàng<sup>1</sup>.

Lee và Corey (1995) tuyên bố rằng, SCM bao gồm các hoạt động tích hợp diễn ra giữa một mạng lưới các cơ sở mua nguyên liệu thô, biến chúng thành hàng hóa trung gian và sau đó là sản phẩm cuối cùng và giao sản phẩm cho khách hàng thông qua hệ thống phân phối<sup>2</sup>.

Christopher (1998) định nghĩa chuỗi cung ứng là mạng lưới các tổ chức có liên quan, thông qua các mối liên kết trong các quy trình và hoạt động khác nhau tạo ra giá trị dưới dạng sản phẩm và dịch vụ trong tay khách hàng cuối cùng<sup>3</sup>.

Theo Chopra và Meindl (2001), “Một chuỗi cung ứng bao gồm tất cả các giai đoạn liên quan, trực tiếp hoặc gián tiếp, trong việc thực hiện yêu cầu của khách hàng”<sup>4</sup>.

---

1. Ganeshan, R., and Harrison Terry P., “An. Introduction to Supply Chain Management,” Department of Management Sciences and Information Systems, 1995.

2. Lee Hau L., and Corey Billington, “The Evolution of Supply-Chain-Management Models and Practice at Hewlett-Packard. Interfaces”, 25 pp. 42-63: 5 September-October, 1995.

3. Christopher M. (1998), Logistics & Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Services, Pitman Publishing, and London.

4. Chopra S. and Meindl's (2001) book, Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, Prentice Hall of India.

Theo Mentzer và cộng sự (2001), “Hệ thống, phối hợp chiến lược của các chức năng kinh doanh truyền thống. Các chiến thuật trong các chức năng kinh doanh này được thực hiện trong một doanh nghiệp cụ thể và giữa các doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng, nhằm mục đích cải thiện hiệu suất dài hạn của toàn bộ các doanh nghiệp và chuỗi cung ứng”<sup>1</sup>.

Theo Handfield và Nichols (1999), “Chuỗi cung ứng bao gồm tất cả các hoạt động liên quan đến dòng chuyển đổi hàng hóa từ giai đoạn nguyên liệu thô đến người dùng cuối, cũng như thông tin liên quan”<sup>2</sup>.

Theo Christopher (1998), “Chuỗi cung ứng là mạng lưới các tổ chức có liên quan, thông qua các mối liên kết 2 chiều, trong các quy trình và hoạt động khác nhau tạo ra giá trị dưới dạng sản phẩm và dịch vụ của khách hàng cuối cùng”<sup>3</sup>.

Theo Cooper và Ellram (1993), “SCM là một triết lý tích hợp để quản lý tổng lưu lượng kênh phân phối từ nhà cung cấp đến người dùng cuối cùng”<sup>4</sup>.

Theo Cavinato (1992), "Khái niệm chuỗi cung ứng bao gồm các kênh mua sắm và phân phối được quản lý tích cực. Đó là nhóm các doanh nghiệp gia tăng giá trị dọc theo dòng sản phẩm từ nguyên liệu thô ban đầu cho khách hàng cuối cùng"<sup>5</sup>.

---

1. Mentzer J. T. , DeWitt V, Keebler K. S., Min S., Nix N. W. and Smith. C. D “Defining Supply Chain Management, “Journal of Business Logistics, (22: 2), 2001.

2. Handfield R. B. and Nichols E. L., “Introduction to Supply Chain Management”, Prentice-Hall, New Jersey, 1999, pp. 1-183.

3. Christopher M. (1998), Logistics & Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Services, Pitman Publishing, and London.

4. Cooper M. C. and L. M. Ellram. , “Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy, “ International Journal of Logistics Management, (4: 2), 1993, pp. 13-24.

5. Cavinato (1992). “A Total Cost/Value Model for Supply Chain Competitiveness,” Journal of Business Logistics, (13: 2), 1992, pp 285-301.

Theo Towil, Naim và Wikner (1992), "Chuỗi cung ứng là một hệ thống các bộ phận cấu thành bao gồm nhà cung cấp nguyên liệu, cơ sở sản xuất, dịch vụ phân phối, khách hàng liên kết với nhau thông qua dòng nguyên liệu chuyển tiếp và dòng thông tin phản hồi"<sup>1</sup>.

Theo Scott và Westbrook (1991), "Chuỗi cung ứng được sử dụng để chỉ chuỗi liên kết từng yếu tố của quy trình từ nguyên liệu thô đến khách hàng cuối cùng"<sup>2</sup>.

Theo Novak và Simco (1991), "Quản lý chuỗi cung ứng bao gồm lưu chuyển hàng hóa từ nhà cung cấp thông qua nhà sản xuất và nhà phân phối đến người dùng cuối"<sup>3</sup>.

Theo quan điểm của các tác giả, định nghĩa về chuỗi cung ứng và quản lý chuỗi cung ứng có thể được mô tả như sau: chuỗi cung ứng là dòng quy trình chuyển hàng hóa từ đơn đặt hàng của khách hàng qua giai đoạn nguyên liệu, cung ứng, sản xuất và phân phối sản phẩm đến khách hàng. Tất cả các doanh nghiệp có chuỗi cung ứng ở các mức độ khác nhau, tùy thuộc vào quy mô của tổ chức và loại sản phẩm được sản xuất. Hay nói cách khác, quản lý chuỗi sự kiện trong quy trình được gọi là quản lý chuỗi cung ứng. Quản lý hiệu quả phải tính đến việc điều phối tất cả các phần khác nhau của chuỗi này càng nhanh càng tốt mà không làm mất đi chất lượng hoặc sự hài lòng của khách hàng trong khi vẫn giữ chi phí giảm.

1. Towill D. R., N. M. Naim and J. Wikner. "Industrial Dynamics Simulation Models in the Design of Supply Chains", International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, (22: 5), 1992, pp. 3-13.

2. Scott C. and Westbrook R., "New Strategic Tools for Supply Chain Management," International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, (21: 1), 1991, pp 23-33.

3. Novack R. A. and Simco S. W., "The industrial procurement process: a supply chain perspective", Journal of Business Logistics, (12: 1), 1991 pp. 145-67.

Chuỗi cung ứng không chỉ bao gồm nhà sản xuất và nhà cung cấp, mà còn bao gồm các nhà vận chuyển, kho, nhà bán lẻ và khách hàng. Rõ ràng là quản lý chuỗi cung ứng có vai trò quan trọng và cần sự chú ý quan trọng trong môi trường của doanh nghiệp.

### **5.2. Lợi ích của SCM**

Việc thực hiện quản lý chuỗi cung ứng hiệu quả bằng các giải pháp SCM mạnh mẽ sẽ cho phép các doanh nghiệp tối ưu hóa ba luồng chính trong chuỗi cung ứng: luồng sản phẩm, luồng thông tin và luồng tài chính.

#### *Cải thiện dòng sản phẩm và vật liệu*

Thời gian hàng hóa đến người tiêu dùng là một chỉ số quan trọng của hiệu quả dòng sản phẩm. Càng mất ít thời gian để hàng hóa đến được với khách hàng cuối cùng, dòng sản phẩm càng hiệu quả. Tuy nhiên, có nhiều yếu tố khác để xem xét như chất lượng của vật liệu hoặc hàng hóa tiếp cận khách hàng, cân bằng cung cầu, lựa chọn vận chuyển, chi phí và hàng tồn kho.

Quản lý chuỗi cung ứng hiệu quả cho phép các doanh nghiệp cải thiện lưu lượng sản phẩm thông qua dự báo nhu cầu, bán hàng chính xác và cũng cải thiện quản lý hàng tồn kho để ứng phó với “hiệu ứng Bullwhip”<sup>1</sup> và tránh sản xuất kém. Hiệu ứng Bullwhip là hiện tượng có ý nghĩa quan trọng trong các quyết định của chuỗi cung ứng. Một thay đổi nhỏ trong nhu cầu ở khâu cuối của chuỗi cung ứng có thể gây ra một sự thay đổi rất lớn ở khâu đầu của chuỗi. Hiệu ứng này làm cho hàng tồn

1. Hiệu ứng Bullwhip có thể hiểu là hiệu ứng khiếu thông tin nhu cầu của thị trường cho một sản phẩm hoặc hàng hóa nào đó bị bóp méo, khuếch đại lên qua các khâu chuỗi cung ứng, dẫn đến dư thừa hàng tồn kho, gây ảnh hưởng tới chính sách giá, đồng thời tạo ra những phản ánh sai lệch, không chính xác trong nhu cầu thị trường (BT).

kho có thể nhanh chóng chuyển từ tình trạng thiếu hàng sang thừa hàng. Hiểu được bản chất của hiệu ứng Bullwhip giúp nhà quản lý tìm ra phương cách giảm thiểu nó, giúp việc kinh doanh được tốt hơn.

SCM cũng giảm thiểu sự chậm trễ và cho phép truy xuất nguồn gốc và khả năng hiển thị đầy đủ vào các chuyển động của hàng hóa từ nhà cung cấp đến khách hàng. SCM cho phép các chiến lược sản xuất, kinh doanh có thể tăng thời gian tiếp thị và tối ưu hóa tốc độ kinh doanh, trong khi vẫn bảo đảm chất lượng sản phẩm.

### *Luồng thông tin liên tục*

SCM hiệu quả không chỉ cần tích hợp các luồng sản phẩm và vật liệu mà còn tích hợp các luồng thông tin trong chuỗi cung ứng. Ngày nay, với khách hàng liên tục đòi hỏi phải đáp ứng theo thời gian thực, dễ dàng truy cập vào sản phẩm và nội dung chuỗi cung ứng khác, luồng thông tin nên không bị gián đoạn. Theo Oracle, dòng thông tin không liên tục và không đủ do chuỗi cung ứng bị phân mảnh có thể dẫn đến mối quan hệ giữa nhà cung cấp và khách hàng xấu đi và chi phí rất lớn - lên tới 1,2 tỷ bảng Anh mỗi năm<sup>1</sup>.

Các doanh nghiệp quản lý chuỗi cung ứng hiệu quả có thể loại bỏ các nút thắt để cung cấp luồng thông tin chuỗi cung ứng. Nó có thể giúp họ đánh giá chất lượng chia sẻ thông tin, sau đó thực hiện các giải pháp để lấp đầy khoảng trống. SCM giúp thiết kế đạt hiệu quả tốt nhất trong thực tiễn nhằm tạo điều kiện cho các loại thông tin chuỗi cung ứng khác nhau có các định dạng và cấu trúc khác nhau. SCM cũng cho phép luồng thông tin chính xác, kịp thời, đầy đủ và có liên quan để tránh bỏ lỡ các cơ hội và rủi ro có thể xảy ra. Luồng thông tin hiệu quả và

---

1. <https://blogs.oracle.com>

liên tục ngăn chặn việc bóp méo thông tin, thông tin sai lệch, đồng thời thúc đẩy sự hợp tác và nâng cao giá trị mối quan hệ giữa các bên liên quan trong chuỗi cung ứng. Bên cạnh đó, luồng thông tin liên tục cũng giúp cải thiện khả năng hiển thị trong tất cả các giao dịch và đẩy nhanh việc tạo ra những hiểu biết về chuỗi cung ứng thông qua việc lập các báo cáo trong quá khứ.

### *Dòng tài chính*

Một vấn đề khó khăn trong chuỗi cung ứng là làm thế nào để cải thiện dòng tài chính trong chuỗi giá trị, liên quan đến hàng nghìn hóa đơn và hoạt động thanh toán trong một năm nhất định. Nhìn chung, các thách thức quản lý tài chính là (1) xử lý chậm do các quy trình thủ công; (2) dòng tài chính không đáng tin cậy, không thể đoán trước vì thiếu thông tin kịp thời; (3) các quy trình tốn kém do tuân thủ và thiếu sự trao quyền cho nhân viên; (4) Thời gian thu hồi tiền hàng tồn đọng cao<sup>1</sup> do chậm trễ đối chiếu hóa đơn; và (5) các quyết định tín dụng dưới mức tối ưu do các quy trình thủ công để đặt giới hạn tối ưu. Việc thực hiện quản lý chuỗi cung ứng có thể giúp các doanh nghiệp giải quyết tất cả những thách thức về dòng tài chính này, cho phép họ đánh giá cẩn thận các quy trình hiện tại, xác định các liên kết yếu nhất làm chậm và cản trở dòng tài chính và xác định các giải pháp phù hợp để giải quyết các vấn đề.

Bằng cách tối ưu hóa dòng sản phẩm, thông tin và tài chính, các doanh nghiệp có thể chủ động tạo ra và nắm bắt các cơ hội thị trường mới và giảm thiểu rủi ro có thể tác động tiêu cực đến toàn bộ hoạt động kinh doanh. Với một hệ thống quản lý chuỗi cung ứng hiệu quả, các doanh nghiệp có thể đánh giá toàn diện và liên tục các quy trình của họ, xác định và lấp đầy các khoảng

---

1. Thời gian thu hồi tiền hàng tồn đọng (Days Sales Outstanding, DSO) là một chỉ số được tính bằng số ngày trung bình mà một doanh nghiệp cần để thu hồi lại tiền bán hàng sau khi đã bán được hàng.

trống, chi phí thấp hơn, phát triển thành công với các chuỗi cung ứng và cho phép ra quyết định nhanh hơn.

### **5.3. Thách thức của SCM**

SCM là một cách quan trọng để theo dõi hàng hóa giữa các bộ phận trong thời gian thực, đây có thể là một lợi thế rất lớn. Mặc dù vậy, có một số thách thức chuỗi cung ứng phải đối mặt với các hệ thống quản lý này do sự phức tạp ngày càng tăng. Chuỗi cung ứng hiện tại đang phát triển phức tạp do một số yếu tố. Khách hàng đang đòi hỏi các sản phẩm tạo ra vào đúng thời điểm và giá cả hợp lý.

#### *Toàn cầu hóa*

Một trong những thách thức lớn nhất mà các doanh nghiệp đang phải đối mặt là làm thế nào để giảm chi phí chuỗi cung ứng. Để đáp ứng mong đợi của khách hàng về giá, các doanh nghiệp đã lựa chọn chuyển cơ sở sản xuất sang các nước có chi phí thấp trên thế giới nhằm giảm chi phí trực tiếp, gián tiếp và giảm thiểu thuế. Nhưng việc có các nhà cung cấp toàn cầu đóng góp đáng kể vào sự phức tạp xuất phát từ thời gian giao hàng kéo dài. Khách hàng không chỉ muốn giá thấp hơn, mà họ còn muốn sản phẩm của họ đúng thời gian.

#### *Sở thích của khách hàng*

Như đã nêu ở trên, chuỗi cung ứng toàn cầu rất phức tạp.Thêm vào đó là các tính năng sản phẩm luôn thay đổi và thách thức còn lớn hơn. Một sản phẩm được sản xuất, đưa ra thị trường và khách hàng nhanh chóng “gây áp lực” cho các doanh nghiệp để tiếp tục đưa ra yêu cầu cao hơn. Sự đổi mới rất quan trọng vì nó cho phép các doanh nghiệp duy trì tính cạnh tranh trên thị trường, nhưng nó cũng là một thách thức. Để nâng cao chất lượng sản phẩm, các doanh nghiệp phải thiết kế lại mạng

lưới cung ứng của họ và đáp ứng nhu cầu thị trường một cách minh bạch.

### *Tăng trưởng thị trường*

Một yếu tố thách thức khác là theo đuổi khách hàng mới. Chi phí phát triển một sản phẩm, từ R&D đến tạo ra sản phẩm mới, là rất cao. Do đó, các doanh nghiệp đang cố gắng mở rộng phân phối sang các thị trường mới nổi để tăng doanh thu và tăng thị phần. Các công ty trên toàn thế giới dự kiến sẽ mở rộng thị trường trong và ngoài nước. Việc giới thiệu các thị trường mới là khó khăn do chính sách giao dịch, phí và sự khác biệt về chính sách của các quốc gia.

Ngày nay, kỳ vọng của khách hàng ngày càng khắt khe hơn bao giờ hết. Như được mô tả ở đây, các doanh nghiệp đã đáp ứng với các mạng lưới toàn cầu, đổi mới sản phẩm và mở rộng thị trường. Điều này có nghĩa là các doanh nghiệp hiện đang dựa vào các nhà quản lý chuỗi cung ứng để tối ưu hóa chuỗi giá trị của họ nhằm duy trì tính cạnh tranh.

### **5.4. Phần mềm SCM**

Phần mềm quản lý chuỗi cung ứng là một công cụ kinh doanh giúp quản lý chuỗi cung ứng của doanh nghiệp với hiệu quả cao hơn. Hầu hết các hệ thống phần mềm có các tính năng phong phú có thể hợp lý hóa các hoạt động chuỗi cung ứng từ đầu đến cuối.

Hiện nay, có nhiều loại phần mềm quản lý chuỗi cung ứng khác nhau. Một số được coi như là một ứng dụng hoặc chương trình độc lập; một số khác là một phần của các giải pháp rộng hơn, chẳng hạn như mối quan hệ với khách hàng và hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp. Các tính năng phổ biến nhất của phần mềm quản lý chuỗi cung ứng bao gồm:

- Quản lý hàng tồn kho: để theo dõi và quản lý tình trạng của nguyên liệu thô, hàng tồn kho. Tính năng này cũng có thể giúp quản lý tài sản, tích hợp mã vạch, dự báo giá và hàng tồn kho trong tương lai.

- Quản lý đơn hàng: để tự động hóa các quy trình đặt hàng. Ví dụ: tạo và theo dõi đơn đặt hàng, lên lịch giao hàng của nhà cung cấp và tạo cấu hình giá cả, sản phẩm.

- Quản lý hậu cần và vận chuyển: để phối hợp các kênh vận chuyển, cải thiện hiệu suất giao hàng và tăng sự hài lòng của khách hàng. Các tính năng quản lý kho có thể giúp tối ưu hóa lưu trữ, ghi nhãn, quản lý lao động...

- Dự báo: để dự đoán nhu cầu của khách hàng, lập kế hoạch mua sắm và quy trình sản xuất phù hợp. Dự báo hiệu quả giúp loại bỏ nhu cầu mua nguyên liệu thô không cần thiết hoặc lưu trữ hàng hóa thành phẩm dư thừa trên kệ kho, do đó giảm chi phí.

- Quản lý hoàn trả: để kiểm tra, xử lý hàng hóa bị hư hỏng hoặc bị lỗi và xử lý các khoản hoàn lại hoặc yêu cầu bảo hiểm.

Nhiều hệ thống chuỗi cung ứng cũng bao gồm các module tùy chọn hoặc bổ sung để có thể hỗ trợ các quy trình khác, chẳng hạn như quản lý hợp đồng, quản lý vòng đời sản phẩm...

Với giải pháp phù hợp, hệ thống chuỗi cung ứng sẽ tối đa hóa hiệu quả chi phí, năng suất của doanh nghiệp và tăng lợi nhuận.

Nhiều doanh nghiệp dựa vào hoạt động chuỗi cung ứng hiệu quả có thể thu được lợi ích lớn từ hệ thống phần mềm của họ, bao gồm các công cụ quản lý chuỗi cung ứng. Ưu điểm của việc sử dụng phần mềm quản lý chuỗi cung ứng:

- Kiểm soát và giảm chi phí; giảm các rủi ro tiềm ẩn như giao hàng trễ và lỗi hậu cần; cải thiện dịch vụ khách hàng và truyền thông; giúp dự báo và ra quyết định...

- Tự động hóa các quy trình chính, như xử lý đơn hàng, lập hóa đơn, theo dõi lô hàng và kết quả là tiết kiệm thời gian, giảm chi phí hành chính.
- Xác định quy trình hoặc vật liệu dư thừa và tiết kiệm chi phí có thể trong hậu cần, kho bãi và sản xuất.
- Cải thiện quản lý hàng tồn kho và dẫn đến kế hoạch nhu cầu hiệu quả hơn.
- Cải thiện việc giao hàng đúng hạn bằng cách phối hợp tất cả các hoạt động trong chuỗi cung ứng.
- Cải thiện khả năng đáp ứng với những sự cố không lường trước, ví dụ như sự cố máy, vắng mặt nhân viên, hàng hóa bị thiếu, đơn đặt hàng gấp và lỗi của con người.
- Cung cấp báo cáo quản lý và phân tích báo cáo.
- Cung cấp khả năng hiển thị trên toàn mạng (giữa các nhà cung cấp, nhà máy sản xuất, trung tâm lưu trữ và phân phối) để giúp hiểu rõ hơn về quy trình.
- Hỗ trợ hợp tác và liên lạc giữa các đối tác, nhà cung cấp, nhà phân phối.

Nhược điểm của phần mềm chuỗi cung ứng: Phần mềm quản lý chuỗi cung ứng có thể tốn kém, doanh nghiệp nên xem xét các chi phí của phần mềm, cài đặt tại chỗ, cũng như chạy và bảo trì liên tục; tích hợp phần mềm là một khó khăn, doanh nghiệp có thể khó tích hợp một giải pháp mới với các hệ thống hiện có. Vì vậy, doanh nghiệp cần đầu tư thời gian và đào tạo đáng kể để thiết lập và vận hành hệ thống.

### **5.5. Tương lai nghiên cứu SCM**

Có nhiều tài liệu đã cho rằng, quản lý chuỗi cung ứng đã là chủ đề được các nhà nghiên cứu quan tâm trong thời gian gần đây. Đây là một nội dung nghiên cứu không giới hạn vì động lực thị trường rất khác nhau giữa các nền kinh tế, khu vực, vùng

khí hậu, múi giờ, hệ thống chính trị, quốc gia, nhân khẩu học dân số, thị trường... Lĩnh vực này sẽ tiếp tục phát triển khi thế giới được tích hợp vào một thị trường toàn cầu và các nhà nghiên cứu phải đổi mới theo thời gian.

Quản lý chuỗi cung ứng là một lĩnh vực bùng nổ, cả trong nghiên cứu và thực tế. Số lượng tài liệu nghiên cứu trong lĩnh vực này đang tăng lên nhanh chóng. Các doanh nghiệp hoạt động trên toàn cầu, đối phó với nhiều nhà cung cấp và khách hàng, được yêu cầu quản lý hàng tồn kho theo những cách mới và sáng tạo và phải đổi mới theo thời gian. Lĩnh vực này hứa hẹn sẽ tiếp tục phát triển khi các nghiên cứu tiến bộ và khi các doanh nghiệp tiếp tục áp dụng kiến thức mới trong mạng lưới toàn cầu của họ.

Tuy nhiên, có một vài vấn đề trong SCM được xác định là phù hợp và thích hợp để nghiên cứu sâu hơn. Một số vấn đề cho nghiên cứu trong tương lai:

- Chuỗi cung ứng theo nhu cầu: Sắp xếp cung và cầu trong môi trường sản xuất năng động và phức tạp ngày nay có thể là thách thức lớn nhất. Nhiều doanh nghiệp dành nhiều thời gian và nguồn lực để cố gắng dự đoán tốt hơn nhu cầu. Tuy nhiên, dự báo tĩnh thường không cập nhật, khiến một số chuyên gia nghi ngờ giá trị thực của các công cụ lập kế hoạch truyền thống vì nó liên quan đến sự biến động của nhu cầu trong ngắn hạn.

- Chuỗi cung ứng trong ngành thực phẩm và dịch vụ cũng là một lĩnh vực nghiên cứu nổi bật.

- Khoảng cách địa lý giữa các phần khác nhau của chuỗi cung ứng cho thấy đây là một vấn đề cần nghiên cứu trong tương lai. Một nhà nghiên cứu bình thường có thể làm việc tại một địa điểm và các rào cản thương mại, thuế quan, tài chính và ngoại giao thường ngăn nhà nghiên cứu truy cập vào các phần khác của chuỗi cung ứng toàn cầu.

## 6. Công cụ hệ thống thực thi sản xuất (MES)

### 6.1. Giới thiệu chung

Các ngành công nghiệp sản xuất phấn đấu đạt chất lượng cao, chi phí thấp và thời gian tối thiểu để duy trì tính cạnh tranh. Phương pháp sản xuất truyền thống có thể không đáp ứng nhu cầu thiết lập sản xuất số hóa hiện đại. Do đó, các công nghệ và giải pháp phần mềm được liên kết trong các ngành sản xuất để xử lý những thay đổi thường xuyên trong sản phẩm và nhu cầu của nó. MES là một trong những giải pháp phần mềm được sử dụng để kết nối giữa kế hoạch sản xuất và hệ thống điều khiển thiết bị.

MES bắt đầu phát triển từ cuối những năm 1970. Nó đã được bắt đầu để giải quyết một chức năng duy nhất của hệ thống như hệ thống quản lý chất lượng, hệ thống giám sát thiết bị và hệ thống theo dõi quy trình sản xuất.

Tại thời điểm đó, lớp ERP được gọi là kế hoạch nguồn lực vật liệu (Material Resource Planning, MRP). MRP và hệ thống điều khiển phân tán (Distributed Control System, DCS) đã được vận hành ở chế độ cách ly và thiếu liên kết giữa hai hệ thống này.

Đầu những năm 1980, khái niệm về MES truyền thống (Traditional MES, T-MES) và quản lý phân xưởng (Shop Floor Control, SFC) đã được giới thiệu. Hệ thống lập kế hoạch sản xuất và hệ thống kiểm soát quá trình cũng đã được phát triển.

Ngành công nghiệp bắt đầu nhận thấy sự cần thiết phải có một hệ thống kinh doanh và tích hợp hệ thống điều khiển với lớp giữa của MES vào những năm 1990. Tổ chức nghiên cứu sản xuất tiên tiến (Advanced Manufacturing Research, AMR) đã đề xuất mô hình tích hợp doanh nghiệp ba lớp (ERP - MES - DCS). Trong mô hình này, ERP hoạt động như một hệ thống quản lý

kế hoạch, DCS hoạt động như một hệ thống kiểm soát và MES được sử dụng để lấp đầy khoảng cách giữa cấp kế hoạch và cấp kiểm soát. Ba hệ thống tích hợp với nhau tạo thành hệ thống cốt lõi của doanh nghiệp.

Trong các ngành sản xuất, trước hết là lập kế hoạch sản xuất và sau đó các hướng dẫn được truyền đạt tối phân xuống sản xuất để sản xuất sản phẩm kịp thời. MES là một hệ thống theo dõi và lập kế hoạch sản xuất được sử dụng để phân tích và báo cáo tình hình và tình trạng nguồn lực, lập kế hoạch, thu thập dữ liệu thời gian thực (như sử dụng vật liệu, thứ tự công việc, trạng thái thiết bị...) và các thông tin quan trọng khác. MES được sử dụng để báo cáo và giám sát phân xưởng trong thời gian thực để cung cấp dữ liệu hoạt động trở lại ERP. MES không phải là một khái niệm dành riêng cho ngành, nhưng dành cho một loạt các hệ thống thông tin sản xuất quan trọng.

Do sự phát triển nhanh chóng của các công nghệ mạng máy tính và Internet, tốc độ tin học hóa trong các ngành công nghiệp sản xuất được đẩy nhanh. Mức độ tự động hóa của các ngành công nghiệp liên tục được cải thiện dẫn đến một luồng thông tin khép kín ở cấp độ nhà máy. Vai trò của MES trở nên quan trọng hơn để liên kết hai cấp độ của các ngành công nghiệp. MES đã dần dần được chuyển sang hệ thống môđun tích hợp thông minh.

Có nhiều định nghĩa khác nhau cho MES nhưng định nghĩa được trình bày chủ yếu là do Hiệp hội hệ thống thực thi sản xuất (Manufacturing Execution System Association, MESA) đưa ra. Theo định nghĩa của MESA, MES hướng dẫn, khởi xướng, phản hồi và báo cáo về các hoạt động của nhà máy khi chúng xảy ra từ khi có đơn đặt hàng đến khi hàng hóa bị lõi. MES sử dụng tài nguyên nhà máy một cách hiệu quả và cung cấp thông tin theo thời gian thực về các hoạt động sản xuất trên

toàn doanh nghiệp và chuỗi cung ứng thông qua truyền thông hai chiều<sup>1</sup>. MESA đã nêu ra 11 chức năng hoặc các thành phần của MES để người dùng dễ dàng xây dựng MES cho riêng mình.

### **6.2. Các chức năng của MES**

Các chức năng của MES bao gồm: Phân bổ nguồn lực; Phân phối các đơn vị sản xuất; Thu thập dữ liệu; Quản lý chất lượng; Quản lý bảo trì; Phân tích hiệu suất; Lập kế hoạch chi tiết vận hành; Kiểm soát tài liệu; Quản lý lao động; Quản lý quy trình; Theo dõi sản phẩm.

Từng chức năng của MES được MESA mô tả cụ thể như sau:

- Phân bổ nguồn lực: MES có thể quản lý các nguồn lực sản xuất bao gồm máy móc, công cụ, kỹ năng lao động, vật liệu, thiết bị và các thực thể khác như tài liệu... để phục vụ sản xuất. MES cũng cung cấp thông tin lịch sử chi tiết của các nguồn lực được đề cập ở trên và bảo đảm rằng thiết bị được thiết lập đúng nhằm vận hành và cung cấp thông tin về trạng thái thời gian thực. Các nguồn lực này được quản lý theo cách mà các mục tiêu thiết lập kế hoạch hoạt động cần thiết đạt được theo thời gian.

- Phân phối các đơn vị sản xuất: Chức năng này của MES quản lý toàn bộ dòng đơn vị sản xuất trong một doanh nghiệp dưới dạng công việc, đơn đặt hàng, lô... MES kiểm soát trình tự, thứ tự quy trình thực hiện công việc và các thay đổi thời gian thực có thể xảy ra ở phân xưởng. MES có khả năng thay đổi kế hoạch làm việc hoặc lịch trình ở phân xưởng, đồng thời thực hiện quá trình tái sản xuất các sản phẩm trong phân xưởng. MES cũng có thể xử lý khối lượng công việc của quá trình tại bất kỳ thời điểm nào.

---

1. <http://www.mesa.org/htrnl/overview.htrnl>

- Thu thập dữ liệu: Chức năng này của MES cung cấp giao diện liên kết dữ liệu sản xuất được tạo ra trong quá trình sản xuất và dữ liệu tham số được đính kèm với đơn vị sản xuất. Dữ liệu có thể được thu thập thông qua ghi chép từ phân xưởng hoặc tự động từ thiết bị trong thời gian thực.

- Quản lý chất lượng: Chức năng này của MES liên quan đến phân tích thời gian thực các phép đo sản phẩm được thu thập từ phân xưởng để bảo đảm kiểm soát chất lượng sản phẩm phù hợp. MES cũng phát hiện và xác định sự bất thường trong quá trình sản xuất. MES có thể đề nghị hành động khắc phục cho sự bất thường bằng cách xác định nguyên nhân. Quản lý chất lượng bao gồm kiểm soát chất lượng ở phân xưởng và đảm bảo chất lượng bao gồm phân tích từ hệ thống quản lý thông tin.

- Quản lý bảo trì: Chức năng này của MES xử lý lịch trình, bảo trì phòng ngừa và khắc phục các thiết bị và công cụ. MES bảo đảm sự sẵn có của thiết bị và công cụ cho các hoạt động sản xuất. MES theo dõi chức năng của thiết bị, công cụ và hướng các hành động đến vấn đề trước mắt. MES cũng duy trì sổ nhật ký kỹ thuật số của tất cả các vấn đề trước đó, chẩn đoán và khắc phục.

- Phân tích hiệu suất: Đây là một trong những chức năng quan trọng nhất của MES, cung cấp các báo cáo phân tích hiệu suất của các hoạt động sản xuất thực tế bằng cách so sánh lịch sử trong quá khứ theo thời gian thực. MES cung cấp thông tin quy trình, thông tin tham số chất lượng, thông tin tuân thủ lịch trình sản xuất, sử dụng tài nguyên, tính sẵn có và thông tin thời gian chu kỳ sản phẩm. Dữ liệu thông tin này có thể được trình bày trực tuyến hoặc được trình bày dưới dạng báo cáo định kỳ để đánh giá hoạt động sản xuất.

- Lập kế hoạch vận hành chi tiết: Chức năng này của MES nhằm các hoạt động liên tiếp của sản phẩm dựa trên các ưu tiên, thuộc tính, đặc tính hoặc quy trình liên quan đến các đơn vị sản xuất cụ thể tại một hoạt động. MES quản lý thiết bị cho các hoạt động song song hoặc chồng chéo để giảm thiểu thời gian thiết lập.

- Kiểm soát tài liệu: Chức năng này của MES nhằm kiểm soát các hồ sơ hoặc biểu mẫu cần thiết cho quá trình sản xuất. MES tiếp tục hướng dẫn bản vẽ, quy trình vận hành tiêu chuẩn, chương trình bộ phận, hồ sơ, thông báo thay đổi kỹ thuật, giao tiếp thay đổi, cũng như khả năng chỉnh sửa theo kế hoạch và thông tin được xây dựng. MES cung cấp dữ liệu và các tài liệu khác cho các nhà khai thác để sản xuất. Các tài liệu khác bao gồm kiểm soát và tính toán vẹn của các quy định về môi trường, sức khỏe, an toàn và quy trình hành động khắc phục.

- Quản lý lao động: Chức năng này của MES cung cấp kiểm soát và phân bổ các nguồn lực, duy trì hồ sơ cập nhật của người lao động, khả năng của họ, báo cáo tham dự, theo dõi chứng nhận. MES phân tích năng suất và có khả năng phân bổ nguồn lực để di chuyển lao động theo yêu cầu để đạt được sản lượng tối đa.

- Quản lý quy trình: Chức năng này của MES giám sát các hoạt động sản xuất liên tục và tự động sửa chữa hoặc cung cấp đủ thông tin cho các nhà khai thác nhằm sửa chữa và cải thiện các hoạt động sản xuất trong quá trình. Các hoạt động sản xuất này có thể liên quan đến thiết bị hoặc quy trình mua sắm. Do sự giám sát chặt chẽ của thiết bị và quy trình, MES nhận được thông báo thời gian thực từ phân xưởng và xác định khu vực có vấn đề hoặc thay đổi quy trình để các nhà quản lý có thể đưa ra quyết định.

- Theo dõi sản phẩm: Chức năng này của MES cung cấp khả năng hiển thị của quy trình sản phẩm ở mức tối đa. MES cho phép theo dõi thời gian thực của thiết bị, công cụ và vật liệu được sử dụng trong mỗi sản phẩm, những người đã tham gia vào quá trình sản xuất và những vấn đề hoặc bất thường xảy ra trong quá trình sản xuất. MES tạo ra hồ sơ của từng sản phẩm. Sau khi giao sản phẩm, MES có thể được truy cập trở lại và xử lý vấn đề phát sinh.

MES không chỉ áp dụng trong một ngành cụ thể, mà có thể được sử dụng cho một loạt các ngành công nghiệp và sản xuất quan trọng. Do phạm vi và tình huống ứng dụng khác nhau, các kết hợp khác nhau của các chức năng MES có thể được sử dụng trong một ngành theo yêu cầu.

Đôi khi chức năng nằm ngoài phạm vi của MES cũng được sử dụng để đáp ứng nhu cầu thiết yếu của ngành. Việc thực hiện MES sẽ giúp duy trì tính nhất quán của chất lượng sản phẩm, cung cấp sản phẩm đúng thời gian và cung cấp nhiều sản phẩm hơn cho khách hàng bằng cách cải thiện hiệu quả làm việc.

### **6.3. Lợi ích của MES**

Hầu hết các nước đang phát triển bao gồm cả Trung Quốc tham gia vào cấp độ tự động hóa nhà máy vào đầu thế kỷ XXI. Phần lớn các trường đại học và các đơn vị nghiên cứu tự động hóa công nghiệp đã bắt đầu nghiên cứu và thực hiện các chức năng MES. Có thể nói rằng, Chính phủ, hiệp hội, các doanh nghiệp công nghệ thông tin, các ngành sản xuất, các trường đại học và các tổ chức chuyên nghiệp đều tham gia vào sự phát triển của MES. Cho đến nay, MES đã được thực hiện thành công trong nhiều ngành công nghiệp trên toàn thế giới. Một nghiên cứu đã được MESA thực hiện trong các ngành công nghiệp đang sử dụng MES để chỉ ra những lợi ích của việc triển khai MES.

**Bảng 4.1: Một số lợi ích triển khai MES<sup>1</sup>**

Lợi ích của MES	Giảm trung bình
Giảm thời gian chu kỳ sản xuất	45%
Giảm hoặc loại bỏ thời gian nhập dữ liệu	75%
Giảm khối lượng công việc phải xử lý	24%
Giảm số lượng giấy tờ trong hoạt động hành chính	61%
Giảm thời gian dẫn (độ trễ giữa việc bắt đầu và thực hiện quy trình)	27%
Cải thiện chất lượng sản phẩm (Giảm sai hỏng)	18%
Giảm số lượng giấy tờ hoặc thông tin bị mất	56%

#### **6.4. Mối quan hệ của MES với các hệ thống khác**

Mối quan hệ của MES với các hệ thống khác được thể hiện trong Hình 4.4. MES có thể hoạt động như một cầu nối thông tin kết nối và cung cấp dữ liệu cho các hệ thống khác. MES và các hệ thống khác đều có một số chức năng chung. Chẳng hạn, quản lý hàng tồn kho, hậu cần có thể tồn tại trong cả MES và SCM; quản lý phân bổ tài nguyên và kiểm soát sản xuất có thể tồn tại trong cả ERP và MES; kiểm soát chất lượng, thu thập dữ liệu và phân tích dữ liệu có thể tồn tại trong cả MES và Điều khiển (Control). Cụ thể như sau:

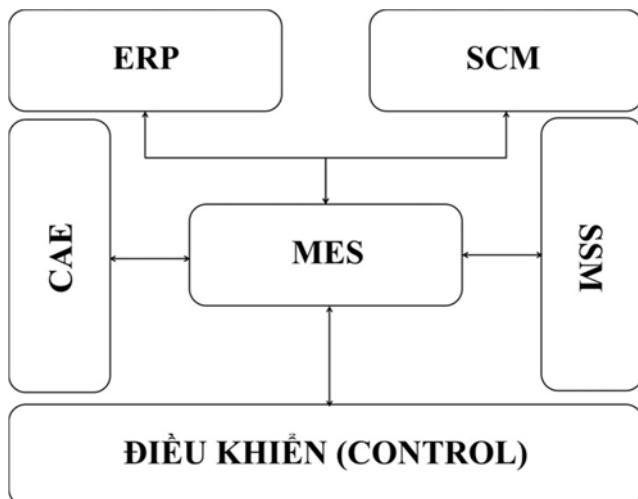
- Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp: Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp bao gồm các phần mềm: quản lý đơn hàng của khách hàng, lập kế hoạch sản xuất và nguyên vật liệu, quản lý nguồn nhân lực, quản lý chi phí.

---

1. The benefits of MES: A report from the field,MESA internationnal whitepaper # I,MESA,1997.

- Quản lý chuỗi cung ứng: Các giải pháp phần mềm quản lý chuỗi cung ứng thường được thiết kế cho hậu cần, phân phối, quản lý hàng tồn kho, dự báo và kinh doanh điện tử.

- Quản lý bán hàng và dịch vụ (Sales and Service Management, SSM): Giải pháp phần mềm quản lý dịch vụ và bán hàng thường được thiết kế để quản lý đơn đặt hàng của khách hàng, quản lý cấu hình sản phẩm, quản lý bán hàng, dịch vụ sau bán hàng và nâng cao trình độ tin học đối với nhân viên bán hàng.



**Hình 4.4: Mối quan hệ của MES với các hệ thống khác**

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: Muhammad Y, Cong P, Lu H, Fan Y (2010) MES development and significant applications in manufacturing - A review. In Proceedings of the 2nd International Conference on Education Technology and Computer, pp V5-97-V95-101.

- Kỹ thuật hỗ trợ máy tính (Computer Aided Engineering, CAE): Kỹ thuật hỗ trợ máy tính bao gồm phần mềm cho thiết kế, phân tích và sản xuất máy tính hỗ trợ. Nó hỗ trợ chia sẻ dữ liệu thông tin trong môi trường phân tán của toàn ngành.

- Điều khiển (Control): bao gồm điều khiển máy và dây chuyền (Line and Machine Controls, LMC) như bộ điều khiển logic lập trình (Programmable Logic Controllers, PLC), hệ thống điều khiển phân tán (Distributed Control Systems, DCS), điều khiển số phân tán (Distributed Numerical Control, DNC), điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu (SCADA) và các điều khiển khác được thiết kế để sản xuất các sản phẩm cụ thể.

### **6.5. Ứng dụng MES trong công nghiệp**

Kể từ thập kỷ trước, MES đã được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp điện tử, thép, xi măng, ôtô và hàng không vũ trụ... Các công trình nghiên cứu khác nhau đã cung cấp cách tiếp cận sáng tạo để thực hiện thành công MES trong các ngành công nghiệp chế biến và sản xuất.

Năm 2002, đóng góp của Sheng-Leun Chung và MuDer Jeng đã định hướng chính cho nghiên cứu và thực hiện MES. Sự tiên phong của các tác giả khuyến khích đóng góp nghiên cứu của những người khác trong lĩnh vực này, qua đó xây dựng kiến trúc MES dựa trên môđun hiện đại. Các tác giả đã mô tả MES cho các ngành công nghiệp sản xuất bán dẫn trên nền tảng kiến trúc mở. Kiến trúc hoàn chỉnh của hệ thống bao gồm cơ sở dữ liệu, máy chủ giao dịch MES và máy chủ web. Định lượng dòng sản phẩm, quản lý lô, điều khiển thiết bị và quy trình làm việc là các môđun chính của MES trong kiến trúc này. Cơ sở dữ liệu chứa tất cả dữ liệu của các môđun này. Máy chủ giao dịch MES cho phép cập nhật và truy xuất dữ liệu, trong khi máy chủ web cung cấp cho người dùng cấu hình và cập nhật cơ sở dữ liệu qua Internet<sup>1</sup>.

---

1. Sheng-leun Chung, MuDer jeng,"Manufacturing execution system (MES) for semiconductor manufacturing," 2002 IEE International conference on systems, man and cybernetics, pp. 7-11, Oct 6-9 2002.

Hệ thống có thể trở nên hiệu quả hơn, nếu nguồn tiếp cận dữ liệu sản phẩm là duy nhất. Năm 2004, Xiaoling Huang và cộng sự đã đề xuất một hệ thống sản xuất tích hợp ba lớp. Nghiên cứu này mô tả quá trình kiểm soát hiệu quả luồng thông tin trong kiến trúc vòng kín cho một nhà máy luyện quặng. Hầu hết các chức năng MES đã được thực hiện thành công. Kiểm soát chi phí sản xuất, lập kế hoạch sản xuất, thống kê và phân tích sản xuất, kiểm soát dòng nguyên liệu, quản lý thiết bị, quản lý chất lượng, quản lý năng lượng và chức năng điều tra toàn diện là chức năng môđun chính của MES<sup>1</sup>. Sau khi triển khai MES trong ngành thép JiuQuan, cho đến nay, nhiều ngành công nghiệp thép khác cũng đã triển khai MES tại nhà máy ở Trung Quốc.

Năm 2007, Jing Shaohong và Meng Qingjin đã mô tả kiến trúc MES cho ngành công nghiệp xi măng. Họ đã mô tả các chức năng môđun MES khác nhau cho ngành xi măng để tích hợp dữ liệu thông tin nhằm tối ưu hóa quy trình sản xuất. Tác giả mô tả quá trình sản xuất xi măng và phân tích đặc tính hoạt động của nó. Một mô hình tích hợp sản xuất ba lớp cho ngành sản xuất xi măng đã được mô tả bằng cách giải thích các chức năng MES được sử dụng trong ngành sản xuất xi măng<sup>2</sup>.

Năm 2007, một nghiên cứu tương tự đã được thực hiện bởi Xiaohong Wang và đồng nghiệp cho ngành công nghiệp xi măng. Họ đã mô tả các chức năng môđun MES khác nhau cho

1. Xiaoling Huang, Yongfu Wang, Lijie Zhao, Tianyou Chai,"Contemporary integrated manufacturing system based on ERPIMESIPCS in ore dressing," Sth International conference on control, automation, robotics and vision, pp. IS79 - ISS4, Dec 2004.

2. Jing Shaohong, Meng Qingjin,"Research on MES architecture and application for cement enterprise," 2007 IEEE International conference on control and automation, pp.l255 - 121259, May 2007.

ngành này để tích hợp dữ liệu thông tin và tối ưu hóa quy trình sản xuất. Phân tích kế hoạch, quản lý chất lượng, lập kế hoạch công việc, cân bằng nguyên liệu và quản lý hàng tồn kho, quản lý vận hành thiết bị, quản lý chi phí quy trình và quản lý hàng ngày khác là các chức năng môđun được mô tả cho ngành công nghiệp xi măng<sup>1</sup>.

Công nghệ mô phỏng sản xuất tiên tiến (Advanced Manufacturing Simulation Technology) và thiết kế hỗ trợ máy tính (CAD) được sử dụng rộng rãi trong sản xuất các sản phẩm hàng không vũ trụ. Những công nghệ này đã được khai thác để giảm đáng kể chi phí và nâng cao hiệu quả sản xuất. Các ngành công nghiệp hàng không vũ trụ do môi trường sản xuất phức tạp là một trong những đối tượng sử dụng chính của MES. Công ty Boeing là một trường hợp sử dụng cụ thể của việc hoạt động sản xuất sử dụng MES. Mô hình nhà máy của hàng không bao gồm tất cả các chức năng MES và cung cấp một số chức năng nằm ngoài phạm vi của MES. Việc thực hiện MES trong một hệ thống sản xuất linh hoạt của ngành hàng không vũ trụ cung cấp việc sử dụng tối ưu các nguồn lực và theo dõi thời gian thực của các quy trình sản xuất. Các công ty con của ngành hàng không vũ trụ cũng có môi trường sản xuất phức tạp và cần xử lý một dữ liệu khổng lồ. Các công ty này phải đổi mới với yêu cầu sắp xếp lại do thiếu thông tin thời gian thực của công việc trong quá trình. Hiện thực hóa MES trong các loại hình doanh nghiệp này tạo ra động lực thúc đẩy lớn cho các ngành công nghiệp. Trong quy trình sản xuất hàng loạt, MES chịu trách nhiệm toàn diện cho các hoạt động sản xuất trong hệ thống sản xuất.

---

1. Xiaohong Wnang, Li Sun, Qingjin Meng and Wenqian Cao,"Study of MES for cement industry," International conference on automation and logistics, pp.127S-12S2, Aug 2007.

Nó khởi động các đơn đặt hàng, theo dõi các hoạt động sản xuất và nhanh chóng đáp ứng các sự cố ngẫu nhiên.

Việc triển khai MES không chỉ giới hạn ở các doanh nghiệp cụ thể mà nó đã được thực hiện ngay cả trong các ngành công nghiệp nhỏ như ngành công nghiệp kỹ thuật gắn kết bề mặt (Surface Mount Technology, SMT) và ngành dệt kim cũng để tạo môi trường sản xuất tự động...

MES có thể được coi là một cách tiếp cận hơn là một ứng dụng phần mềm cụ thể. Thành công của sáng kiến MES chủ yếu dựa trên thay đổi văn hóa của doanh nghiệp để hỗ trợ chia sẻ dữ liệu giữa các bộ phận khác nhau và thay đổi quy trình để cải thiện sự hợp tác giữa các nhà sản xuất và quản lý liên quan đến sản xuất sản phẩm.

MES tích hợp bảo đảm chia sẻ thông tin ở tất cả các cấp cần thiết và giúp đưa ra quyết định nhanh chóng. MES tránh các can thiệp thủ công làm thay đổi, cung cấp thông tin dữ liệu không chính xác và thời gian trễ của sản phẩm. Hệ thống tích hợp giúp giảm thời gian sản xuất và nâng cao chất lượng sản phẩm.

## *Chương 5*

# **ĐỊNH HƯỚNG XÂY DỰNG BỘ CÔNG CỤ SẢN XUẤT THÔNG MINH CHO DOANH NGHIỆP**

*Mục tiêu của sản xuất thông minh là tối ưu hóa hệ thống sản xuất với sự trợ giúp của kỹ thuật số, công nghệ và các yếu tố khác cho phép hỗ trợ hoạt động sản xuất, đồng thời quyết định mức độ số hóa của một doanh nghiệp sản xuất. Chuyển đổi sang mô hình sản xuất thông minh sẽ giúp một doanh nghiệp sản xuất vừa có lợi nhuận, vừa phát triển bền vững. Mặc dù, có rất nhiều tài liệu khoa học đề xuất một số khung đánh giá, mô hình đánh giá sự trưởng thành và lộ trình hỗ trợ chuyển đổi kỹ thuật số của các doanh nghiệp theo hướng phát triển năng lực sản xuất thông minh, các phương pháp, công cụ và hệ thống hỗ trợ cho các doanh nghiệp vẫn còn hạn chế.*

*Các bộ công cụ này bao gồm các giải pháp từ công nghệ CAx tiên tiến, công cụ làm việc... đến các giải pháp quản lý, phương pháp đào tạo, thực hành tổ chức... Tuy nhiên, số lượng các bộ công cụ nhằm hỗ trợ các doanh nghiệp sản xuất trong việc áp dụng các cách thức hoạt động sản xuất thông minh còn rất hạn chế. Do đó, việc hệ thống hóa các phương pháp, công cụ và thực hành sản xuất thông minh hiện có thành các môđun là một công việc hết sức quan trọng, nhằm cung cấp cách tiếp cận và giúp doanh nghiệp có thể cải thiện mức độ sản xuất thông minh của doanh nghiệp.*

*Chương này sẽ thảo luận về tầm quan trọng của bộ công cụ sản xuất thông minh đối với các doanh nghiệp trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0; tập trung vào các bộ công cụ có sẵn; để xuất một bộ công cụ môđun sản xuất thông minh nhằm giúp các doanh nghiệp phát triển sản xuất thông minh.*

## 1. Các công cụ hỗ trợ sản xuất thông minh

Theo Esmaeilian và cộng sự, “Sản xuất là một quá trình tiến hóa liên tục từ phát triển ý tưởng đến các phương pháp và công cụ có sẵn để sản xuất hàng hóa với mục đích sử dụng hoặc bán”<sup>1</sup>. Theo truyền thống, sản xuất đề cập đến một quá trình sản xuất công nghiệp thông qua đó nguyên liệu thô được chuyển thành sản phẩm hoàn chỉnh để bán trên thị trường. Tuy nhiên, ngày nay, sản xuất được coi là một khái niệm tích hợp ở tất cả các cấp độ từ máy móc đến hệ thống sản xuất cho đến toàn bộ hoạt động kinh doanh.

Định nghĩa, quan điểm về “sản xuất” đã gợi mở định hướng phát triển các bộ công cụ sản xuất theo hướng tích hợp các phương pháp và công cụ thực tiễn để hỗ trợ doanh nghiệp. Trong những năm qua, các sáng kiến về sản xuất tinh gọn (Lean Manufacturing) và sản xuất kỹ thuật số (Digital Manufacturing) đã phát triển bộ công cụ riêng có thể giúp các doanh nghiệp sản xuất thay đổi theo hướng hoạt động sản xuất hiệu quả hơn.

H. Kaartinen và cộng sự đã đề xuất một bộ công cụ sản xuất kỹ thuật số cho doanh nghiệp. Sản xuất kỹ thuật số cho phép các doanh nghiệp thiết kế quy trình và thử nghiệm nhiều sản

---

1. Esmaeilian, B., Sara, B., Ben W.: The Evolution and Future of Manufacturing: A Review. Journal of Manufacturing Systems, 39: 79-100 (2016).

phẩm trong hệ thống sản xuất ảo do đó giảm rủi ro thiết kế và chi phí.

Trong khi đó, sản xuất thông minh sẽ cho phép các doanh nghiệp kết nối tất cả các nguồn lực sản xuất của doanh nghiệp với nhau và với các sản phẩm của doanh nghiệp để tối ưu hóa hoạt động sản xuất. Do đó, việc cung cấp một bộ công cụ sản xuất thông minh cụ thể để hỗ trợ sản xuất cho các doanh nghiệp là rất cần thiết.

### **1.1. Công cụ tinh gọn (Lean Tools) đổi mới hiệu suất hoạt động sản xuất**

Bộ công cụ là tập hợp các phương pháp, công cụ, phần mềm và thực tiễn quản lý. Mỗi bộ công cụ có mục tiêu riêng. Khi nói đến sản xuất, có một vài bộ công cụ có sẵn, có thể được coi là tiền thân để phát triển bộ công cụ sản xuất thông minh. Ioannis Belekovias và cộng sự đã phân loại các công cụ và phương pháp khác nhau để phát triển môđun: (i) hệ thống sản xuất tức thời (Just-in-Time, JIT); (ii) duy trì hiệu suất thiết bị tổng thể (Total Productive Maintenance, TPM); (iii) tự động hóa thông minh; (iv) sơ đồ chuỗi giá trị (Value Stream Mapping, VSM); và (v) phương pháp cải tiến Kaizen.

(i) Hệ thống sản xuất tức thời JIT được thể hiện đầy đủ trong một câu: “*sản xuất sản phẩm đúng số lượng, đúng nơi, đúng thời điểm*”. Trong sản xuất hay dịch vụ, mỗi công đoạn của quy trình sản xuất ra một số lượng đúng bằng số lượng mà công đoạn sản xuất tiếp theo cần tới. Các quy trình không tạo ra giá trị gia tăng phải bỏ. Điều này cũng đúng với giai đoạn cuối cùng của quy trình sản xuất, tức là hệ thống chỉ sản xuất ra cái mà khách hàng muốn. Hệ thống sản xuất tức thời là hệ thống sản xuất trong đó các luồng nguyên vật liệu, hàng hoá và sản phẩm truyền vận trong quá trình sản xuất và phân phối

được lập kế hoạch chi tiết từng bước sao cho quy trình tiếp theo có thể thực hiện ngay khi quy trình hiện thời chấm dứt. Qua đó, không có hạng mục nào rơi vào tình trạng để không, chờ xử lý, không có nhân công hay thiết bị nào phải đợi để có đầu vào vận hành. Cùng với công nghệ thông tin hiện đại, Kanban là phương pháp hỗ trợ hữu hiệu áp dụng hệ thống sản xuất tức thời. Kanban là hệ thống quản lý thông tin kiểm soát số lượng linh kiện trong từng quy trình sản xuất. Cụ thể, Kanban được gắn vào hộp linh kiện khi chuyển qua từng công đoạn lắp ráp. Công nhân ở công đoạn nhận linh kiện từ công đoạn trước phải để lại 1 Kanban đánh dấu việc chuyển giao số lượng linh kiện. Linh kiện qua hết các công đoạn trong dây chuyền lắp ráp, Kanban đã được điền đầy đủ các thông tin theo yêu cầu và gửi ngược lại vừa để lưu công việc đã hoàn tất, vừa để yêu cầu cung ứng linh kiện tiếp theo.

(ii) Duy trì hiệu suất thiết bị tổng thể (TPM) là một phương pháp quản lý được áp dụng đầu tiên tại Nhật Bản, sau đó được phổ biến, áp dụng rộng rãi trong các ngành sản xuất công nghiệp trên toàn thế giới. Theo phương pháp này, công nhân vận hành phải đảm nhiệm cả công việc bảo dưỡng hàng ngày còn bộ phận bảo dưỡng chuyên trách sẽ quản lý và đảm nhiệm các công tác bảo dưỡng quan trọng định kỳ. Việc thực hiện TPM là nhằm tối đa hóa hiệu suất thiết bị, nâng cao năng suất với một hệ thống bảo dưỡng được thực hiện trong suốt vòng đời của thiết bị, đồng thời nâng cao ý thức và sự hài lòng với công việc của người lao động. Với TPM, mọi người cùng hợp lực và tương tác với nhau để nâng cao hiệu suất hoạt động của thiết bị một cách hiệu quả nhất. Các trụ cột (Pillars) của hoạt động TPM gồm:

- 5S (nền tảng của TPM, khởi đầu cho việc phát hiện các vấn đề nhằm tiến hành các hoạt động cải tiến trong TPM);

- Bảo dưỡng tự chủ (Autonomus Maintenance): mục đích giúp công nhân vận hành máy biết sửa chữa, bảo dưỡng máy và nhận diện các hư hỏng ở một mức độ nhất định;
  - Cải tiến có trọng điểm (Focus Improvement): tập trung tất cả nguồn lực vào một hay một số mục tiêu lựa chọn trước thì dễ dẫn đến thành công mà không lãng phí thời gian, công sức;
  - Bảo dưỡng định kỳ (Planned Maintenance): để tránh dừng máy, tránh các lỗi lặp lại, tăng tuổi thọ máy, giảm thời gian sửa chữa và chi phí cho công tác bảo trì;
  - Duy trì chất lượng (Quality Maintenance): nhằm xây dựng, duy trì và quản lý một hệ thống quản lý chất lượng tốt, kiểm soát chất lượng từ khâu đầu tiên đến khâu phân phối và hậu mãi, có hệ thống khắc phục và phòng ngừa;
  - Đào tạo (Training): đào tạo thích hợp, chuẩn hóa bảo đảm chất lượng, hiệu quả;
  - Hoạt động TPM tại các phòng ban (Office TPM): thu thập, xử lý, cung cấp thông tin, phục vụ các nhu cầu khác của sản xuất;
  - An toàn, sức khỏe và môi trường (Safety, Health and Environment): hướng tới không có tai nạn lao động, không có bệnh nghề nghiệp, không tác động xấu đến môi trường và nhấn mạnh đến an toàn, sức khỏe và môi trường làm việc của công nhân vận hành thiết bị.
- (iii) Tự động hóa thông minh là hệ thống mà dây chuyền có khả năng phát hiện được các sự cố bất thường, các vấn đề về chất lượng hoặc "chạm trễ" trong dây chuyền và có thể tự động dừng dây chuyền. Bằng cách này, tự động hóa giúp ngăn chặn các sản phẩm kém chất lượng được đưa đến các công đoạn tiếp theo và không xảy ra lỗi bất thường. Mục đích của tự động hóa thông minh nhằm ngăn ngừa các nguy cơ xảy ra sự cố trong quá trình sản xuất hoặc phát hiện các vấn đề trước khi nó xảy ra, giúp phát hiện lỗi, ngăn ngừa và kiểm soát sai hỏng. Thực hiện

tự động hóa thông minh giúp bảo đảm chất lượng theo tiêu chuẩn, đồng thời giúp ngăn ngừa hỏng hóc máy móc, thiết bị và giảm sự tham gia của con người vào quá trình sản xuất. Một số công cụ để thực hiện tự động hóa thông minh là hệ thống phòng tránh lỗi (Poka-Yoke) và hệ thống kiểm soát công việc, hướng dẫn sản xuất (Andon). Cụ thể:

- Phòng tránh lỗi (Poka-Yoke): sử dụng các thiết bị đơn giản nhưng có khả năng ngăn ngừa các tình trạng không bình thường trước khi chúng xảy ra hoặc dừng dây chuyền khi lỗi xảy ra để ngăn ngừa lỗi. Các vấn đề về lỗi sản phẩm, hỏng hóc trong quá trình sản xuất gây ra hoàn toàn có thể được loại bỏ thông qua hệ thống Poka-Yoke. Mục tiêu của Poka-Yoke nhằm kiểm tra được 100% các sản phẩm và đưa ra được các phản hồi nhanh chóng về các vấn đề, sự cố để cảnh báo hoặc dừng dây chuyền kịp thời.

- Hệ thống Andon: là một công cụ của quản lý trực quan nhằm kiểm soát và hướng dẫn công việc của người công nhân. Hệ thống thông tin kiểm soát trên hệ thống Andon giúp cảnh báo cho người công nhân nhận biết được các nguy cơ hoặc các vấn đề xảy ra, đồng thời đưa ra các tín hiệu này lên hệ thống Andon để người quản lý dây chuyền biết và đưa ra cách xử lý nhanh chóng.

(iv) Sơ đồ chuỗi giá trị (VSM) là một phương pháp lập bản đồ trực quan về “con đường” sản xuất của sản phẩm (vật liệu và thông tin). Sơ đồ chuỗi giá trị có thể cho thấy được toàn bộ hệ thống từ khi khởi đầu nhằm giúp nhà quản lý, kỹ sư, công nhân sản xuất, người lập chương trình, nhà cung cấp và khách hàng nhận ra sự lãng phí và xác định nguyên nhân của nó. Quá trình này bao gồm lập bản đồ “trạng thái hiện tại” tập trung vào những gì bạn muốn hay được gọi là kế hoạch chi tiết “trạng thái tương lai” có thể xem như là nền tảng cho các chiến lược cải tiến

tinh gọn khác. Sơ đồ chuỗi giá trị là một công cụ giao tiếp, một công cụ lập kế hoạch kinh doanh và một công cụ quản lý quá trình thay đổi. Bước đầu tiên là vẽ ra trạng thái hiện tại được thực hiện bằng cách thu thập thông tin từ phân xưởng sản xuất. Bước này cung cấp các thông tin cần thiết để lập bản đồ “trạng thái tương lai” (những điều mong muốn ở tương lai). Bước cuối cùng là chuẩn bị và bắt đầu tích cực sử dụng một kế hoạch thực hiện những điều đã mô tả, lập kế hoạch để đạt được “trạng thái tương lai” như thế nào.

(v) Kaizen là một công cụ trong quản lý được áp dụng nhằm thúc đẩy hoạt động cải tiến liên tục với sự tham gia của mọi người nhằm không ngừng cải thiện môi trường làm việc. Trong tiếng Nhật, Kaizen có nghĩa là “cải tiến liên tục”. Kaizen là sự tích lũy các cải tiến nhỏ thành kết quả lớn, tập trung vào xác định vấn đề, giải quyết vấn đề và thay đổi chuẩn để bảo đảm vấn đề được giải quyết tận gốc. Do đó, Kaizen còn hơn một quá trình cải tiến liên tục, với niềm tin rằng sức sáng tạo của con người là vô hạn. Qua đó, tất cả mọi thành viên trong tổ chức từ lãnh đạo đến công nhân đều được khuyến khích đưa ra đề xuất cải tiến dù là nhỏ xuất phát từ những công việc thường ngày. Khi áp dụng ở nơi làm việc, đòi hỏi sự cam kết và nỗ lực liên tục của mọi người, từ cán bộ quản lý đến người công nhân. Kaizen là những cải tiến nhỏ thực hiện từng bước trong một thời gian dài. Thực hiện Kaizen ít tốn kém nhưng mang lại hiệu quả cao trong việc nâng cao chất lượng công việc, nâng cao chất lượng sản phẩm, dịch vụ và giảm chi phí hoạt động.

## **1.2. Công cụ sản xuất kỹ thuật số (Digital Manufacturing Toolbox)**

Việc lựa chọn các bộ công cụ tốt nhất để hỗ trợ sản xuất cho các doanh nghiệp cũng đã được thảo luận trong nhiều nghiên

cứu gần đây<sup>1</sup>, trong đó tập trung nhấn mạnh các đặc điểm cụ thể của các bộ công cụ này. H. Kaartinen và đồng nghiệp đã đề xuất một bộ công cụ cho sản xuất kỹ thuật số:

- Công cụ thiết kế sản xuất và mô phỏng sản xuất: tập trung nâng cao giá trị gia tăng và giảm lãng phí (ví dụ: lập kế hoạch sản xuất, lập kế hoạch bố trí, mô phỏng quá trình và sản xuất tinh gọn);
- Các công cụ tự động hóa sản xuất (ví dụ: gia công CNC, giám sát từ xa, lập trình PLC, công nghệ RFID và mã vạch);
- Công cụ robot: có thể thay thế cho lao động của con người, tác động tích cực đến sản xuất và chất lượng (ví dụ: lập trình văn phòng, xử lý vật liệu...);
- Các công cụ sản xuất in 3D: để giảm chi phí (ví dụ: đúc sẵn, tạo mẫu và in 3D...);
- Quét và đo kỹ thuật số (đo lường): để thiết kế tiết kiệm và đổi mới quy trình (ví dụ: quét laser 3D, kỹ thuật đảo ngược và bảo đảm chất lượng).

### **1.3. Công cụ sản xuất điện tử (E-manufacturing)**

J. Lee đã đề cập đến các công cụ hoặc bộ công cụ sau đây cho sản xuất điện tử<sup>2</sup>:

- Dự đoán thông minh (ví dụ: thuật toán, phần mềm...);
- Mở rộng nền tảng;
- Tương thích thông tin giữa các thiết bị và doanh nghiệp;
- Các công cụ chuyển đổi dữ liệu thành thông tin;

1. Kaartinen, H., Pieskä, S., Vähäsöyrinki, J.: Digital Manufacturing Toolbox for Supporting the Manufacturing SMEs. 7th IEEE Int'l. C. Cognitive Infocommunications, 71-76 (2016).

2. Lee, J.: e-Manufacturing: Fundamental, Tools, and Transformation. Robotics & Computer-Integrated Manufacturing, 19(6):501-507 (2003).

- Hệ thống đồng bộ hóa để ra quyết định (ví dụ: hệ thống thương mại điện tử CRM, SCM, B2B);
- Hệ thống truyền thông;
- Giáo dục và đào tạo nhân viên;
- Văn hóa doanh nghiệp linh hoạt.

#### **1.4. Công cụ hệ thống sản xuất thông minh quy mô nhỏ (Small-scale Intelligent Manufacturing)**

Tương tự, một bộ công cụ hoặc bộ công cụ cho các hệ thống sản xuất thông minh quy mô nhỏ đã được đề xuất bởi T. Huang<sup>1</sup>. Trong đó ba vấn đề chính được quan tâm:

- Công nghệ thông tin để quản lý sản xuất (ví dụ: điện toán đám mây, công nghệ di động và giám sát từ xa);
- Kỹ thuật AI trong sản xuất cũng như các công nghệ như: CAD, máy CNC, robot và thực tế ảo;
- Các công nghệ khác như: tạo mẫu nhanh, đo lường và kiểm tra 3D...

#### **1.5. Công cụ công nghiệp 4.0**

Công cụ công nghiệp 4.0 đã được đề xuất bởi R. Anderl và cộng sự<sup>2</sup> cho cả cấp độ sản phẩm và quy trình, bao gồm sáu công cụ riêng biệt mỗi loại.

- Ở cấp độ sản phẩm:
  - + Tích hợp cảm biến và bộ truyền động;

1. Huang, T.: Development of Small-Scale Intelligent Manufacturing Systems (SIMS): A Case Study at Stella Polaris AS, Master Thesis, Artic University of Norway (2016).

2. Anderl, R., Picard, A., Wang, Y., Fleischer, J., Dosch, S., Klee, B. and Bauer, J.: Guideline Industrie 4.0: Guiding Principles for the Implementation of Industrie 4.0 in Small and Medium Sized Businesses. VDMA Forum Industrie, Vol. 4 (2015).

- + Giao tiếp/kết nối;
- + Chức năng lưu trữ dữ liệu và trao đổi thông tin;
- + Giám sát;
- + Dịch vụ công nghệ thông tin liên quan đến sản phẩm;
- + Mô hình kinh doanh;
- Ở cấp độ quy trình:
  - + Xử lý dữ liệu;
  - + Giao tiếp giữa máy với máy (M2M);
  - + Kết nối doanh nghiệp với sản xuất;
  - + Kết cấu hạ tầng công nghệ thông tin và truyền thông;
  - + Giao diện người và máy (HMI);
  - + Hiệu quả với các lô sản xuất.

Công nghệ thông tin và truyền thông đã được coi là một công nghệ cơ bản trong các bộ công cụ nói trên.

Công nghệ thông tin, dữ liệu và các công nghệ ứng dụng khác như CAD, CAM và công nghệ sản xuất in 3D gần đây... là những công nghệ quan trọng. Do đó, cần thiết kế một bộ công cụ (chung) từ cả góc độ kỹ thuật và quản lý. Tuy nhiên, dựa trên đánh giá tài liệu nghiên cứu được thực hiện trong cơ sở dữ liệu SCOPUS và Web of Science, các nghiên cứu về bộ công cụ sản xuất thông minh còn rất hạn chế. Mặc dù có sẵn bộ công cụ công nghiệp 4.0, nhưng các công cụ này chỉ được xây dựng trên quan điểm kỹ thuật (gồm sản phẩm và quy trình) và bỏ qua quan điểm quản lý (nâng cao kỹ năng nhân viên, các khía cạnh mô hình kinh doanh).

Do áp lực số hóa toàn bộ chuỗi giá trị của sản phẩm trên toàn cầu, các doanh nghiệp cần hỗ trợ trong việc chuyển đổi kỹ thuật số. Một giải pháp khả thi để hỗ trợ các doanh nghiệp hiệu quả là cung cấp bộ công cụ sản xuất thông minh theo các môđun, có thể giúp doanh nghiệp thực hiện theo cách tiếp cận,

áp dụng sản xuất thông minh trên cơ sở thực tiễn kinh doanh để tham gia chuỗi giá trị. Các doanh nghiệp bắt đầu tham gia cuộc "hành trình số hóa" theo hướng nâng cao năng lực sản xuất với mức độ thông minh hơn, mang lại lợi thế cạnh tranh mới cho doanh nghiệp.

## 2. Mô hình “cấp độ thông minh” và các yếu tố ảnh hưởng đến “cấp độ thông minh”

### 2.1. Các “cấp độ thông minh” của doanh nghiệp

Một bộ công cụ môđun sản xuất thông minh cho doanh nghiệp phải đáp ứng yêu cầu giúp doanh nghiệp thực hiện quá trình cải tiến liên tục với các mức độ “trưởng thành” tăng dần về sản xuất thông minh. Các “cấp độ thông minh” của doanh nghiệp là:

- a) Cấp độ 1 (Cấp độ “Tập việc” (Novice)): khi một doanh nghiệp sản xuất không nhận thức được lợi ích của việc áp dụng công nghệ sản xuất thông minh;
- b) Cấp độ 2 (Cấp độ “Mới bắt đầu” (Beginner)): khi một doanh nghiệp đã bắt đầu nhận thức được lợi ích của việc áp dụng công nghệ sản xuất thông minh; bước đầu áp dụng một hoặc nhiều công cụ, công nghệ sản xuất thông minh;
- c) Cấp độ 3 (Cấp độ “Người học” (Learner)): khi một doanh nghiệp đã bắt đầu hành trình số hóa đối với các hoạt động của sản xuất thông minh;
- d) Cấp độ 4 (Cấp độ “Trung gian” (Intermediate)): khi một doanh nghiệp đã đầu tư thời gian, công sức và nguồn lực để thực hành mô hình sản xuất thông minh; phát triển một số năng lực riêng về sản xuất thông minh của doanh nghiệp;
- e) Cấp độ 5 (Cấp độ “Chuyên gia” (Expert)): khi một doanh nghiệp áp dụng sản xuất thông minh, đạt được những thành quả, lợi thế cạnh tranh mới thông qua sản xuất thông minh.

Các bộ công cụ sản xuất thông minh môđun dành cho các doanh nghiệp được tập hợp bởi các công nghệ, phương pháp, công cụ dựa trên thực tiễn khác nhau của doanh nghiệp, đóng vai trò là yếu tố thúc đẩy tiến trình của doanh nghiệp qua các “cấp độ thông minh” khác nhau để đạt được các khả năng sản xuất thông minh mới, thúc đẩy giá trị gia tăng của doanh nghiệp trong bối cảnh cạnh tranh toàn cầu.

## **2.2. Mô hình “cấp độ thông minh”**

Mô hình “cấp độ thông minh” xác định một tập hợp các điều kiện để giúp doanh nghiệp có thể đạt trạng thái tốt nhất (hoàn hảo) cho các mục tiêu ngắn hạn và dài hạn của doanh nghiệp. Một số nghiên cứu đã xác định mô hình “cấp độ thông minh” cho các doanh nghiệp lớn trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

Các doanh nghiệp sản xuất hiện đang phải đổi mới với những thách thức về việc áp dụng các công nghệ chủ chốt như IoT, CPS, sản xuất dựa trên công nghệ đám mây... trong sản xuất, kinh doanh. A. Schumacher và cộng sự đã đề xuất một mô hình để đánh giá sự “trưởng thành” của các doanh nghiệp sản xuất trong cách mạng công nghiệp 4.0. Tác giả đã xác định 9 yếu tố và chỉ định 62 yêu cầu cụ thể để đánh giá sự “trưởng thành” về sản xuất thông minh của doanh nghiệp. Sản phẩm, khách hàng, giải pháp ứng dụng, công nghệ khác... được xem là nhóm các yếu tố cơ bản. Chiến lược, lãnh đạo, quản trị, văn hóa doanh nghiệp, con người... được xem là nhóm các yếu tố tổ chức. Nghiên cứu của A. Schumacher và cộng sự đã được mô hình hóa thành công cụ cụ thể và được thử nghiệm thành công ở một số doanh nghiệp cụ thể<sup>1</sup>.

---

1. Schumacher, A., Erol, S., Sihn, W.: A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. Procedia CIRP, 52:161-166 (2016).

Việc áp dụng các công nghệ mới trong cách mạng công nghiệp 4.0 và sự chuyển đổi kỹ thuật số thực sự thu hút, hấp dẫn các doanh nghiệp do những lợi thế cạnh tranh khác nhau mà nó mang lại. Tuy nhiên, cần phải có định hướng chung và hướng dẫn cụ thể để hỗ trợ các doanh nghiệp trong quá trình chuyển đổi sang công nghiệp 4.0 theo các chuẩn mực quốc tế. Mô hình đánh giá sự “trưởng thành” nhằm mục đích hỗ trợ các doanh nghiệp tự đánh giá về mức độ “thông minh” của doanh nghiệp, từ đó, doanh nghiệp tự xây dựng chiến lược cải tiến hệ thống sản xuất thông minh. Nghiên cứu của E. Gökalp và cộng sự đã xem xét một cách có hệ thống nhằm mục đích tổng hợp các nghiên cứu hiện có liên quan đến mô hình đánh giá sự “trưởng thành” của doanh nghiệp. Trên cơ sở đó, 7 công cụ, mô hình đánh giá sự “trưởng thành” của doanh nghiệp được xác định để phân tích, so sánh các đặc điểm về phạm vi, mục đích, tính đầy đủ... của hệ thống sản xuất.

Các doanh nghiệp chuyển đổi hoạt động phải đổi mới với các quy trình phức tạp và chi phí tài chính lớn do phụ thuộc vào các công nghệ trong quá trình sản xuất. Ngoài ra, chuyển đổi công nghiệp 4.0 tạo ra sự thay đổi trong cách thức kinh doanh của doanh nghiệp. Do đó, ban lãnh đạo cần đề ra chiến lược, tổ chức, hoạt động và sản phẩm riêng của mình. Mô hình đánh giá sự “trưởng thành” chỉ thích hợp cho các doanh nghiệp có kế hoạch chuyển đổi hoạt động kinh doanh phù hợp với công nghiệp 4.0. Đây là một yêu cầu rất quan trọng khi các doanh nghiệp đánh giá các quy trình, sản phẩm, tổ chức theo mức độ trưởng thành của doanh nghiệp. Hiện nay có nhiều mô hình đánh giá sự “trưởng thành” của doanh nghiệp được đưa ra, cho phép doanh nghiệp chuyển đổi sang công nghiệp 4.0, đồng thời góp phần định hướng, hỗ trợ doanh nghiệp trong quá trình chuyển đổi.

Tuy nhiên, nghiên cứu tổng quan về các mô hình “cấp độ thông minh” của các doanh nghiệp còn rất hạn chế. Các mô hình “cấp độ thông minh” hiện nay chưa phản ánh đầy đủ quan điểm cụ thể về các doanh nghiệp và các yêu cầu riêng của họ khi áp dụng mô hình sản xuất thông minh trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

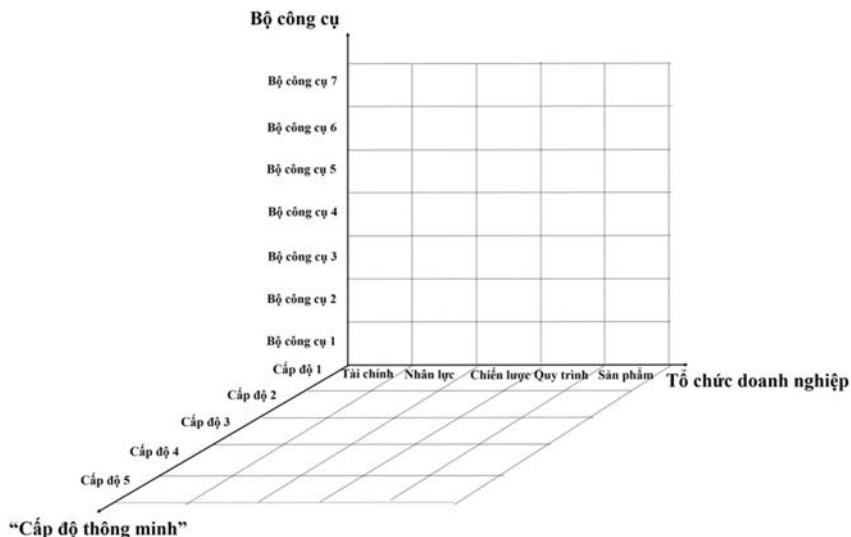
### **2.3. Mô hình “cấp độ thông minh” cho các doanh nghiệp**

Thông qua các cuộc khảo sát, đánh giá doanh nghiệp, mô hình “cấp độ thông minh” xác định từng cấu phần, các yếu tố liên quan và tỷ trọng đóng góp của các yếu tố này.

Mô hình “cấp độ thông minh” được đề xuất bởi S. Mittal và cộng sự là mô hình ba trục (xem Hình 5.1) gồm: trục tổ chức doanh nghiệp (trục x, giải quyết 05 lĩnh vực tổ chức chính hoặc chức năng của một doanh nghiệp), trục công cụ (trục y, có 07 bộ công cụ môđun) và trục “cấp độ thông minh” (trục z, hỗ trợ doanh nghiệp tiếp cận từng bước thông qua 05 “cấp độ thông minh”). Thông qua việc áp dụng mô hình “cấp độ thông minh” của S. Mittal và cộng sự, một doanh nghiệp sẽ có thể đánh giá và xác định vị trí doanh nghiệp vào 1 trong 5 “cấp độ thông minh” cho mỗi khía cạnh tổ chức chính của doanh nghiệp<sup>1</sup>. Do đó, doanh nghiệp sẽ có thể xác định được các yếu tố đầu vào và các hỗ trợ cần thiết để doanh nghiệp đạt đến “cấp độ thông minh” tiếp theo. Cùng với các yếu tố tổ chức doanh nghiệp, bộ công cụ sẽ hỗ trợ doanh nghiệp thực hiện các hoạt động sản xuất của mình “thông minh” hơn.

---

1. Mittal, S., Romero, D. & Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Maturity Model for SMEs (SM3E). Advances in Production Management Systems (APMS) 2018, August 26-30, 2018, Seoul, South Korea. IFIP AICT 536.



**Hình 5.1: Mô hình “cấp độ thông minh” cho doanh nghiệp**

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Mittal, S., Romero, D. & Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Maturity Model for SMEs (SM3E). Advances in Production Management Systems (APMS) 2018, August 26-30, 2018, Seoul, South Korea. IFIP AICT 536.

#### a. Tổ chức doanh nghiệp (trục x)

Sản xuất thông minh là sản xuất có tính kết nối, sử dụng các công nghệ chủ chốt và dữ liệu của các hệ thống sản xuất... Trọng tâm chính của sản xuất thông minh là hiệu suất của hoạt động sản xuất. Tuy nhiên, ngoài các vấn đề công nghệ, kỹ thuật thuần túy, những khía cạnh tổ chức khác của doanh nghiệp cũng được đưa vào các mô hình “cấp độ thông minh” của doanh nghiệp (ví dụ như vấn đề tài chính). Để hỗ trợ chuyển đổi kỹ thuật số toàn diện của một doanh nghiệp áp dụng sản xuất thông minh, doanh nghiệp phải đánh giá được đầy đủ các yếu tố trong mô hình “cấp độ thông minh” theo 3 trục x, y, z. Doanh nghiệp phải xác định được lợi ích của việc đạt được các “cấp độ

thông minh". Thông tin này sẽ giúp doanh nghiệp xây dựng niềm tin và thúc đẩy doanh nghiệp tiến tới phát triển mô hình sản xuất thông minh để nâng cao năng suất. Trong mô hình của doanh nghiệp, các yếu tố trong nội bộ tổ chức doanh nghiệp gồm:

- Tài chính: yếu tố này tập trung vào cách thức các doanh nghiệp đang quản lý kế toán tài chính. Dữ liệu hiện tại thường được quản lý dưới dạng bảng cân đối, báo cáo thu nhập, báo cáo lưu chuyển tiền tệ và danh mục đầu tư... Phân tích lợi ích chi phí, lập ngân sách và kiểm soát chi phí, cũng như rủi ro đầu tư và quản lý lợi nhuận... là mối quan tâm của các doanh nghiệp. Theo đó, một hệ thống thông tin kế toán dựa trên công nghệ máy tính có thể cung cấp một phương pháp quản lý dữ liệu minh bạch, an toàn, qua đó giúp các doanh nghiệp quản lý theo mô hình sản xuất thông minh.

- Nhân lực: yếu tố này xem xét các khía cạnh tổ chức và văn hóa khác nhau. Chẳng hạn như với một người lãnh đạo khuyến khích và hướng doanh nghiệp tới mô hình sản xuất thông minh, văn hóa của doanh nghiệp sẽ được xây dựng theo hướng tích cực, tạo động lực cho nhân viên và tiếp thu các phản hồi của khách hàng trong quá trình phát triển sản phẩm. Ở góc độ tổ chức nhân lực, dữ liệu tồn tại dưới dạng bảng tính lương (ví dụ: số lượng nhân viên) và bảng lịch làm việc (ví dụ: giờ làm việc, ca làm việc) sẽ giúp các doanh nghiệp quản lý tốt hơn nhân sự tham gia vào mô hình sản xuất thông minh của doanh nghiệp. Hơn nữa, việc tạo điều kiện để nhân viên tham dự hội nghị, hội thảo sẽ giúp nhân viên nắm bắt các phương pháp và công nghệ làm việc mới, đồng thời tự nâng cao kỹ năng trong môi trường làm việc của công nghiệp 4.0.

- Chiến lược: yếu tố rất quan trọng đối với các doanh nghiệp trong quá trình xây dựng sản xuất thông minh. Các doanh nghiệp cần tập trung vào các chiến lược và hoạt động để

điều hành công việc hàng ngày. Khi nói đến sản xuất thông minh, chiến lược quan trọng nhất đối với một doanh nghiệp là làm thế nào để quản lý, sử dụng dữ liệu (thông tin, kiến thức) một cách chiến lược. Không phải doanh nghiệp nào cũng có sẵn một lượng dữ liệu khổng lồ. Tuy nhiên, với chuyên môn và kinh nghiệm của nhân viên, hiệu quả quản lý và sử dụng dữ liệu của các doanh nghiệp có thể được tăng cường nhờ các hệ thống thông tin máy tính doanh nghiệp, qua đó doanh nghiệp có thể đưa ra quyết định tốt hơn.

- Quy trình: các bước liên quan đến việc chuyển đổi một sản phẩm của doanh nghiệp từ nguyên liệu thô thành sản phẩm cuối cùng. Quy trình được coi là yếu tố chính đo lường tiềm năng của một doanh nghiệp để trở thành một doanh nghiệp sản xuất thông minh. Dữ liệu đối với yếu tố quy trình này bao gồm: kiểm soát chất lượng, lập kế hoạch công việc, hướng dẫn, sửa chữa và bảo trì hoạt động máy móc, tính linh hoạt, quy trình kinh doanh chính của một doanh nghiệp (ví dụ: bán hàng, sản xuất và giao hàng)...

- Sản phẩm: phạm vi của sản phẩm bao gồm các hoạt động kinh doanh, logistics hậu cần, phát triển sản phẩm mới, bao bì, môđun hóa sản phẩm, thời gian tiếp thị... Trong trường hợp này, dữ liệu tồn tại dưới dạng thông số kỹ thuật sản phẩm, số lượng sản phẩm...

### *b. Các bộ công cụ (trục y)*

Bộ công cụ là một tập hợp các phương pháp, công cụ và thực tiễn có thể hướng đến mục tiêu sản xuất thông minh. Bộ công cụ mô hình sản xuất thông minh bao gồm 07 bộ công cụ: Bộ công cụ chế tạo, sản xuất (Fabrication, Manufacturing Tools, FMTs); Bộ công cụ thiết kế và mô phỏng (Design and Simulation Tools, DSTs); Bộ công cụ robot và tự động hóa (Robotics and Automation Tools, RATs); Bộ công cụ cảm biến và

kết nối (Sensors and Connectivity Tools, SCTs); Bộ công cụ lưu trữ, đám mây (Cloud, Storage Tools, CSTs); Bộ công cụ phân tích dữ liệu (Data Analytics Tools, DATs); Bộ công cụ quản lý doanh nghiệp (Business Management Tools, BMTs). Bản chất của 07 bộ công cụ này là bao gồm các công nghệ, kỹ năng và thực tiễn kinh doanh khác nhau để hỗ trợ kỹ thuật và quản lý trong một doanh nghiệp để áp dụng mô hình sản xuất thông minh và công nghiệp 4.0.

### *c. Các “cấp độ thông minh” (trục z)*

Mô hình “cấp độ thông minh” xác định 05 cấp độ chính sau:

- + Cấp độ 1 đại diện cho các doanh nghiệp không biết về mô hình sản xuất thông minh và công nghiệp 4.0;
- + Cấp độ 2 biểu thị nhận thức ban đầu và khái niệm cơ bản về mô hình sản xuất thông minh và công nghiệp 4.0;
- + Cấp độ 3 bắt đầu thử nghiệm các công nghệ sản xuất thông minh và công nghiệp 4.0;
- + Cấp độ 4 ngũ ý các dự án thử nghiệm thành công với công nghệ sản xuất thông minh và công nghiệp 4.0;
- + Cấp độ 5 thể hiện một doanh nghiệp có chiến lược dài hạn để triển khai các công nghệ sản xuất thông minh và công nghiệp 4.0, do đó, nó có thể được gọi là một doanh nghiệp 4.0.

## **3. Bộ công cụ sản xuất thông minh**

### **3.1. Một số bộ công cụ sản xuất thông minh cụ thể**

Theo nghiên cứu mới nhất của S. Mittal, D. Romero và T. Wuest, hiện nay, có 07 bộ công cụ cơ bản hỗ trợ sản xuất thông minh<sup>1</sup>.

---

1. Mittal, S., Romero, D., Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Toolkit for SMEs. In: Proceedings of the 15th International Conference on Product Lifecycle Management (2018).

a. *Bộ công cụ chế tạo, sản xuất*  
(*Fabrication, Manufacturing Tools, FMTs*)

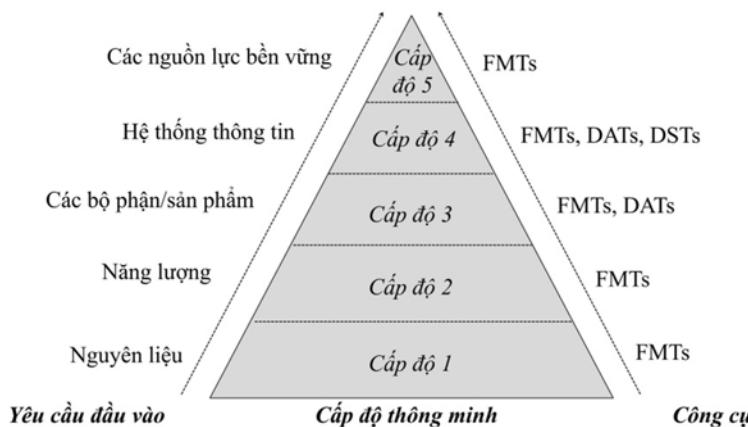
Bộ công cụ này liên quan đến các quy trình sản xuất nơi con người tham gia trực tiếp vào hoạt động của các công cụ máy móc khác nhau. Đây có thể được coi là hình thức sản xuất truyền thống. Công trình nghiên cứu này giả định các công cụ máy móc sản xuất như máy tiện, máy nghiên,... có tại các doanh nghiệp.

Hình 5.2 cho thấy sự phát triển của các hệ thống sản xuất dựa trên các yếu tố đầu vào (enablers) cần thiết để tiến tới mức trưởng thành sản xuất thông minh tiếp theo<sup>1</sup> khi phát triển khả năng chế tạo, sản xuất. Các tác giả cho rằng, các yếu tố đầu vào là yếu tố hỗ trợ để phát triển các khả năng sản xuất thông minh mới trong hệ thống sản xuất/chế tạo.

Cấp độ 1 đòi hỏi phải xử lý các nguyên liệu thô với dụng cụ cầm tay để tạo thành sản phẩm. Trong khi ở cấp độ 2, các công cụ điện như máy khí nén, năng lượng điện được sử dụng để mang lại hiệu quả hơn. Ở cấp độ 3, các máy điều khiển số giữ vị trí quan trọng tại phân xưởng cho phép sản xuất khối lượng lớn hơn (của các bộ phận/sản phẩm) và tạo điều kiện để kết nối các hệ thống thông tin sản xuất đầu tiên (ví dụ CAD và MES) tại cấp độ 4. Cả cấp độ 3 và cấp độ 4 đều có thể áp dụng phân tích dữ liệu đối với các bộ phận, sản phẩm. Cuối cùng, ở cấp độ 5, các doanh nghiệp bắt đầu quan tâm đến tính bền vững của các nguồn lực sản xuất, kiểm soát các nguồn lực này để đạt được hiệu quả các mục tiêu sản xuất.

---

1. Bi, Z., Da Xu, L., Wang, C.: Internet of Things for Enterprise Systems of Modern Manufacturing. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 10(2):1537-1546 (2014).



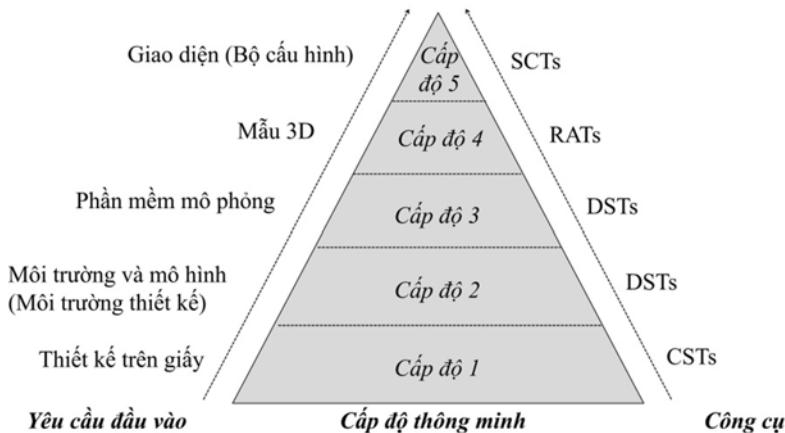
**Hình 5.2: Bộ công cụ chế tạo, sản xuất và các “cấp độ thông minh”**

*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Mittal, S., Romero, D., Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Toolkit for SMEs. In: Proceedings of the 15th International Conference on Product Lifecycle Management (2018).

*b. Bộ công cụ thiết kế và mô phỏng  
(Design and Simulation Tools, DSTs)*

Bộ công cụ này sử dụng công nghệ mô phỏng về quá trình hoạt động sản xuất thực tế, thông qua việc “bắt chước” quá trình sản xuất trên môi trường kỹ thuật số. Bộ công cụ DST có thể được sử dụng trong giai đoạn thiết kế và tăng tốc của dây chuyền sản xuất (xem Hình 5.3).

Quá trình thiết kế và mô phỏng bắt đầu với các thiết kế trên giấy, tiếp theo là khi có mô hình và môi trường thiết kế, mức độ phức tạp hơn bao gồm phần mềm mô phỏng thực sự cách thức sản xuất sản phẩm trong thế giới thực. Sau đó, công nghệ in 3D có thể được triển khai để thiết kế ở cấp độ tiếp theo. Cuối cùng, thông qua hệ thống giao diện, nhà sản xuất và khách hàng thực sự tương tác với sản phẩm của doanh nghiệp.



**Hình 5.3: Công cụ thiết kế, mô phỏng và các “cấp độ thông minh”**

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: Mittal, S., Romero, D., Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Toolkit for SMEs. In: Proceedings of the 15th International Conference on Product Lifecycle Management (2018).

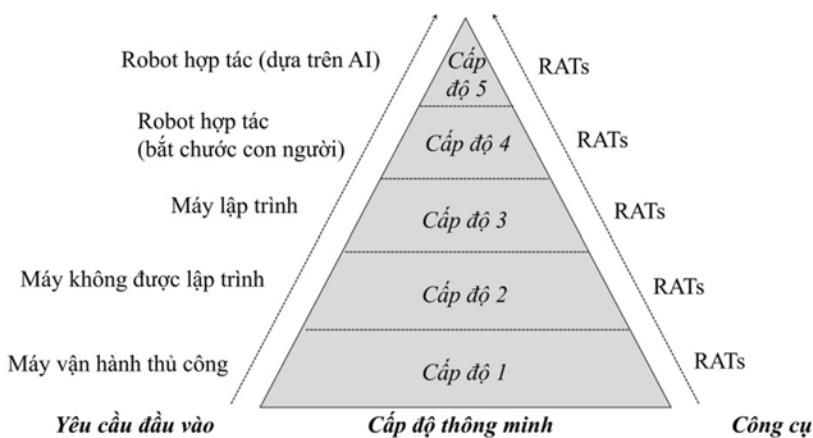
*c. Bộ công cụ robot và tự động hóa*

*(Robotics and Automation Tools, RATs)*

Bộ công cụ này sẽ hỗ trợ loại bỏ công việc lắp đi lắp lại bằng phương pháp tự động hóa. Robot và các công cụ tự động hóa khác có thể sẽ thực hiện các nhiệm vụ lắp đi lắp lại hiệu quả hơn so với con người. Robot và các giải pháp tự động hóa khác sẽ được cài đặt như một cấu phần của hệ thống sản xuất. RAT là bước đầu tiên hướng tới tự động hóa sản xuất. Để triển khai RAT, doanh nghiệp cần đầu tư nhiều kinh phí, do đó, các doanh nghiệp có thể xem xét, lựa chọn một số hoạt động quan trọng để triển khai hoạt động của robot và tự động hóa.

Cấp độ 1 của bộ công cụ này yêu cầu các máy vận hành thủ công. Trong khi cấp độ 2 bao gồm các máy không được lập trình, có thể được điều khiển bằng cách thay đổi các tham số cơ bản

như tốc độ, hướng... Ngoài ra, ở cấp độ 3, các máy lập trình được đưa vào hệ thống, trong khi ở cấp độ 4, các robot hợp tác “bắt chước” chuyển động của con người và học hỏi bằng kinh nghiệm. Cuối cùng, ở cấp độ 5, các robot hợp tác hoạt động thông qua áp dụng trí tuệ nhân tạo (xem Hình 5.4).



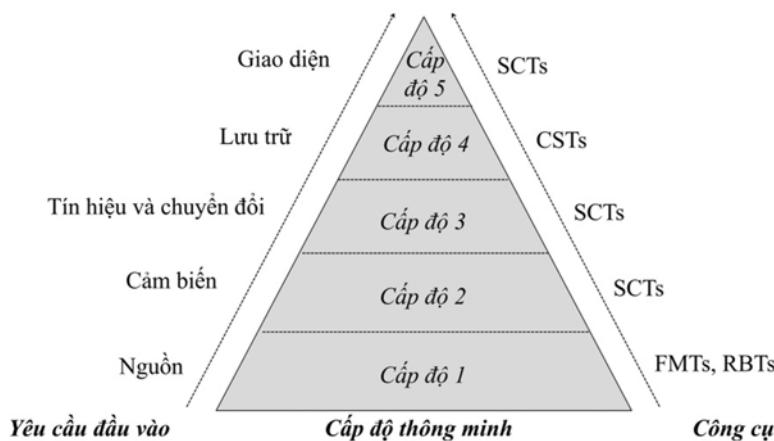
**Hình 5.4: Công cụ robot, tự động hóa và các “cấp độ thông minh”**

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: Mittal, S., Romero, D., Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Toolkit for SMEs. In: Proceedings of the 15th International Conference on Product Lifecycle Management (2018).

#### d. Bộ công cụ cảm biến và kết nối (Sensors and Connectivity Tools, SCTs)

Bộ công cụ cảm biến và kết nối bao gồm các cảm biến có thể chuyển đổi đầu ra của quy trình sản xuất thành các định dạng có thể đọc được. Các cảm biến trong công cụ máy móc giúp đo lường dữ liệu cần thiết để quản lý sản xuất tốt hơn. Do đó, giúp kết nối và chia sẻ dữ liệu, thông tin cần thiết cho việc lập kế hoạch và kiểm soát sản xuất thông minh.

Cấp độ 1 của bộ công cụ này yêu cầu thiết kế các nguồn, chưa yêu cầu thiết kế các cảm biến, cấp độ 2 yêu cầu thiết kế các nguồn và cảm biến. Ở cấp độ 3, các cảm biến sẽ có thể chuyển đổi tín hiệu ở các định dạng có thể đọc được. Ở cấp độ 4, dữ liệu có thể được lưu trữ và cuối cùng ở cấp độ 5, người dùng có thể sử dụng với sự trợ giúp của giao diện (xem Hình 5.5).



**Hình 5.5: Công cụ cảm biến, kết nối và các “cấp độ thông minh”**

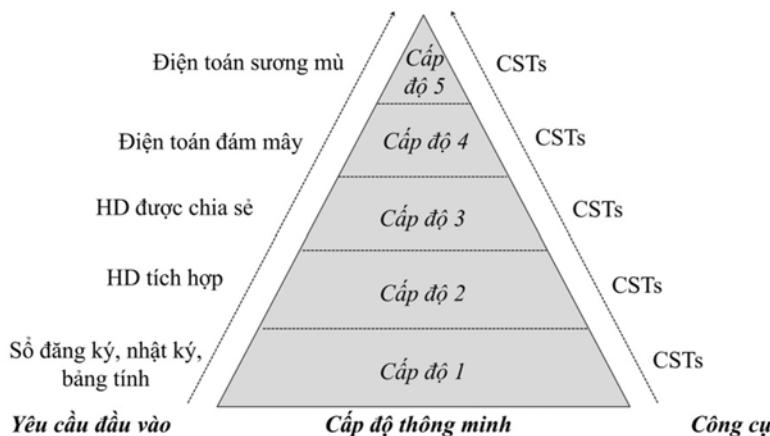
*Nguồn:* Tác giả xây dựng trên cơ sở: Mittal, S., Romero, D., Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Toolkit for SMEs. In: Proceedings of the 15th International Conference on Product Lifecycle Management (2018).

*e. Bộ công cụ lưu trữ, đám mây  
(Cloud/Storage Tools, CSTs)*

Bộ công cụ lưu trữ, đám mây cho phép lưu trữ và chia sẻ dữ liệu. Ngày nay, nhiều nền tảng trực tuyến, đám mây cung cấp các phương thức khác nhau để lưu trữ và chia sẻ dữ liệu (xem Hình 5.6).

Đối với các doanh nghiệp, hộp công cụ CST bắt đầu từ việc đăng ký dữ liệu bằng cách nhập thủ công vào sổ ghi chép hoặc bảng tính trên giấy để lưu trữ dữ liệu. Ở cấp độ 2, lưu trữ dữ

liệu được tạo trong ổ cứng tích hợp (HD), trong khi ở cấp độ 3, lưu trữ dữ liệu được tạo thành các HD được chia sẻ (nghĩa là ổ đĩa flash, mạng nội bộ, v.v.), cuối cùng khi dữ liệu tăng lên, có thể cần lưu trữ dữ liệu lớn dựa trên các giải pháp điện toán đám mây và điện toán sương mù tương ứng với cấp độ 4 và 5. Sự khác biệt giữa hai cấp độ này là rất ít vì điện toán đám mây và điện toán sương mù đều có tài nguyên và dịch vụ tương tự nhau. Nhưng điện toán sương mù có thể làm giảm tắc nghẽn mạng và độ trễ.



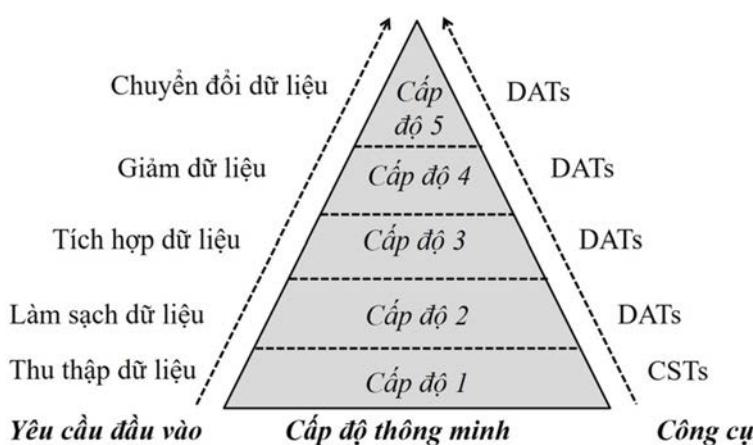
**Hình 5.6: Công cụ lưu trữ, đám mây và các “cấp độ thông minh”**

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: Mittal, S., Romero, D., Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Toolkit for SMEs. In: Proceedings of the 15th International Conference on Product Lifecycle Management (2018).

#### f. Bộ công cụ phân tích dữ liệu (Data Analytics Tools, DAT)

Bộ công cụ phân tích dữ liệu gồm các phương thức để phân tích dữ liệu. Bộ công cụ này bao gồm các phương pháp thống kê, kỹ thuật tối ưu hóa, chẩn đoán...

Có 5 cấp độ phân tích dữ liệu chính. Trong cấp độ đầu tiên, việc thu thập dữ liệu được thực hiện bởi các nguồn đầu vào được đề cập trong Bộ công cụ cảm biến và kết nối; ở cấp độ 2, dữ liệu được làm “sạch”; ở cấp độ 3, dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau được tích hợp; ở cấp độ 4, dữ liệu được “tinh gọn” với sự trợ giúp của các quy tắc khác nhau; và cuối cùng dữ liệu được chuyển đổi hoặc chuẩn hóa (xem Hình 5.7).



**Hình 5.7: Công cụ phân tích dữ liệu  
và các “cấp độ thông minh”**

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: Mittal, S., Romero, D., Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Toolkit for SMEs. In: Proceedings of the 15th International Conference on Product Lifecycle Management (2018).

#### g. Bộ công cụ quản lý doanh nghiệp

(Business Management Tools, BMTs)

Công cụ quản lý doanh nghiệp liên quan nhiều hơn đến công nghệ. Công cụ quản lý doanh nghiệp hỗ trợ doanh nghiệp giải quyết các vấn đề liên quan đến thực tiễn mà doanh nghiệp cần để xây dựng và phát triển theo mô hình sản xuất thông minh mới.

Bộ công cụ này xem xét các khía cạnh định hướng quản lý đối với văn hóa sản xuất thông minh như: nâng cao kỹ năng của nhân viên, văn hóa quản lý tinh gọn, tư duy chia sẻ của nhân viên và nhà quản lý, văn hóa tổ chức, cập nhật về các xu hướng mới nhất trong sản xuất thông minh thông qua các hội nghị, hội thảo... Vì công cụ này thúc đẩy các doanh nghiệp hướng tới văn hóa và thực hành sản xuất thông minh, do đó, đây là một trong những công cụ thiết yếu nhất, là nền tảng để phát triển mô hình sản xuất thông minh thành công của doanh nghiệp. Công cụ này cũng xem xét 5 “cấp độ thông minh” theo nguyên tắc kinh doanh. Việc áp dụng các thông lệ kinh doanh mới đi kèm với việc áp dụng các hộp công cụ sản xuất thông minh dựa trên công nghệ khác và ngược lại<sup>1</sup> (xem Bảng 5.1).

**Bảng 5.1: Bộ công cụ quản lý doanh nghiệp**

Nguyên tắc, thực hành	Mô tả
Tư duy Lean (tư duy tinh gọn)	Loại bỏ tất cả các chất thải trong một quy trình sản xuất.
Văn hóa tổ chức	Tập hợp nhân viên chia sẻ cùng một tập hợp niềm tin và giá trị.
Sự tham gia của nhân viên	Hoạt động mà nhân viên (không tham gia vào R&D) có thể chia sẻ ý tưởng, kiến thức của họ và đóng vai trò trong các quyết định của tổ chức.
Sự quan tâm của khách hàng	Sản phẩm được thiết kế dựa trên phản hồi của khách hàng.
Hợp tác	Sản phẩm được thiết kế có tính đến phản hồi của nhà cung cấp

1. Vrande, V., De Jong, J., Vanhaverbeke, W., De Rochemont, M.: Open Innovation in SMEs: Trends, Motives and Management Challenges. Technovation, 29(6-7):423-437 (2009).

Trong mô hình sản xuất thông minh, có thể cần kết hợp nhiều công cụ khác nhau từ một số bộ công cụ trước khi triển khai từng bộ công cụ cụ thể. Việc triển khai công nghệ IoT đòi hỏi các cảm biến và bộ truyền động phải được cài đặt, kết nối Wi-Fi, lưu trữ dữ liệu và phân tích dữ liệu, do đó, cần tích hợp các hộp công cụ SCT, CST và DAT.

Chương này trình bày một bộ công cụ môđun sản xuất thông minh cho các doanh nghiệp bao gồm 07 bộ công cụ riêng lẻ, trong đó 6 bộ công cụ có bản chất kỹ thuật (chế tạo và sản xuất; thiết kế và mô phỏng; robot và tự động hóa; cảm biến và kết nối; đám mây và lưu trữ; phân tích dữ liệu); bộ công cụ còn lại về định hướng quản lý (quản lý doanh nghiệp).

Các bộ công cụ định hướng kỹ thuật đã được bổ sung bởi các công cụ quản lý doanh nghiệp của bộ công cụ quản lý doanh nghiệp. Lý do cho bộ công cụ này là để triển khai thành công bộ công cụ sản xuất thông minh, cần phải có sự thay đổi trong tư duy của các doanh nghiệp và cũng như thay đổi văn hóa tổ chức của họ và các khía cạnh quản lý khác. Do đó, bộ công cụ sản xuất thông minh được đề xuất bao gồm cả công cụ quản lý kinh doanh và kỹ thuật. Cách tiếp cận từng bước và xây dựng của bộ công cụ sản xuất thông minh phù hợp với các yêu cầu cụ thể của doanh nghiệp để các doanh nghiệp dễ dàng chấp nhận.

### **3.2. Định hướng xây dựng bộ công cụ sản xuất thông minh cho doanh nghiệp**

Bảng 5.2 trình bày một bộ công cụ tích hợp phù hợp với môđun sản xuất thông minh của các doanh nghiệp<sup>1</sup>. Bộ công cụ

---

1. Mittal, S., Romero, D. & Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Maturity Model for SMEs (SM3E). Advances in Production Management Systems (APMS) 2018, August 26-30, 2018, Seoul, South Korea. IFIP AICT 536.

sản xuất thông minh được đề xuất đã được phát triển với sự giúp đỡ trong việc đánh giá tài liệu, thảo luận với các chuyên gia từ Ấn Độ, Mexico và Hoa Kỳ..., cùng sự góp ý của các nhà quản lý doanh nghiệp. Danh sách các công cụ và các tính năng tương ứng của chúng, các công nghệ, phương pháp, công cụ và thực tiễn khác nhau được xem xét theo bộ công cụ sản xuất thông minh.

**Bảng 5.2: Bộ công cụ sản xuất thông minh  
cho các doanh nghiệp**

Công cụ	Tính năng	Ví dụ	Áp dụng trong doanh nghiệp
Công cụ chế tạo và sản xuất thông minh	Được sử dụng để sản xuất; Có sự tham gia của con người	Máy tiện, đúc, mộc, nghiên, xay, hàn...	Sản xuất
Công cụ thiết kế và mô phỏng	Triển khai trong giai đoạn thiết kế và sản xuất mô phỏng	Mô phỏng quá trình, CAD, in 3D...	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thiết kế sản phẩm</li> <li>• Kế hoạch xử lý</li> <li>• Dự kiến thời gian hoạt động</li> <li>• Sản xuất</li> </ul>
Công cụ robot và tự động hóa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Công cụ có thể thực hiện công việc lắp đặt lắp lại.</li> <li>• Tự động và môđun</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Xử lý vật liệu, băng tải...</li> <li>• Máy quét/máy in...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sản phẩm/Vận chuyển/lưu trữ</li> <li>• Kiểm tra chất lượng</li> <li>• Kỹ thuật đảo ngược<sup>1</sup>.</li> <li>• Sản xuất</li> </ul>

1. Kỹ thuật đảo ngược (Reverse Engineering) là quá trình tìm ra các nguyên lý kỹ thuật của một phần mềm ứng dụng hay thiết bị cơ khí qua việc phân tích cấu trúc, chức năng và hoạt động của nó.

Công cụ	Tính năng	Ví dụ	Áp dụng trong doanh nghiệp
Công cụ cảm biến và kết nối	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chuyển đổi đầu ra thành các định dạng có thể đọc được.</li> <li>Hỗ trợ giao tiếp.</li> </ul>	Vi điều khiển, cảm biến, thiết bị truyền động, Wi-Fi, M2M, đọc kỹ thuật số...	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kiểm soát chất lượng</li> <li>Sửa chữa và bảo trì</li> <li>Công nghệ thông tin</li> <li>An toàn</li> </ul>
Công cụ lưu trữ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cung cấp không gian để lưu trữ dữ liệu.</li> <li>Dữ liệu được lưu trữ có thể được chia sẻ từ máy chủ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Google Drive, Microsoft OneDrive, MS Azure,...</li> <li>Ổ cứng ngoài/ Ổ đĩa quang,...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Công nghệ thông tin</li> <li>Quản lý chuỗi cung ứng</li> <li>Lưu trữ đầu tư, chi phí, bán hàng, bảng lương, thuế và tuân thủ,...</li> </ul>
Công cụ phân tích dữ liệu	Hỗ trợ phân tích dữ liệu.	AI, tối ưu hóa, thống kê, tầm nhìn máy,...	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quyết định</li> <li>Mua hàng và bán hàng</li> <li>Đánh giá sản phẩm/ Quy trình/ Nhân viên</li> <li>Kế hoạch sản xuất</li> <li>Kiểm soát chất lượng thống kê</li> <li>Quản lý dữ liệu</li> <li>Phát triển sản phẩm</li> </ul>
Công cụ/ Nguyên tắc quản lý kinh doanh	Hỗ trợ phát triển các mô hình kinh doanh, nhận thức và văn hóa tổ chức.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hợp tác,</li> <li>Tổ chức hội thảo, hội nghị...</li> <li>Báo cáo chia sẻ kinh nghiệm, thực hành các công cụ năng suất...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quan hệ nhân viên</li> <li>Phát triển nhân viên</li> <li>Hiện thực hóa các mục tiêu ngắn hạn và dài hạn của tổ chức</li> <li>Thay đổi chiến lược quản lý</li> <li>Lập kế hoạch chiến lược</li> <li>Triển khai tiêu chuẩn</li> </ul>

## ***Chương 6***

### **VIỆT NAM VÀ CƠ HỘI TIẾP CẬN, TRIỂN KHAI SẢN XUẤT THÔNG MINH**

Có thể nói, cách mạng công nghiệp 4.0 đang mở ra nhiều cơ hội cho các nước, đặc biệt là các nước đang phát triển như Việt Nam trong việc nâng cao năng suất và rút ngắn khoảng cách với các quốc gia phát triển. Trong bối cảnh Việt Nam đang hội nhập sâu rộng vào nền kinh tế thế giới với việc hoàn tất nhiều hiệp định thương mại tự do quy mô lớn như Hiệp định Đối tác toàn diện và tiến bộ xuyên Thái Bình Dương (CPTPP), Hiệp định thương mại tự do (FTA) với Liên minh châu Âu (EU), Liên minh kinh tế Á - Âu..., việc tiếp cận thành tựu cách mạng công nghiệp 4.0 để tham gia hiệu quả chuỗi giá trị toàn cầu và đẩy mạnh công nghiệp hóa, hiện đại hóa là nhu cầu cấp thiết. Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0 hiện nay cùng sự quan tâm của Đảng, Nhà nước và Chính phủ; sự trang bị đầy đủ kiến thức, đặc biệt là ở cấp quản lý và các nhà hoạch định chính sách; ý thức về việc áp dụng, sử dụng công nghệ thông tin và mức độ hội nhập quốc tế cao về khoa học và công nghệ, đổi mới sáng tạo và về thương mại - đầu tư cho thấy Việt Nam đang có đầy đủ cơ hội tiếp cận sản xuất thông minh. Đồng thời, từ việc phân tích SWOT khi áp dụng sản xuất thông minh ở Việt Nam, chúng ta cần tiếp tục xây dựng và triển khai mạnh mẽ cơ chế, chính sách, giải pháp đột phá để sớm hình thành các mô hình

sản xuất thông minh trong doanh nghiệp, từng bước thực hiện thành công việc chuyển đổi nền kinh tế số, đưa đất nước phát triển lên một tầm cao mới.

### 1. Cơ hội tiếp cận sản xuất thông minh trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0

Có thể thấy rằng, hiện nay, thuật ngữ “sản xuất thông minh” thường được sử dụng để mô tả quá trình phát triển trong quản lý sản xuất và sản xuất chuỗi (sản xuất, sử dụng, tái chế...), do đó, thuật ngữ này có ý nghĩa quan trọng đối với các nước công nghiệp dựa trên nền sản xuất hiện đại. Thuật ngữ sản xuất thông minh gắn chặt với thuật ngữ “công nghiệp 4.0”. Công nghiệp 4.0 xuất hiện đầu tiên ở Đức. Sự tiến bộ của Đức nổi bật hơn nhiều so với các quốc gia khác. Ví dụ, các chuyên gia của Đức tin rằng họ hiện đang ở mức 3,8 và sẽ mất ít nhất một thập kỷ để đạt 100% sản xuất công nghiệp 4.0. Điều này là do một doanh nghiệp không thể chuyển từ 3.0 sang 4.0 trong một ngày hoặc một bước, vì việc chuyển đổi mất thời gian và có nhiều giai đoạn khác nhau.

Thuật ngữ sản xuất thông minh và công nghiệp 4.0 đã quen thuộc, phổ biến ở một số nước phương Tây, song lại không quen thuộc với nhiều người ra quyết định tổ chức hoặc các nhà hoạch định chính sách ở nhiều quốc gia khác. Trong khi đó, đối với các nước đang phát triển trong đó có Việt Nam, quá trình sản xuất sản phẩm lại phụ thuộc tương đối nhiều vào các công ty nước ngoài. Do đó, nếu Việt Nam có thể nắm bắt cơ hội để phát triển quá trình quản lý sản xuất và sản xuất chuỗi, tăng năng suất lao động và tỷ lệ sản lượng đơn vị sản xuất hiện tại. Đó là chỉ số quan trọng cho thấy sản xuất thông minh sẽ là “động lực” thúc đẩy sự phát triển nền sản xuất của Việt Nam.

Những năm gần đây, đặc biệt là năm 2018 kinh tế Việt Nam tiếp tục tăng trưởng. Việt Nam đã là một trong những “công xưởng lớn” của thế giới và là một “điểm” trong bản đồ cung ứng sản phẩm, dịch vụ cạnh tranh tại khu vực và trên toàn cầu của nhiều tập đoàn lớn. Bên cạnh đó, sự lớn mạnh của nhiều doanh nghiệp cũng cho thấy môi trường kinh doanh của Việt Nam hoàn toàn có thể “ướm mầm” nên những tập đoàn lớn, có tầm cỡ và khả năng cạnh tranh, là đối tác xứng tầm của các tập đoàn quốc tế.

Tuy nhiên, thực tế cho thấy, nền công nghiệp Việt Nam còn có nhiều hạn chế, thiếu nền sản xuất hiện đại, quy mô lớn; kỹ năng làm việc còn yếu; số lượng đơn vị sản phẩm được tạo ra còn thấp khi so sánh với các quốc gia trong khu vực. Đặc biệt, công nghiệp hỗ trợ còn phát triển chậm. Nhìn từ góc độ cơ chế, chính sách, hơn 10 năm qua, Chính phủ và các bộ, ngành đã ban hành nhiều quy định nhằm thúc đẩy công nghiệp hỗ trợ phát triển như Nghị định số 111/2015/NĐ-CP ngày 03/11/2015 của Chính phủ về phát triển công nghiệp hỗ trợ; Quyết định số 68/QĐ-TTg ngày 18/01/2017 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Chương trình phát triển công nghiệp hỗ trợ từ năm 2016 đến năm 2025; Quyết định số 598/QĐ-TTg ngày 25/5/2018 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Kế hoạch cơ cấu lại ngành công nghiệp giai đoạn 2018-2020, xét đến năm 2025..., nhưng khoảng cách từ chính sách đến thực tiễn vẫn còn khá lớn. Đặc biệt, khâu tổ chức thực hiện các chính sách, giải pháp liên quan đến nâng cao năng lực sản xuất của các doanh nghiệp để từng bước có khả năng tham gia sâu hơn vào dây chuyền sản xuất công nghiệp còn nhiều hạn chế. Ngoài ra, việc thiếu kết cấu hạ tầng đồng bộ, mức độ ứng dụng công nghệ theo sự phát triển của ngành còn thấp... được xác định là những thách thức lớn đối

với một quốc gia đang phát triển như Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

Bên cạnh đó, lực lượng lao động Việt Nam hiện chủ yếu vẫn là lao động có trình độ tay nghề thấp. Số lao động chưa qua đào tạo chuyên môn kỹ thuật vẫn chiếm đại đa số (khoảng 80%) lực lượng lao động xã hội. Chất lượng lao động của nhóm lao động có trình độ tay nghề chưa cao, chưa đáp ứng được yêu cầu của thị trường cả về chuyên môn, nghiệp vụ và trình độ ngoại ngữ.

Năng lực đổi mới sáng tạo của đội ngũ lao động của Việt Nam còn chưa đáp ứng được yêu cầu tiếp cận cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 và xu hướng sản xuất thông minh. Theo Báo cáo năng lực cạnh tranh toàn cầu 2015-2016, Việt Nam xếp hạng 56/140 quốc gia, nhưng các chỉ số liên quan đến đổi mới sáng tạo còn thấp (chỉ số năng lực hấp thụ công nghệ xếp hạng 121/140; mức độ phức tạp của quy trình sản xuất xếp hạng 101/140; chất lượng của các tổ chức nghiên cứu khoa học xếp thứ 95/140...)<sup>1</sup>.

Hạn chế lớn nhất của thị trường lao động Việt Nam là năng suất lao động thấp (mặc dù tốc độ tăng năng suất lao động của Việt Nam khá cao). Năng suất lao động thấp được xem như là một hệ quả tất yếu của chất lượng nguồn lao động thấp. Do đó, nâng cao năng suất lao động là đòi hỏi cấp bách để thị trường lao động phát triển, đáp ứng những yêu cầu mới của nền kinh tế dưới ảnh hưởng của cách mạng công nghiệp 4.0. Nếu Việt Nam không quyết liệt cơ cấu lại nền kinh tế, đổi mới mô hình tăng trưởng đi đôi với phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao và tăng cường năng lực khoa học - công nghệ, thì nguy cơ tụt hậu là khá lớn.

---

1. [http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global\\_Competitiveness\\_Report\\_2015-2016.pdf](http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global_Competitiveness_Report_2015-2016.pdf)

Các chuyên gia dự báo rằng, các doanh nghiệp sẽ có thể tăng năng suất lên khoảng 30% khi tham gia vào “cuộc chơi” của cách mạng công nghiệp 4.0 và sản xuất thông minh<sup>1</sup>. Triển khai sản xuất thông minh vào doanh nghiệp sẽ góp phần quan trọng giúp doanh nghiệp có thể nắm bắt được nhanh chóng tất cả các cơ hội của thị trường trong nước và quốc tế.

Một số quốc gia đang phát triển như Việt Nam mới tham gia vào “sân chơi” của lĩnh vực công nghiệp, đã và đang phải đổi mới với những thách thức về sản xuất thông minh. Do đó, Việt Nam cần nhiều thời gian cho nghiên cứu, triển khai và áp dụng để đạt được những thành quả quan trọng trong phát triển nền sản xuất. Theo kinh nghiệm tiếp cận của các nước đang phát triển và mới nổi như Ấn Độ, Malaysia, Thái Lan... việc đầu tư vào các công nghệ và con người là nền tảng đầu tiên cho sự phát triển của trình độ sản xuất.

Vậy, cơ hội để Việt Nam tiếp cận sản xuất thông minh trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0 là gì?

*Thứ nhất, đó là sự quan tâm của Đảng, Nhà nước và Chính phủ.*

Ngay từ Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ IX (2001), Đảng ta đã nhận định: “Kinh tế tri thức có vai trò ngày càng nổi bật trong quá trình phát triển lực lượng sản xuất”<sup>2</sup>. Tiếp đến là các Đại hội X (2006), Đại hội XI (2011), Đại hội XII (2016), Đảng ta còn nhấn mạnh vai trò của kinh tế tri thức, và cho rằng Việt Nam phải vươn lên trình độ tiên tiến thế giới, “lấy khoa học,

1. <https://english.bdi.eu/article/news/what-is-industry-40>

2. Đảng Cộng sản Việt Nam: *Văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ IX*, Nxb. Chính trị quốc gia, Hà Nội, 2001, tr. 64.

công nghệ, tri thức và nguồn nhân lực chất lượng cao làm động lực chủ yếu”<sup>1</sup> của nền kinh tế.

Nghị quyết số 23-NQ/TW ngày 22/3/2018 của Bộ Chính trị về định hướng xây dựng chính sách phát triển công nghiệp quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 khẳng định: Việt Nam phải “tận dụng hiệu quả lợi thế của nước đi sau trong công nghiệp hóa, đặc biệt là cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư để có cách tiếp cận, đi tắt, đón đầu một cách hợp lý trong phát triển các ngành công nghiệp”.

Cụ thể hóa các chủ trương, chính sách của Đảng và Nhà nước, Chính phủ đã ban hành nhiều văn bản thúc đẩy phát triển công nghiệp 4.0 và sản xuất thông minh. Đặc biệt, Chỉ thị số 16/CT-TTg ngày 04/5/2017 về việc tăng cường năng lực tiếp cận cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư do Thủ tướng Chính phủ ban hành đã giao các Bộ, ngành và địa phương tập trung chỉ đạo, tổ chức thực hiện có hiệu quả các giải pháp, nhiệm vụ nhằm chủ động nắm bắt cơ hội, đưa ra các giải pháp thiết thực, tận dụng tối đa các lợi thế, đồng thời giảm thiểu những tác động tiêu cực của cách mạng công nghiệp lần thứ tư đối với Việt Nam.

Chính phủ tập trung phát triển hạ tầng công nghệ thông tin, ưu tiên phát triển công nghiệp công nghệ số, nông nghiệp thông minh, du lịch thông minh, đô thị thông minh, thúc đẩy hệ sinh thái khởi nghiệp sáng tạo, cải cách giáo dục và dạy nghề, đào tạo nguồn nhân lực có khả năng tiếp nhận các xu thế công nghệ sản xuất mới.

Bên cạnh đó, Chính phủ cũng thường xuyên đề cập đến nhiều vấn đề liên quan đến cải tiến công nghệ, đổi mới công nghệ trong mọi lĩnh vực của cuộc sống ở cả khu vực công và khu

---

1. Đảng Cộng sản Việt Nam: *Văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XII*, Nxb. Chính trị quốc gia - Sự thật, Hà Nội, 2016, tr. 90.

vực tư tại Việt Nam. Chính phủ luôn khuyến khích đưa sự tiến bộ của các công nghệ vào tự động hóa, đặc biệt trong thời gian gần đây, số hóa nền kinh tế hay nói cách khác là chuyển đổi số là một trong các mục tiêu ưu tiên của Chính phủ.

Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ đã phê duyệt Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp quốc gia giai đoạn đến năm 2025: “Hỗ trợ nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ của công nghiệp 4.0” (theo Quyết định số 2813/QĐ-BKHCN ngày 27/9/2018). Chương trình đặt ra mục tiêu: nghiên cứu ứng dụng, phát triển và chuyển giao một số công nghệ chủ chốt của công nghiệp 4.0 mà Việt Nam có lợi thế để tạo ra các sản phẩm phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng, an ninh; hỗ trợ thí điểm đổi mới một số mô hình quản trị, sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp trong một số lĩnh vực chủ chốt theo hướng chuyển đổi số.

Theo báo cáo của các tổ chức uy tín trên thế giới, quyết tâm chuyển đổi số mạnh mẽ sẽ giúp các nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam, tăng năng suất lao động lên 30-40%, đóng góp 20-30% vào tăng trưởng GDP, tránh được bẫy thu nhập trung bình.

*Thứ hai, trang bị đầy đủ kiến thức, đặc biệt là ở cấp quản lý và các nhà hoạch định chính sách.*

Đây được xác định là một lợi thế lớn của Việt Nam để thực hiện tích hợp công nghệ nhằm tạo ra tự động hóa trên nền tảng công nghệ thông tin trong các ngành sản xuất ở Việt Nam. Việt Nam đã ban hành các chính sách có liên quan trực tiếp và gián tiếp đến phát triển công nghệ cao, công nghiệp 4.0 như: Đề án “Thanh toán không dùng tiền mặt” của Ngân hàng Nhà nước Việt Nam; “Số hóa” của Bộ Thông tin và Truyền thông; “Đổi mới công nghệ” của Bộ Khoa học và Công nghệ...

Báo cáo khảo sát cách mạng công nghiệp 4.0 Việt Nam năm 2018 (được thực hiện từ ngày 8 đến ngày 27 tháng 11 năm 2017 do Phòng Thương mại và Công nghiệp Việt Nam phối hợp với Hội đồng Doanh nghiệp vì sự Phát triển bền vững Việt Nam thực hiện) đã bước đầu nắm rõ quan điểm của lực lượng lao động tại Việt Nam về tác động của cách mạng công nghiệp 4.0. Trong đó, 67% số người được hỏi dự đoán rằng cách mạng công nghiệp 4.0 sẽ có tác động đáng kể đối với hoạt động của tổ chức họ trong vòng 3 năm tới; 64% cho rằng doanh nghiệp cần phải đi tiên phong trong hoạt động số hóa tại Việt Nam cùng với sự hỗ trợ của Chính phủ...

Việt Nam cần sự thích ứng với các xu thế của cách mạng công nghiệp 4.0 và sản xuất thông minh, không chỉ để tăng tốc sản xuất mà còn đạt tăng trưởng kinh tế một cách mạnh mẽ. Việt Nam cần nắm bắt được cơ hội để trở thành một quốc gia hội nhập công nghệ, thay đổi tập quán trong sản xuất để mở rộng phạm vi sản xuất; tăng cường tự động hóa và trao đổi dữ liệu trong các công nghệ sản xuất nhằm nâng cao năng suất, hiệu quả của nền sản xuất hiện nay.

*Thứ ba, ý thức về sử dụng và áp dụng công nghệ thông tin ở Việt Nam khá cao.*

Đây là cơ hội tạo thêm việc làm trong sản xuất thông minh. Việt Nam đầy mạnh ứng dụng các công nghệ số trong mọi lĩnh vực kinh tế - xã hội, đặc biệt đang tập trung vào một số ngành có lợi thế như du lịch, nông nghiệp, tài chính, ngân hàng và logistics...

*Thứ tư, mức độ hội nhập quốc tế cao về khoa học và công nghệ, đổi mới sáng tạo và thương mại - đầu tư.*

Bên cạnh các chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp nhà nước, các chương trình quốc gia về khoa học và công

nghệ, Việt Nam đang triển khai các chương trình tìm kiếm chuyển giao công nghệ từ nước ngoài, các chương trình hợp tác nghiên cứu song phương, đa phương về khoa học và công nghệ. Việt Nam tham gia ký kết nhiều hiệp định thương mại tự do thể hiện sự chủ động hội nhập quốc tế sâu rộng trong tiến trình tự do hóa thương mại khu vực và thế giới. Do vậy, Việt Nam có độ mở rất lớn trong nỗ lực nấm bắt sản xuất thông minh.

## **2. Định hướng xây dựng khung tiêu chuẩn sản xuất thông minh tại Việt Nam**

### **2.1. Thực trạng**

Tiêu chuẩn kỹ thuật được hình thành, phát triển trên nền tảng trình độ công nghệ quốc gia. Qua khảo sát công tác tiêu chuẩn hóa về sản xuất thông minh tại một số quốc gia công nghiệp như Hoa Kỳ, Pháp, Đức, Nhật Bản..., hoạt động tiêu chuẩn hóa trong sản xuất thông minh phải lấy nền tảng trình độ công nghệ, nghiên cứu và phát triển khoa học công nghệ của doanh nghiệp làm trung tâm. Do vậy, các tiêu chuẩn doanh nghiệp, tiêu chuẩn hiệp hội công nghiệp rất quan trọng, có ý nghĩa quyết định cho việc phát triển nền công nghiệp nói chung và lĩnh vực sản xuất thông minh nói riêng, cơ quan chính phủ sẽ đồng hành cùng doanh nghiệp, lựa chọn những vấn đề chung để xây dựng các tiêu chuẩn quốc gia nhằm tạo khuôn khổ, khung kỹ thuật vận hành chung cho toàn bộ hệ thống, bảo đảm giao kết giữa các bộ phận, giai đoạn và lĩnh vực với nhau được hiệu quả, định hướng phát triển công nghệ và kiểm soát an toàn, an ninh hệ thống.

Qua đánh giá thực tiễn hoạt động sản xuất trong nước, cũng như rà soát hệ thống tiêu chuẩn hiện hành, có thể thấy trong khoảng 10 năm gần đây các doanh nghiệp đã rất nỗ lực xây

dựng, phát triển tiêu chuẩn cơ sở và đến nay đã đạt được hàng chục nghìn tiêu chuẩn cơ sở. Tuy nhiên, do trình độ phát triển không đồng đều nên vẫn còn một bộ phận doanh nghiệp chưa thực sự nhận thức được ý nghĩa của công tác xây dựng tiêu chuẩn cơ sở. Một trong các nguyên nhân là doanh nghiệp trong nước chưa làm chủ được công nghệ tiên tiến nên việc tự xây dựng tiêu chuẩn của doanh nghiệp là thách thức lớn.

Hiện nay, xu hướng ứng dụng sản xuất thông minh chủ yếu tập trung ở một số lĩnh vực có lợi thế cạnh tranh được tiếp cận với khu vực, thế giới như công nghệ thông tin, công nghiệp chế biến, cơ khí chế tạo, dịch vụ du lịch - kho vận, nông nghiệp công nghệ cao... nơi có sự đầu tư lớn của doanh nghiệp FDI và doanh nghiệp hàng đầu trong nước với sự chuyển giao trọn gói các dây chuyền công nghệ tiên tiến kèm theo tiêu chuẩn, hướng dẫn kỹ thuật khai thác, vận hành của nước ngoài. Có thể nói hiện trạng tiêu chuẩn hóa ở cơ sở vẫn còn khiêm tốn do thực trạng nền tảng công nghệ của doanh nghiệp chưa đồng bộ, mức độ tự động hóa của doanh nghiệp còn nhiều hạn chế, sự kết nối giữa hoạt động nghiên cứu của các trường đại học với cơ quan chính phủ và doanh nghiệp chưa đi vào chiều sâu, lan tỏa.

Trong hệ thống TCVN hiện hành, hiện có khoảng 500 TCVN liên quan tới lĩnh vực sản xuất thông minh, tập trung vào các lĩnh vực sau:

- Công nghệ thông tin (hệ tầng công nghệ thông tin, trao đổi siêu dữ liệu, IoT...): trên 200 TCVN.
- An toàn thông tin, an ninh mạng (quản lý an ninh hệ thống, chất lượng thông tin, an toàn mạng, kiến trúc an ninh, quản lý rủi ro hệ thống...): 35 TCVN.
- Tự động hóa (các hệ thống tự động hóa công nghiệp, các mô hình tích hợp tự động hóa...): 16 TCVN.
- Robot: 5 TCVN.

- Đô thị thông minh (khái niệm và thuật ngữ về đô thị thông minh, khung tiêu chuẩn đô thị thông minh, chỉ số đánh giá đô thị thông minh...): 9 TCVN.

- Giao thông thông minh (hệ thống ITS): 5 TCVN.

- Kiểm soát chất thải, kiểm soát ô nhiễm môi trường: trên 74 TCVN.

- Truy xuất nguồn gốc: 67 TCVN.

- Dịch vụ (hệ thống quản lý an toàn chuỗi cung ứng, đánh giá năng lực nhà cung ứng, dịch vụ tài chính, dịch vụ y tế, mã phân định tổ chức tín dụng, thẻ thanh toán, đánh giá xếp hạng dịch vụ khách sạn): 70 TCVN.

- Các hệ thống quản lý tiên tiến: trên 30 TCVN.

- Quản lý và phát triển nguồn nhân lực: 5 TCVN.

Đa phần các TCVN này được xây dựng trên cơ sở chấp nhận tiêu chuẩn quốc tế ISO, IEC, ITU...

## **2.2. Định hướng xây dựng khung tiêu chuẩn phục vụ sản xuất thông minh<sup>1</sup>**

Trên cơ sở tham khảo một số mô hình nước ngoài về sản xuất thông minh, đồng thời có tính đến thực trạng và trình độ công nghiệp của sản xuất trong nước, có thể nhận thấy, để hỗ trợ phát triển từng bước lên sản xuất thông minh, tiêu chuẩn hóa là một công cụ hiệu quả để thúc đẩy việc tiếp cận công nghiệp 4.0 và từng bước chuyển đổi sang mô hình sản xuất thông minh trong các doanh nghiệp Việt Nam. Định hướng phát triển tiêu chuẩn phục vụ sản xuất thông minh cần ưu tiên các nhóm đối tượng tiêu chuẩn chính sau:

- Tiêu chuẩn sản phẩm: vòng đời sản phẩm trong bối cảnh hệ sinh thái sản xuất thông minh bao gồm 6 giai đoạn: thiết kế,

---

1. Xem thêm Phụ lục 2 - Danh mục tham khảo một số tiêu chuẩn phục vụ sản xuất thông minh.

quy trình, kỹ thuật sản xuất, sản xuất, sử dụng và dịch vụ, kết thúc sản phẩm và quay lại vòng đời. Các tiêu chuẩn hiện tại, đặc biệt trong các lĩnh vực thiết kế hỗ trợ máy tính (CAD), sản xuất hỗ trợ máy tính (CAM) và công nghệ hỗ trợ máy tính (CAx) thường có kỹ thuật cải tiến nâng cao hiệu quả trong quá trình thiết kế, sản xuất sản phẩm. Ngoài ra, các tiêu chuẩn này làm tăng độ chính xác của mô hình, giảm chu kỳ đổi mới sản phẩm, góp phần trực tiếp vào sự linh động của hệ thống sản xuất, chất lượng sản phẩm. Những tiến bộ trong lĩnh vực này dẫn đến một mô hình phát triển sản phẩm mới được gọi là mô hình dựa trên kỹ thuật (MBE).

- Tiêu chuẩn hệ thống sản xuất: Hệ thống sản xuất là tập hợp các máy móc, thiết bị, hệ thống phụ trợ được tổ chức để tạo ra sản phẩm hàng hoá và dịch vụ từ nhiều nguồn tài nguyên khác nhau. Là một trong những thành phần cơ bản cũng như phức tạp nhất của sản xuất thông minh, hệ thống sản xuất có rất nhiều tiêu chuẩn riêng biệt. Hệ thống sản xuất thường có vòng đời dài hơn nhiều so với vòng đời của sản phẩm mà hệ thống sản xuất đó tạo ra. Các tiêu chuẩn cho hệ thống trên thường đề cập đến tiêu chuẩn lĩnh vực tự động hóa, điều khiển, vận hành và bảo trì hệ thống.

- Tiêu chuẩn chuỗi cung ứng: Các tiêu chuẩn cho sự tương tác, kết nối giữa các nhà sản xuất, nhà cung cấp, khách hàng, đối tác và thậm chí đối thủ cạnh tranh bao gồm các tiêu chuẩn mô hình hóa kinh doanh, tiêu chuẩn mô hình hóa sản xuất và các giao thức tương tác tương ứng. Các tiêu chuẩn này là chìa khóa để nâng cao hiệu quả chuỗi cung ứng và sự linh hoạt trong sản xuất. Tập trung vào ba bộ tiêu chuẩn tích hợp sản xuất: Tham chiếu hoạt động của chuỗi cung ứng APICS (SCOR), Tích hợp nhóm ứng dụng mở (OAGIS) và Tích hợp hệ thống kiểm soát doanh nghiệp B2MML MESA.

Tiêu chuẩn về hệ thống quản lý tiên tiến: ISO 9001, ISO 22301, ISO 22800, IEC 62443.

- Tiêu chuẩn quản lý hệ thống và phát triển nguồn nhân lực: Các tiêu chuẩn bảo đảm chất lượng nguồn lực, kiểm soát các khía cạnh về năng suất/hiệu quả lao động, giám sát/bảo đảm an toàn thông tin, an toàn lao động và kiểm soát/phòng chống tham nhũng, ví dụ như ISO 9001, ISO 22301, ISO 22313 ISO 30414, ISO 31000, ISO 37001, ISO 45001.

*Đối với các lĩnh vực sản xuất cụ thể, cần tập trung ưu tiên phát triển các nhóm tiêu chuẩn sau:*

- Lĩnh vực công nghiệp:

Tập trung vào công nghiệp điện tử thông tin (hỗ trợ phát triển mạng 4G, 5G); công nghiệp giao thông vận tải; công nghiệp máy thiết bị, công nghiệp thực phẩm và công nghiệp dệt may; dựa trên cơ sở tự động hóa thông minh, tích hợp vào hệ thống điều khiển - vật lý, để tạo ra các sản phẩm thông minh và có thể dự đoán sản xuất trong tương lai, hoặc dự phòng bảo trì và sản xuất ra các giá trị gia tăng khác; tích hợp điện tử hóa/số hóa/công nghệ thông minh hóa với sự phát triển hợp lý, sử dụng tài nguyên hiệu quả và yếu tố con người - máy kỹ thuật thông minh thông qua các đối tác kinh doanh và quy trình doanh nghiệp, tạo ra sản phẩm và gia công phù hợp với nhu cầu.

- Lĩnh vực dịch vụ:

Khung tiêu chuẩn cần ưu tiên, thúc đẩy các mô hình dịch vụ nâng cao chất lượng phục vụ, hỗ trợ dịch vụ thương mại toàn cầu, như hệ thống phân phối thương mại/bán lẻ, quản trị chuỗi cung ứng, tự động hóa kinh doanh, dịch vụ khách sạn/bệnh viện thông minh, kết hợp công nghệ dữ liệu lớn/mạng liên kết vạn vật/diện toán đám mây, phát triển các ứng dụng truy xuất nguồn gốc (MSMV, QR Code...) trong kinh doanh dịch vụ.

- Lĩnh vực nông nghiệp:

Tập trung xây dựng các tiêu chuẩn nhằm phát triển các hệ thống thực tế gắn kết các ngành công nghiệp và dịch vụ, tiếp thị, thiết kế, phát triển và sản xuất các liên kết sâu rộng; tích hợp các kênh bán lẻ, dịch vụ hậu cần tự động, phục vụ người tiêu dùng thuận tiện, an toàn, liên tục và phù hợp với kinh nghiệm của người tiêu dùng, đẩy cao tổng thể ngành dịch vụ kinh doanh trong quy mô kinh tế; thúc đẩy sản xuất bằng công nghệ tiên tiến, chất lượng cao, tăng tiếp thị, tăng cường niềm tin của người tiêu dùng với sự an toàn của sản phẩm nông nghiệp, chuyển dịch cơ cấu lại nông nghiệp theo hướng ứng dụng các công nghệ cao.

Ưu tiên xây dựng tiêu chuẩn về quản lý hệ thống chất lượng trong chăn nuôi, trồng trọt thông minh, nâng cao hiệu quả sản xuất nông nghiệp; hệ thống thông tin địa lý, phân tích dữ liệu lớn phục vụ trong canh tác/nuôi trồng; hệ thống truy xuất nguồn gốc, thúc đẩy an toàn thực phẩm dự phòng và phục vụ sản phẩm nông nghiệp sạch.

### **3. Khảo sát, đánh giá sơ bộ về hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của doanh nghiệp Việt Nam**

Các tiêu chuẩn, công cụ và các công nghệ mới sẽ giúp sản xuất thông minh trở thành công cụ quan trọng nhằm cải thiện hiệu quả và thúc đẩy tăng trưởng kinh doanh của doanh nghiệp trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0. Nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát để đánh giá sơ bộ về hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của doanh nghiệp Việt Nam hiện nay. Bảng khảo sát gồm 25 câu hỏi cho doanh nghiệp, tập trung vào 5 vấn đề chủ yếu sau:

*- Hoạt động quản lý doanh nghiệp:*

Các câu hỏi tập trung vào: đáp ứng nhu cầu của thị trường đối với quy trình kế hoạch sản xuất và kế hoạch kinh doanh của doanh nghiệp; mức độ thực hiện thường xuyên đối với quy trình nghiên cứu, thiết kế, thực hiện các sản phẩm mới hoặc đa dạng hóa sản phẩm; tầm quan trọng của dữ liệu (sản xuất, thị trường, sản phẩm...) trong việc lưu trữ, khai thác để phục vụ hoạt động sản xuất, kinh doanh; việc áp dụng các công cụ quản lý (Kaizen/5S, 7QC/4M, Lean/6sigma, TPM/TQM/TQC, SPC/MSA/FMEA/PPAP/APQP, ERP) trong sản xuất, kinh doanh.

*- Hoạt động ứng dụng công nghệ trong sản xuất, kinh doanh:*

Các câu hỏi tập trung vào: sự quan tâm và nhận thức về vai trò của công nghệ là một trong các công cụ quan trọng trong việc quyết định thành công của doanh nghiệp; áp dụng các chương trình kiểm soát, bảo đảm chất lượng của doanh nghiệp; mức độ tự động hóa và khả năng có thể tích hợp máy móc, thiết bị trong sản xuất của doanh nghiệp với các phần mềm công nghệ thông tin để điều khiển từ xa; khả năng đáp ứng, tích hợp với các giải pháp công nghệ thông tin đối với dây chuyền sản xuất của doanh nghiệp; khả năng sẵn sàng của nguồn nhân lực trong doanh nghiệp đối với việc tiếp nhận các công nghệ mới.

*- Hoạt động phát triển lực lượng lao động của doanh nghiệp:*

Các câu hỏi tập trung vào: nhận thức của nhân viên về tầm quan trọng của dữ liệu và phân tích dữ liệu đối với thành công của doanh nghiệp; thường xuyên tham gia các chương trình đào tạo nâng cao năng lực và trình độ về sản xuất, kinh doanh của nhân viên; chia sẻ và trao đổi kiến thức (hoạt động nhóm) của nhân viên; đầu tư nguồn lực (máy móc, trang thiết bị, đào tạo, tài chính) để hỗ trợ tự cải thiện lực lượng lao động của doanh nghiệp; liên hệ, phối hợp thực hiện các hoạt động đào tạo cho

nhân viên của doanh nghiệp với các cơ sở, trung tâm đào tạo tại địa phương.

- *Khả năng xây dựng nền tảng sản xuất của doanh nghiệp để tiếp cận với sản xuất thông minh:*

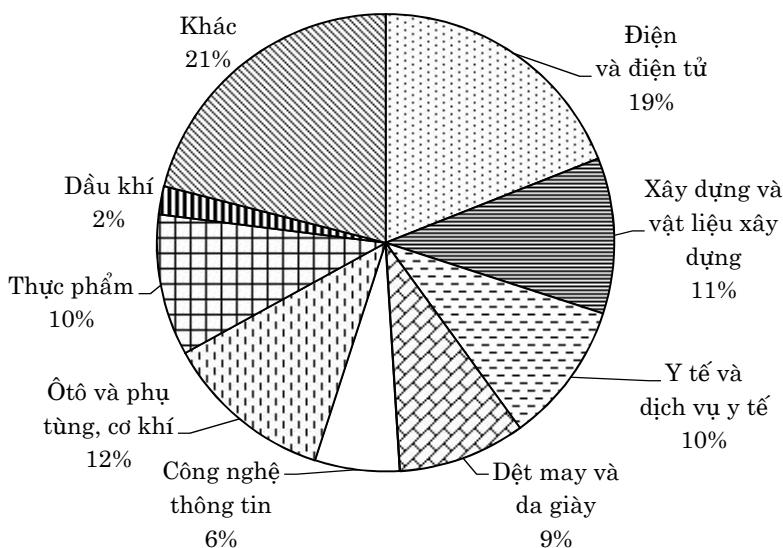
Các câu hỏi tập trung vào: nhận thức của doanh nghiệp về việc can thiệp, sửa đổi dữ liệu về sản xuất, kinh doanh của doanh nghiệp; doanh nghiệp bố trí cán bộ hoặc bộ phận chuyên trách thực hiện hoạt động ứng dụng, hỗ trợ giải pháp về công nghệ thông tin trong hoạt động sản xuất kinh doanh; doanh nghiệp thực hiện thu thập thông tin và dữ liệu về thị trường sản xuất, kinh doanh; ứng dụng công nghệ thông tin trong việc bảo vệ tài sản về dữ liệu sản xuất, kinh doanh; khả năng sản xuất linh hoạt của doanh nghiệp đáp ứng yêu cầu thị trường và khách hàng.

- *Nhu cầu của doanh nghiệp đối với việc tham gia các chương trình, dự án thúc đẩy sản xuất thông minh:*

Các câu hỏi tập trung vào: nhu cầu và mong muốn của doanh nghiệp về sản xuất thông minh trong tương lai (5-10 năm tới); sự sẵn sàng của doanh nghiệp trong việc tham gia sản xuất thông minh; sự sẵn sàng của lãnh đạo cao nhất của doanh nghiệp trong việc tiếp cận và tham gia vào các chương trình, dự án thúc đẩy sản xuất thông minh; mong muốn của doanh nghiệp về tăng khả năng cạnh tranh, doanh thu, lợi nhuận thông qua việc áp dụng sản xuất thông minh; mong muốn nhận được sự hỗ trợ của Nhà nước hoặc các tổ chức quốc tế trong việc tham gia triển khai thí điểm, mô hình mẫu về sản xuất thông minh trong 5 năm tới.

Nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát sơ bộ các nội dung nêu trên đối với 302 doanh nghiệp. Trên cơ sở tổng hợp ý kiến từ bảng câu hỏi khảo sát, nhóm tác giả đã phân nhóm các doanh nghiệp tham gia khảo sát thành 9 lĩnh vực hoạt động: điện và

điện tử; xây dựng và vật liệu xây dựng; y tế và dịch vụ y tế; dệt may và da giày; công nghệ thông tin; ôtô và phụ tùng, cơ khí; thực phẩm; dầu khí; khác (ngân hàng, in ấn, bao bì, dịch vụ, thương mại, logistics, mũ bảo hiểm...). Trong đó, số lượng doanh nghiệp tham gia khảo sát nhiều nhất là doanh nghiệp trong lĩnh vực điện và điện tử (chiếm 19%), sau đó là nhóm doanh nghiệp ôtô và phụ tùng, cơ khí (chiếm 12%), nhóm doanh nghiệp trong lĩnh vực xây dựng và vật liệu xây dựng (chiếm 11%) (xem Hình 6.1).

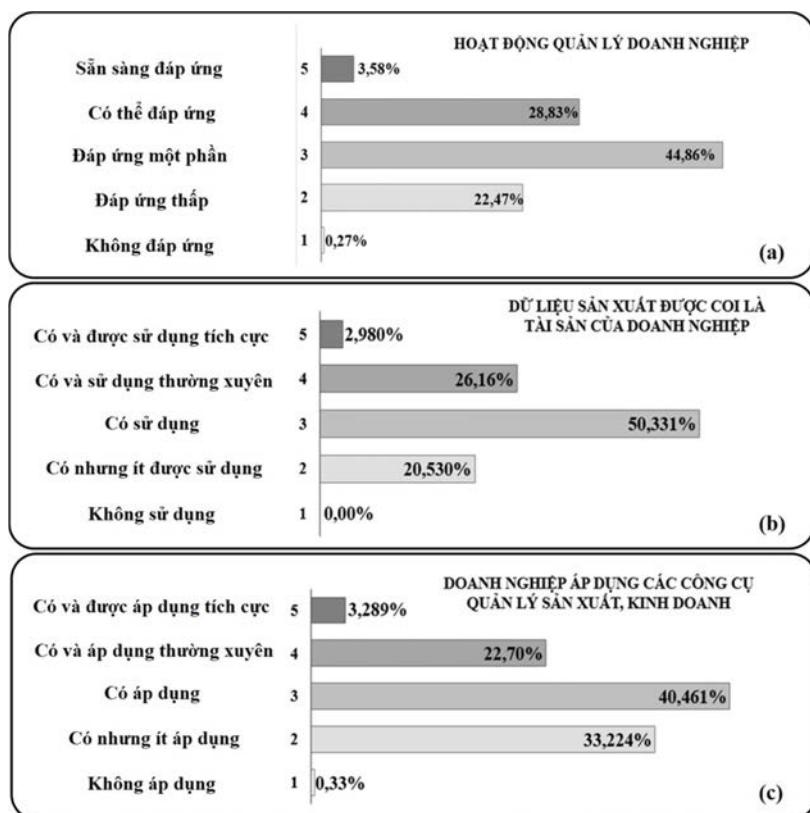


**Hình 6.1: Tỷ lệ doanh nghiệp tham gia khảo sát theo ngành, lĩnh vực sản xuất kinh doanh**

#### (i) Hoạt động quản lý của doanh nghiệp

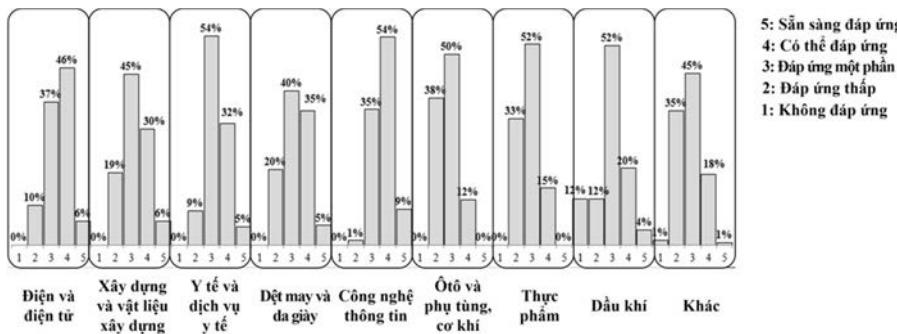
Qua số liệu khảo sát có thể thấy, trong tổng số doanh nghiệp được khảo sát, có khoảng 32,41% doanh nghiệp được khảo sát có tiềm năng đáp ứng hoạt động quản lý của doanh nghiệp với yêu cầu tiếp cận sản xuất thông minh (3,58% doanh nghiệp được khảo sát đã sẵn sàng đáp ứng, 28,83% doanh

nghiệp được khảo sát có thể đáp ứng). Bên cạnh đó, có 2,98% doanh nghiệp được khảo sát coi dữ liệu là tài sản của doanh nghiệp và được tích cực sử dụng, khai thác phục vụ trực tiếp sản xuất, kinh doanh; 26,16% doanh nghiệp được khảo sát cũng thường xuyên sử dụng các dữ liệu sản xuất này. Tổng số doanh nghiệp được khảo sát áp dụng tích cực và thường xuyên các công cụ quản lý (Kaizen/5S, 7QC/4M, Lean/6sigma, TPM/TQM/TQC, SPC/MSA/FMEA/PPAP/APQP, ERP) trong sản xuất, kinh doanh chiếm 25,989%, trong đó, số doanh nghiệp tích cực áp dụng các công cụ này chiếm 3,289% (xem Hình 6.2).



**Hình 6.2: Kết quả khảo sát về hoạt động quản lý của doanh nghiệp**

Số liệu phân tích sơ bộ về hiện trạng hoạt động quản lý của doanh nghiệp đối với các lĩnh vực sản xuất cụ thể được thể hiện trong Hình 6.3.

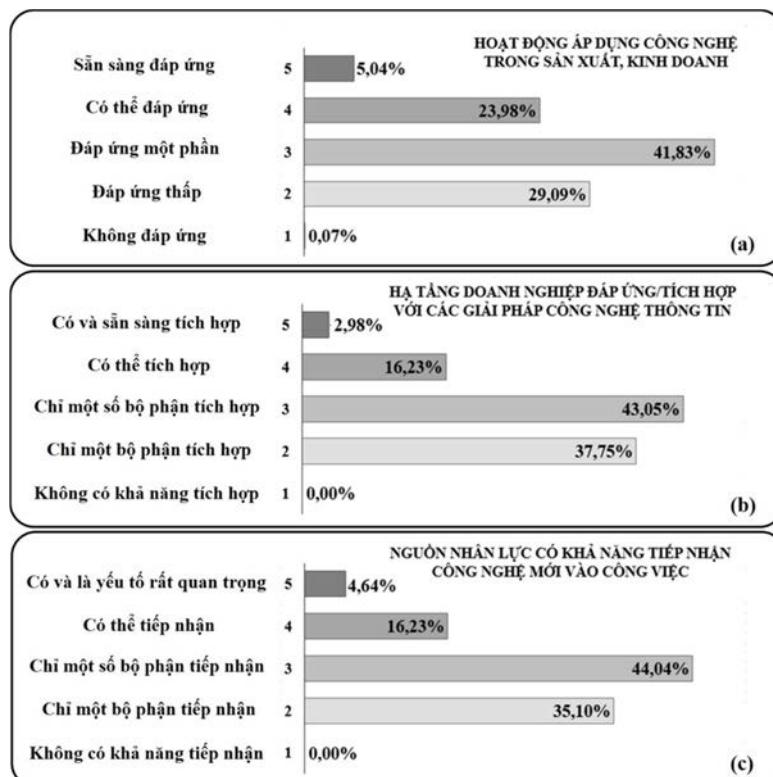


**Hình 6.3: Hoạt động quản lý của doanh nghiệp với các lĩnh vực sản xuất cụ thể**

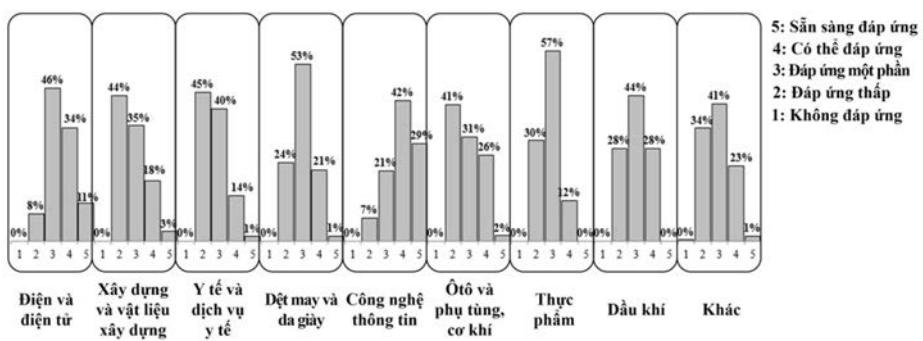
*(ii) Hoạt động ứng dụng công nghệ trong sản xuất, kinh doanh*

Trong tổng số doanh nghiệp được khảo sát, có khoảng 29,02% doanh nghiệp đã sẵn sàng đáp ứng và có thể đáp ứng các hoạt động ứng dụng công nghệ, là tiền đề quan trọng trong việc tiếp cận sản xuất thông minh, trong đó có 5,04% doanh nghiệp được khảo sát sẵn sàng đáp ứng các hoạt động ứng dụng công nghệ. Có 19,21% doanh nghiệp được khảo sát có hạ tầng, dây chuyền sản xuất có khả năng tích hợp với các giải pháp công nghệ thông tin; trong đó, 2,98% doanh nghiệp được khảo sát sẵn sàng đáp ứng quá trình tích hợp này; 16,23% doanh nghiệp được khảo sát khẳng định có thể tích hợp hạ tầng doanh nghiệp với các giải pháp công nghệ thông tin. Khả năng sẵn sàng của nguồn nhân lực trong doanh nghiệp về việc tiếp nhận các công nghệ mới chiếm tổng số 20,87% doanh nghiệp khảo sát, trong đó, số doanh nghiệp có nguồn nhân lực sẵn sàng cao chỉ chiếm 4,64% (xem Hình 6.4).

Số liệu phân tích sơ bộ về hiện trạng hoạt động ứng dụng công nghệ trong sản xuất, kinh doanh đối với các lĩnh vực sản xuất cụ thể được thể hiện trong Hình 6.5.



**Hình 6.4: Kết quả khảo sát về hoạt động ứng dụng công nghệ trong sản xuất, kinh doanh**

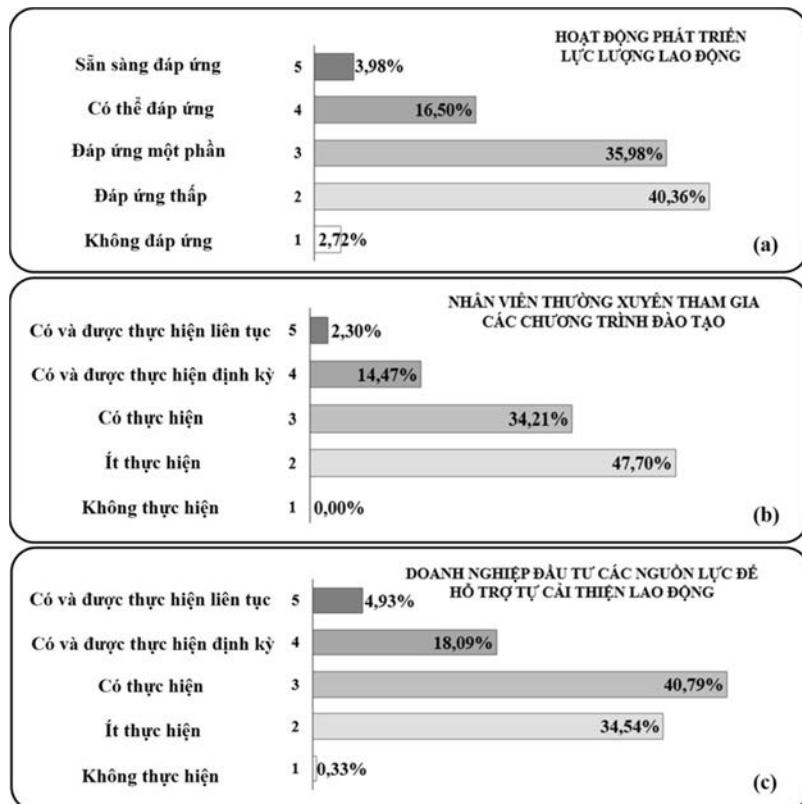


**Hình 6.5: Hoạt động ứng dụng công nghệ với các lĩnh vực cụ thể**

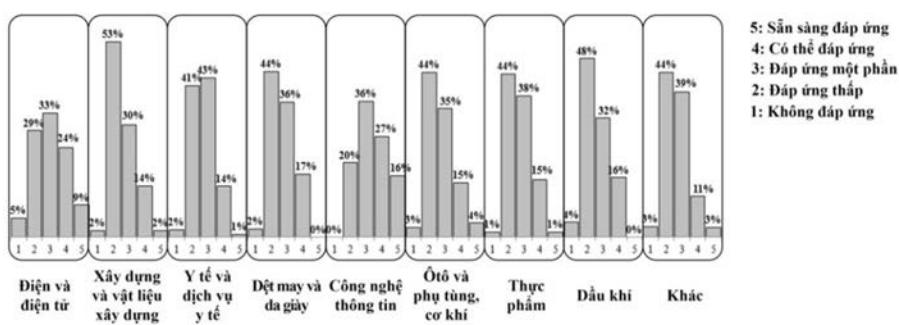
*(iii) Hoạt động phát triển lực lượng lao động của doanh nghiệp*

Nhìn chung, có 56,46% doanh nghiệp được khảo sát khá quan tâm đến hoạt động phát triển lực lượng lao động, trong đó có khoảng 3,98% doanh nghiệp được khảo sát có lực lượng lao động sẵn sàng đáp ứng; 16,5% doanh nghiệp được khảo sát khẳng định lực lượng lao động của doanh nghiệp có thể đáp ứng và 35,98% doanh nghiệp được khảo sát cho rằng có lực lượng lao động có thể đáp ứng một phần trong việc tiếp cận sản xuất thông minh. Có 16,77% doanh nghiệp được khảo sát liên tục hoặc định kỳ tổ chức cho nhân viên tham gia các chương trình đào tạo nâng cao năng lực và trình độ về sản xuất, kinh doanh. Có 63,81% doanh nghiệp được khảo sát thực hiện đầu tư nguồn lực (máy móc, trang thiết bị, đào tạo, tài chính) để hỗ trợ khả năng tự cải thiện lực lượng lao động của doanh nghiệp, trong đó, số doanh nghiệp được khảo sát thực hiện liên tục hoạt động này chiếm 4,93%, số doanh nghiệp được khảo sát thực hiện định kỳ hoạt động này chiếm 18,09% và số doanh nghiệp được khảo sát quan tâm thực hiện hoạt động này chiếm 40,79% (xem Hình 6.6).

Số liệu phân tích sơ bộ về hiện trạng hoạt động phát triển lực lượng lao động của doanh nghiệp đối với các lĩnh vực sản xuất cụ thể được thể hiện trong Hình 6.7.



**Hình 6.6: Kết quả khảo sát hoạt động phát triển lực lượng lao động của doanh nghiệp**



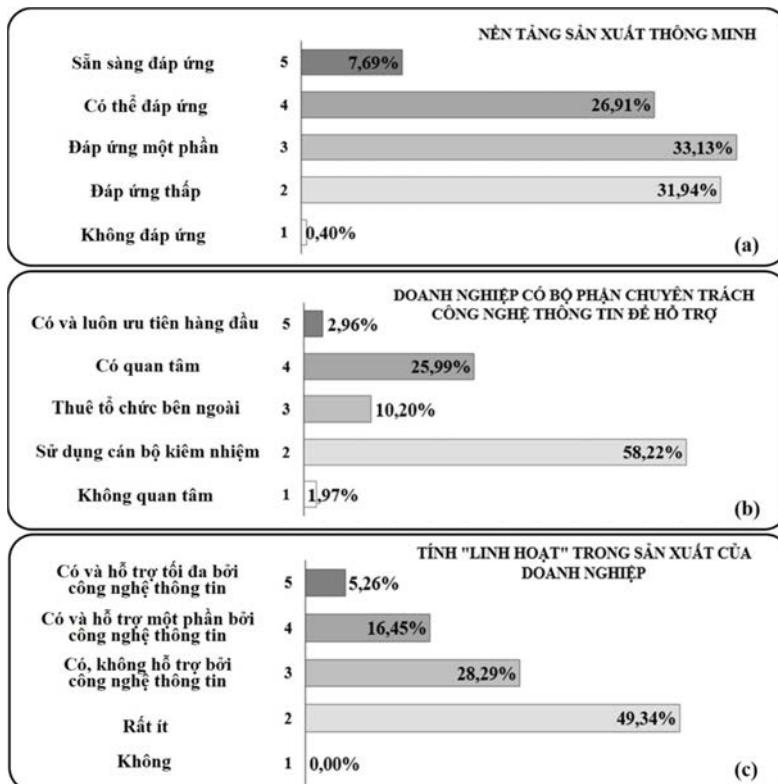
**Hình 6.7: Hoạt động phát triển lực lượng lao động của doanh nghiệp với các lĩnh vực sản xuất cụ thể**

*(iv) Khả năng xây dựng nền tảng sản xuất của doanh nghiệp để tiếp cận với sản xuất thông minh*

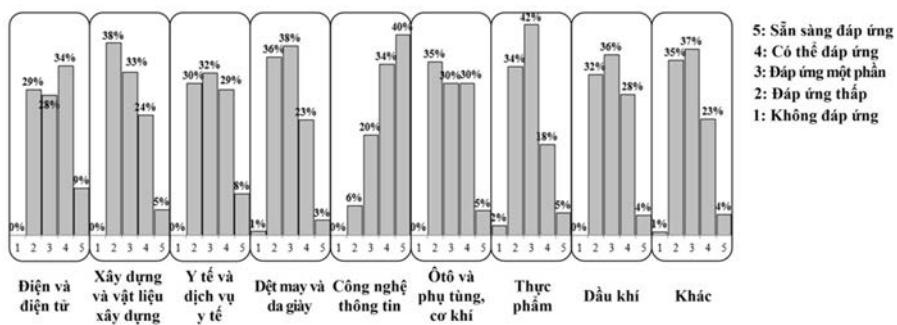
Số liệu khảo sát cho thấy, có 34,6% doanh nghiệp tham gia khảo sát đáp ứng khá tốt nhóm chỉ tiêu khảo sát này (trong đó 7,69% doanh nghiệp có tiềm năng sẵn sàng đáp ứng, 26,91% doanh nghiệp có tiềm năng có thể đáp ứng trong việc xây dựng nền tảng sản xuất của doanh nghiệp để tiếp cận với sản xuất thông minh). Kết quả khảo sát cho thấy, 28,95% doanh nghiệp được khảo sát có quan tâm, bố trí cán bộ hoặc bộ phận chuyên trách về hoạt động ứng dụng, hỗ trợ giải pháp về công nghệ thông tin trong hoạt động sản xuất, kinh doanh (trong đó, 2,96% doanh nghiệp được khảo sát luôn ưu tiên hàng đầu cho hoạt động này); 10,2% doanh nghiệp được khảo sát thuê các tổ chức bên ngoài hỗ trợ giải pháp về công nghệ thông tin trong hoạt động sản xuất, kinh doanh; 58,22% doanh nghiệp được khảo sát sử dụng cán bộ kiêm nhiệm hỗ trợ giải pháp về công nghệ thông tin trong hoạt động sản xuất, kinh doanh.

Về khả năng sản xuất linh hoạt của doanh nghiệp đáp ứng yêu cầu thị trường và khách hàng, có 5,26% doanh nghiệp được khảo sát có tiềm năng đáp ứng sản xuất linh hoạt bởi sự hỗ trợ tối đa của các ứng dụng công nghệ thông tin; có 16,45% doanh nghiệp được khảo sát có tiềm năng đáp ứng sản xuất linh hoạt bởi sự hỗ trợ một phần của các ứng dụng công nghệ thông tin. Tuy nhiên, 49,34% doanh nghiệp tham gia khảo sát lại có rất ít khả năng đáp ứng yêu cầu mô sản xuất linh hoạt này (xem Hình 6.8).

Số liệu phân tích sơ bộ về khả năng xây dựng nền tảng sản xuất của doanh nghiệp để tiếp cận với sản xuất thông minh đối với các lĩnh vực sản xuất cụ thể được thể hiện trong Hình 6.9.



**Hình 6.8: Kết quả khảo sát về khả năng xây dựng nền tảng sản xuất của doanh nghiệp để tiếp cận với sản xuất thông minh**



**Hình 6.9: Khả năng xây dựng nền tảng sản xuất của doanh nghiệp để tiếp cận với sản xuất thông minh với các lĩnh vực sản xuất cụ thể**

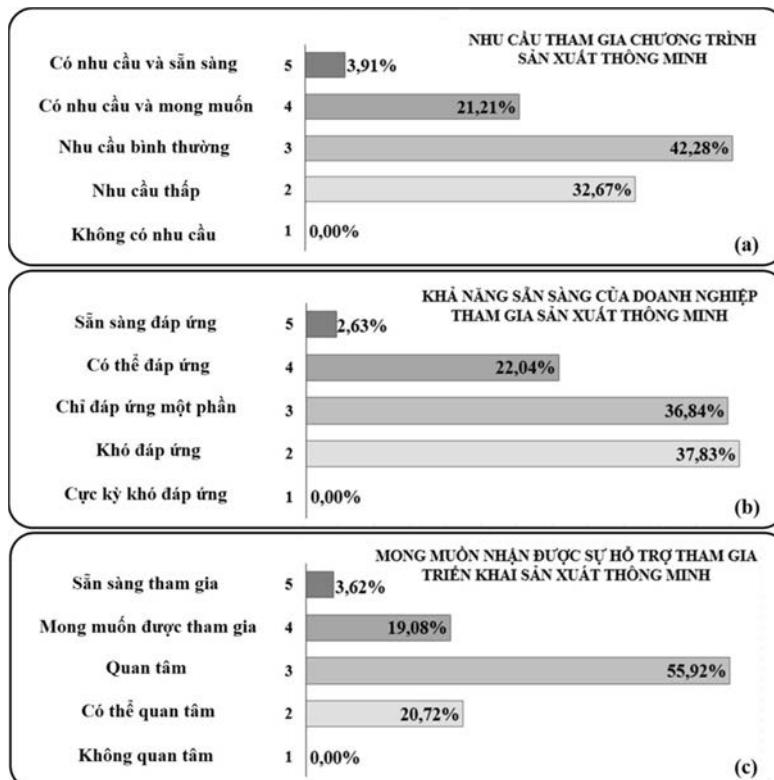
(v) *Nhu cầu của doanh nghiệp đối với việc tham gia các chương trình, dự án thúc đẩy sản xuất thông minh*

Số liệu khảo sát cho thấy, 25,12% doanh nghiệp tham gia khảo sát có nhu cầu tham gia các chương trình, dự án hỗ trợ sản xuất thông minh (trong đó có 3,91% doanh nghiệp được khảo sát có nhu cầu và sẵn sàng tham gia, 21,21% doanh nghiệp được khảo sát có nhu cầu và mong muốn tham gia).

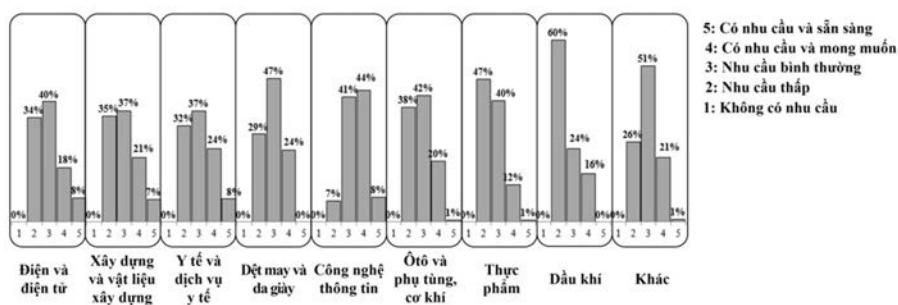
Về khả năng sẵn sàng của doanh nghiệp trong việc tham gia sản xuất thông minh, có 2,63% doanh nghiệp được khảo sát sẵn sàng đáp ứng khả năng tham gia sản xuất thông minh, 22,04% doanh nghiệp được khảo sát có thể đáp ứng khả năng tham gia sản xuất thông minh, 36,84% doanh nghiệp được khảo sát chỉ đáp ứng một phần khả năng tham gia sản xuất thông minh, 37,83% doanh nghiệp được khảo sát khó đáp ứng khả năng tham gia sản xuất thông minh.

Về mong muốn nhận được sự hỗ trợ của Nhà nước hoặc các tổ chức quốc tế trong việc tham gia triển khai thí điểm, mô hình mẫu về sản xuất thông minh trong 5 năm tới, có tổng số 78,62% doanh nghiệp quan tâm, mong muốn được tham gia và sẵn sàng tham gia, có 20,72% doanh nghiệp trong nhóm khảo sát “có thể quan tâm” tham gia hoạt động này (xem Hình 6.10).

Số liệu phân tích sơ bộ về nhu cầu của doanh nghiệp trong việc tham gia các chương trình, dự án thúc đẩy sản xuất thông minh đối với các lĩnh vực sản xuất cụ thể được thể hiện trong Hình 6.11.



**Hình 6.10: Kết quả khảo sát nhu cầu của doanh nghiệp trong việc tham gia các chương trình, dự án thúc đẩy sản xuất thông minh**



**Hình 6.11: Nhu cầu của doanh nghiệp trong việc tham gia các chương trình, dự án thúc đẩy sản xuất thông minh với các lĩnh vực sản xuất cụ thể**

Qua khảo sát, nhóm tác giả đề xuất một số kiến nghị để thúc đẩy doanh nghiệp Việt Nam có thể sớm tiếp cận với sản xuất thông minh:

- Sớm hình thành “tư duy sản xuất thông minh”: Tư tưởng, kiến thức về sản xuất thông minh cần được tuyên truyền, phổ biến và đào tạo trong doanh nghiệp, trong đó cần có sự cam kết thúc đẩy tham gia sản xuất thông minh từ lãnh đạo cao nhất của doanh nghiệp.

- Xây dựng “văn hóa dữ liệu”: Dữ liệu cần được coi là tài sản của doanh nghiệp. Doanh nghiệp không chỉ sử dụng dữ liệu để thông tin, quảng bá về doanh nghiệp mà còn trực tiếp khai thác dữ liệu để kết nối, phục vụ hoạt động sản xuất, kinh doanh. Doanh nghiệp cần sớm hình thành, thống nhất nguồn dữ liệu chuẩn xác “duy nhất” trong doanh nghiệp.

- Sớm tham gia quá trình “chuyển đổi số”: Doanh nghiệp cần đẩy mạnh ứng dụng công nghệ thông tin vào quá trình sản xuất gắn với mô hình kinh doanh của doanh nghiệp, đưa doanh nghiệp trở thành một cầu phần quan trọng của nền kinh tế số.

- Phát triển nguồn nhân lực 4.0: Nguồn nhân lực trong doanh nghiệp cần được thường xuyên đào tạo, bồi dưỡng nâng cao trình độ chuyên môn, nghiệp vụ, đặc biệt là các kiến thức về sản xuất thông minh và cách mạng công nghiệp 4.0. Qua đó, người lao động có đủ kỹ năng, kiến thức trong việc tham gia, tương tác với hệ thống sản xuất thực và hệ thống sản xuất ảo của sản xuất thông minh.

- Xây dựng và áp dụng khung tiêu chuẩn sản xuất thông minh: Trên cơ sở khung tiêu chuẩn Việt Nam về sản xuất thông minh, doanh nghiệp có thể xem xét, áp dụng hoặc xây dựng các tiêu chuẩn về vòng đời sản phẩm, vòng đời hệ thống sản xuất, vòng đời kinh doanh của doanh nghiệp.

- Phát triển và áp dụng các công cụ hỗ trợ sản xuất thông minh: Căn cứ vào kết quả đánh giá thực trạng sản xuất, kinh doanh hiện có của doanh nghiệp, doanh nghiệp cần chủ động xác định một số quy trình, công đoạn có thể áp dụng các công cụ hỗ trợ sản xuất thông minh, tiến tới áp dụng các công cụ này trong toàn hệ thống của doanh nghiệp.

- Xây dựng lộ trình phát triển các “cấp độ thông minh”: Để được chứng nhận là doanh nghiệp sản xuất thông minh, doanh nghiệp cần xây dựng và thực hiện các giải pháp đồng bộ, kế hoạch cụ thể và có lộ trình đầu tư liên tục để phát triển, nâng cấp “cấp độ thông minh” của doanh nghiệp.

#### **4. Phân tích SWOT và một số đề xuất áp dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam**

##### **4.1. Phân tích SWOT**

Việt Nam có vị trí địa lý thuận lợi tại khu vực châu Á - Thái Bình Dương, tăng trưởng kinh tế nhanh và đang ở thời kỳ dân số vàng với nguồn lao động dồi dào. Nếu tận dụng được xu thế của sản xuất thông minh, Việt Nam sẽ có cơ hội phát triển, hiện đại hóa nền kinh tế và tạo thuận lợi cho doanh nghiệp hoạt động sản xuất, kinh doanh với hiệu quả cao nhất.

Phân tích SWOT là một phương pháp hoạch định chiến lược cho phép xác định các yếu tố bên trong và bên ngoài của môi trường. Phân tích SWOT là giai đoạn nghiên cứu sơ bộ nhằm chuẩn bị các kế hoạch chiến lược phát triển sản xuất và quá trình xây dựng mục tiêu chiến lược trong khuôn khổ của sản xuất thông minh. Phương pháp này rất linh hoạt trong quá trình khái quát hóa các yếu tố đã được thiết lập cũng như trong việc xác định các yếu tố mới. Phân tích SWOT cho phép kiểm tra vấn đề phát triển sản xuất, cả ở cấp độ của các thực thể kinh tế cụ thể và ở cấp độ của các hệ thống kinh tế phức tạp.

Phân tích SWOT giúp xác định mức độ ảnh hưởng của sản xuất thông minh đến sự thành công của các quy trình chiến lược trong các doanh nghiệp. Bốn yếu tố phân tích SWOT sau đây sẽ được xem xét:

- **Điểm mạnh:** Tài nguyên hoặc năng lực có thể được các tổ chức sử dụng hiệu quả nhằm đạt được các mục tiêu;
- **Điểm yếu:** Hạn chế, lỗi hoặc khiếm khuyết trong tổ chức sẽ khiến nó không đạt được mục tiêu;
- **Cơ hội:** Bất kỳ tình huống thuận lợi nào trong môi trường tổ chức;
- **Thách thức:** Bất kỳ tình huống bất lợi nào trong môi trường tổ chức có khả năng gây tổn hại cho chiến lược.

### ***Phân tích SWOT sau khi áp dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam***

#### **a) Điểm mạnh**

- Tăng năng suất.
- Mức lợi nhuận cao hơn.
- Giảm chi phí sản xuất (do áp dụng công cụ năng suất chất lượng Lean, 5S,...).
- Thúc đẩy sản xuất công nghiệp.
- Năng lực cạnh tranh của các doanh nghiệp sản xuất (sản phẩm công nghệ cao).
- Giảm chu kỳ sản xuất.
- Tăng giá trị của doanh nghiệp trên sàn chứng khoán.
- Từng bước hình thành nền tảng IoT để thu thập, lưu trữ và xử lý dữ liệu, ở cả cấp độ quốc gia.
- Tăng thời gian hoạt động liên tục của thiết bị và giảm thời gian ngừng hoạt động của thiết bị.
- Quản lý sản phẩm tự động từ giai đoạn đầu đến giai đoạn cuối trong suốt vòng đời của sản phẩm.

- Nâng cao trình độ của nguồn nhân lực trong doanh nghiệp.
- Xây dựng chuỗi giá trị thông minh, kết nối và linh hoạt.
- Sản xuất hàng hóa “tùy chỉnh” theo nhu cầu của từng cá nhân, khách hàng.
- Tăng năng suất hợp tác (Năng suất hợp tác là sản phẩm của sản xuất thông minh do tương tác giữa hệ thống thực và hệ thống ảo).

**b) Điểm yếu**

- Việc làm có thể bị thay thế. Trong quá khứ, tự động hóa và tiến bộ công nghệ đã dẫn đến giảm việc làm, ít nhất là trong ngắn hạn. Trong sản xuất thông minh, một số công nhân tay nghề thấp có thể bị thay thế bởi các máy móc; trong khi những đổi tượng khác (như kỹ sư cơ khí, các nhà phát triển phần mềm và chuyên gia công nghệ thông tin...) sẽ có nhu cầu lớn.
  - Phụ thuộc nhiều vào công nghệ.
  - Phụ thuộc vào một số yếu tố (tiêu chuẩn công nghệ, cung ứng lao động, đầu tư và nghiên cứu khoa học...).
  - Nhiều chi phí cho việc phát triển và giới thiệu công nghệ.
  - Giảm khả năng kiểm soát doanh nghiệp.
  - Mối quan hệ hợp tác sản xuất giữa các doanh nghiệp sẽ giảm.
  - Khả năng thích ứng của doanh nghiệp đối với hoạt động đổi mới công nghệ thấp.
  - Khó hao của cơ sở sản xuất trong các doanh nghiệp.

**c) Cơ hội**

- Khả năng củng cố các ngành sản xuất chủ lực.
- Cơ hội và đột phá mới cho hàng hóa và dịch vụ, phát triển thị trường.
  - “Hàng rào” thấp hơn cho một số doanh nghiệp tham gia vào các thị trường mới, liên kết đến chuỗi cung ứng mới.

- Cải thiện sự hài lòng của khách hàng (tăng khả năng tùy biến và đa dạng của sản phẩm).
- Khả năng chuyển đổi nền kinh tế số.
- Tăng cường khả năng hợp tác nghiên cứu giữa các doanh nghiệp.
- Khả năng tăng tốc độ tăng trưởng GDP (chỉ số này phụ thuộc vào sự gia tăng dự kiến về nhu cầu của nhà sản xuất đối với thiết bị cải tiến và ứng dụng dữ liệu kết hợp với nhu cầu của người tiêu dùng đối với các sản phẩm riêng lẻ).

*d) Thách thức*

- Suy yếu khả năng cạnh tranh của một số ngành công nghiệp khác.
- Nguy cơ an toàn, an ninh thông tin của các doanh nghiệp.
- Sự biến động của các chuỗi giá trị toàn cầu.
- Mối đe dọa về sự hình thành không đầy đủ của hệ sinh thái sản xuất thông minh. Khó khăn trong việc phát triển dịch vụ ứng dụng, sự sẵn sàng của khách hàng tiềm năng và nhà phát triển ứng dụng cho nền tảng Internet.
- Mối đe dọa về sự bất lợi trong cạnh tranh của các doanh nghiệp trong nước với các tập đoàn công nghiệp quốc tế hàng đầu, cả về chi phí sản xuất và tốc độ thực hiện đơn hàng.
- Mối đe dọa về thiếu nguồn đầu tư tài chính dài hạn.
- Mối đe dọa về sự lan tỏa của các công nghệ mới trong nền kinh tế.

#### **4.2. Một số đe xuất áp dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam**

Để có đầy đủ thông tin hơn, phương pháp phân tích SWOT xem xét sự kết hợp khác nhau của các yếu tố. Cụ thể như sau:

- Kết hợp giữa Điểm mạnh và Cơ hội: cho thấy điểm mạnh nào cần được sử dụng để có được lợi thế từ các cơ hội của môi trường.

- Kết hợp giữa Điểm yếu và Cơ hội: cho thấy cách tổ chức có thể khắc phục các điểm yếu hiện có nhờ các cơ hội môi trường.

- Kết hợp giữa Điểm mạnh và Thách thức: cho thấy các điểm mạnh được sử dụng để loại bỏ các thách thức, đe dọa.

- Kết hợp giữa Điểm yếu và Thách thức: cho thấy những điểm yếu nào là cần thiết loại bỏ để ngăn chặn các thách thức, đe dọa sắp xảy ra.

Theo quan điểm phân tích SWOT nêu trên, một số đề xuất áp dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 như sau:

Phân tích	Đề xuất
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kết hợp giữa “Tăng năng suất”, “Mức lợi nhuận cao hơn” (Điểm mạnh) và “Cơ hội và đột phá mới cho hàng hóa và dịch vụ, phát triển thị trường” (Cơ hội)</li> </ul>	Sử dụng mức lợi nhuận và tăng năng suất lao động trong sản xuất thông minh để hình thành thị trường mới cho hàng hóa và dịch vụ. Việc tạo ra thị trường cho hàng hóa và dịch vụ mới (robot, xe điện...) sẽ thúc đẩy sự chuyển đổi sang sản xuất thông minh.
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kết hợp giữa “Năng lực cạnh tranh của các doanh nghiệp sản xuất (sản phẩm công nghệ cao)” (Điểm mạnh) và “Khả năng tăng tốc độ tăng trưởng GDP” (Cơ hội)</li> </ul>	Sử dụng sự gia tăng năng lực cạnh tranh của các doanh nghiệp sản xuất (sản phẩm công nghệ cao có tính phân phối lại cao) trong sản xuất thông minh nhằm bảo đảm tốc độ tăng trưởng của sản xuất công nghiệp và GDP của Việt Nam.
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kết hợp giữa “Từng bước hình thành nền tảng IoT để thu thập, lưu trữ và xử lý dữ liệu, ở cả cấp độ quốc gia” (Điểm mạnh) và “Khả năng tăng tốc độ tăng trưởng GDP” (Cơ hội)</li> </ul>	Sử dụng chuyển đổi sang các mô hình kinh doanh mới: từ bán sản phẩm sang bán dịch vụ trên nền tảng công nghệ thông tin.

Phân tích	Đề xuất
- Kết hợp giữa “Quản lý sản phẩm tự động từ giai đoạn đầu đến giai đoạn cuối trong suốt vòng đời của sản phẩm” (Điểm mạnh) và “Tăng cường khả năng hợp tác nghiên cứu giữa các doanh nghiệp” (Cơ hội)	Sử dụng sự tương tác giữa các yếu tố logistic thông minh trong chuỗi giá trị để xây dựng hợp tác giữa các doanh nghiệp.
- Kết hợp giữa “Tăng năng suất”, “Tăng mức lợi nhuận cao hơn”, “Xây dựng chuỗi giá trị thông minh, kết nối và linh hoạt” (Điểm mạnh) và “Tăng cường khả năng hợp tác nghiên cứu giữa các doanh nghiệp”, “Khả năng tăng tốc độ tăng trưởng GDP” (Cơ hội)	Sử dụng sự tăng trưởng hiệu quả của các quy trình trong chuỗi (từ nhà cung cấp đến người tiêu dùng) để chuyển mô hình phát triển, dựa trên sự tăng trưởng hiệu quả của tất cả đối tượng tham gia hệ sinh thái sản xuất thông minh.
- Kết hợp giữa “Xây dựng chuỗi giá trị thông minh, kết nối và linh hoạt” (Điểm mạnh) và ““Hàng rào” thấp hơn cho một số doanh nghiệp tham gia vào các thị trường mới, liên kết đến chuỗi cung ứng mới” (Cơ hội)	Để phát triển loại chuỗi giá trị mới có khả năng “kết nối” giữa các đối tượng khác nhau bằng công nghệ đám mây. Hiệu quả của việc sử dụng các công nghệ này góp phần giảm các rào cản cho một số doanh nghiệp khi gia nhập vào các thị trường mới.
- Kết hợp giữa “Sản xuất hàng hóa “tùy chỉnh” theo nhu cầu của từng cá nhân, khách hàng” (Điểm mạnh) và “Cải thiện sự hài lòng của khách hàng (tăng khả năng tùy biến và đa dạng của sản phẩm)” (Cơ hội)	Để thực hiện sản xuất hàng hóa theo yêu cầu của từng cá nhân với giá cả hợp lý, góp phần cải thiện sự hài lòng của khách hàng. Tăng khả năng thích ứng và đa dạng sản phẩm sẽ góp phần phát triển các mô hình kinh doanh mới, đồng thời tích cực sử dụng các công nghệ dữ liệu thông minh để cung cấp các dịch vụ mới.

Phân tích	Đề xuất
- Kết hợp giữa “Tăng năng suất”, “Mức lợi nhuận cao hơn” (Điểm mạnh) và “Mối đe dọa về thiếu nguồn đầu tư tài chính dài hạn” (Thách thức)	Sử dụng mức lợi nhuận cao hơn và năng suất lao động trong sản xuất thông minh để kích thích đầu tư tài chính dài hạn.
- Kết hợp giữa “Tăng giá trị của doanh nghiệp trên sàn chứng khoán” (Điểm mạnh) và “Mối đe dọa về thiếu nguồn đầu tư tài chính dài hạn” (Thách thức)	Sự gia tăng giá trị của các doanh nghiệp nhằm thu hút đầu tư dài hạn về tài chính.
- Kết hợp giữa “Nâng cao trình độ của nguồn nhân lực trong doanh nghiệp” (Điểm mạnh) và “Nguy cơ an toàn, an ninh thông tin của các doanh nghiệp” (Thách thức)	Tích cực nâng cao trình độ của nguồn nhân lực sẽ góp phần cải thiện các kỹ năng tổ chức của nhân viên, qua đó sẽ giảm thiểu rủi ro liên quan đến việc bảo đảm an toàn, an ninh thông tin của các doanh nghiệp.
- Kết hợp giữa “Xây dựng chuỗi giá trị thông minh, kết nối và linh hoạt”, “Tăng năng suất hợp tác” (Điểm mạnh) và “Mối đe dọa của sự biến động của các chuỗi giá trị toàn cầu” (Thách thức)	Sự gia tăng năng suất hợp tác giữa các bộ phận và loại chuỗi giá trị mới sẽ làm giảm các mối đe dọa liên quan đến sự biến động của các chuỗi giá trị toàn cầu thông qua việc giới thiệu, thúc đẩy nhân viên sử dụng công nghệ dữ liệu thông minh.
- Kết hợp giữa “Khát hao của cơ sở sản xuất trong các doanh nghiệp” (Điểm yếu) và “Khả năng cung cấp các ngành sản xuất chủ lực” (Cơ hội)	Sử dụng khả năng cung cấp vị trí của các ngành sản xuất chủ lực do sản xuất thông minh để tập trung vào hiện đại hóa các doanh nghiệp.

Dựa trên những đánh giá sơ bộ nêu trên bằng phân tích SWOT, việc xây dựng cơ chế, chính sách tiếp cận, triển khai sản xuất thông minh tại Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công

nghiệp 4.0 cần được hình thành một cách cân bằng, cả ở cấp độ Chính phủ, cấp độ ngành, lĩnh vực và cấp độ doanh nghiệp (nhà sản xuất).

Ở cấp Chính phủ, Chính phủ cần điều chỉnh lợi ích của các chủ thể, đổi tượng, trong đó ưu tiên đổi mới, đầu tư vào các lĩnh vực sản xuất quan trọng, chiến lược; thường xuyên theo dõi, phân tích và đánh giá việc thực hiện chính sách tiếp cận, triển khai sản xuất thông minh tại Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

Ở cấp độ của các ngành, lĩnh vực, các Bộ, ngành, hội, hiệp hội... cũng cần thường xuyên tổ chức khảo sát, đánh giá việc thực hiện chính sách của Chính phủ.

Ở cấp độ của các doanh nghiệp, doanh nghiệp cần có sự chuyển đổi nhanh hơn các yêu cầu của khách hàng thành các sản phẩm tùy biến thông qua sản xuất thông minh.

Qua phân tích SWOT về sản xuất thông minh, chính sách tiếp cận, triển khai sản xuất thông minh tại Việt Nam cần tập trung xây dựng các giải pháp nhằm kích thích đầu tư dài hạn, bảo đảm phân phối lại nguồn lực tài chính giữa các ngành, cũng như các chiến lược nhằm định hình vị trí dẫn đầu thị trường mới đối với các hàng hóa và dịch vụ của doanh nghiệp.

Bên cạnh đó, một số yếu tố kinh tế quan trọng nhất về phát triển sản xuất thông minh như tăng năng suất và lợi nhuận của các đơn vị sản xuất, gia tăng hiệu quả hợp tác giữa các doanh nghiệp, nâng cao trình độ của nguồn nhân lực trong doanh nghiệp, xây dựng chuỗi giá trị thông minh, kết nối và linh hoạt, sản xuất hàng hóa tùy chỉnh theo nhu cầu của từng cá nhân, khách hàng...

Sự phát triển của sản xuất thông minh đi kèm với sự tăng trưởng trong các hoạt động nghiên cứu khoa học và đổi mới sáng tạo, góp phần hình thành tri thức mới và các ngành công

nghiệp mới tại Việt Nam trong tương lai không xa. Sản xuất thông minh cũng sẽ tạo điều kiện cho sự xuất hiện của những đổi mới và phát minh trong nước. Sự xuất hiện của các sản phẩm tri thức ở cấp độ quốc gia, quốc tế có thể sẽ tạo ra các sản phẩm quốc gia có tính cạnh tranh cao. Do đó, hình thành một mạng lưới các nhà máy hoạt động theo mô hình sản xuất thông minh, cùng với các hệ thống thử nghiệm, tiêu chuẩn hóa mới, hệ thống đào tạo kỹ sư và kỹ thuật viên ở cấp độ mới sẽ là các tiền đề quan trọng để hình thành và phát triển hệ sinh thái sản xuất thông minh, là tiền đề thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và tăng năng suất ở Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

## **5. Đề xuất một số giải pháp thúc đẩy sản xuất thông minh tại Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0**

(i) *Định hướng mới về thể chế, chính sách nghiên cứu, triển khai sản xuất thông minh phù hợp với yêu cầu quốc tế*

Tập trung hoàn thiện thể chế, chính sách, pháp luật về sản xuất thông minh phù hợp với yêu cầu tiếp cận cách mạng công nghiệp 4.0.

Xây dựng và tổ chức thực hiện các hoạt động nghiên cứu về sản xuất thông minh. Lồng ghép việc triển khai nghiên cứu, áp dụng sản xuất thông minh đối với doanh nghiệp vào trong các nhiệm vụ, đề án, chương trình khoa học và công nghệ quốc gia.

Xây dựng cơ chế, chính sách khuyến khích, thúc đẩy phát triển doanh nghiệp, đặc biệt là các doanh nghiệp thực hiện chuyển đổi từ mô hình sản xuất truyền thống sang mô hình sản xuất thông minh.

Xây dựng hệ thống công nghệ thông tin thử nghiệm thu thập dữ liệu và phân tích một số chỉ số hiệu năng thực hiện (KPI) của sản xuất thông minh phù hợp với điều kiện của Việt

Nam; xây dựng mô hình chứng nhận doanh nghiệp sản xuất thông minh phù hợp với thông lệ quốc tế.

*(ii) Xây dựng chiến lược kinh doanh sản xuất thông minh*

Tuy thuộc vào định hướng, yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội, chiến lược kinh doanh sản xuất thông minh tại Việt Nam được xây dựng với một số quan điểm sau:

- Sản xuất thông minh là một cuộc cách mạng trong sản xuất.

Sản xuất thông minh xuất hiện dựa trên nền tảng của các công nghệ đã phát triển trong nhiều thập kỷ qua. Sự khác biệt hiện nay là các công nghệ mới nhất đã cho phép các nhà sản xuất thực hiện phần lớn những gì họ đã cố gắng làm với công nghệ trước đó. Các công nghệ sản xuất thông minh bao gồm: Internet kết nối vạn vật, Internet di động, điện toán đám mây, in 3D, nhận dạng qua tần số vô tuyến (RFID), robot tiên tiến... Các công nghệ này cho phép kết nối giữa con người và máy móc cũng như kết nối giữa hoạt động sản xuất tại phân xưởng với hoạt động kinh doanh, tạo thành một chuỗi liên kết.

- Sản xuất thông minh bắt đầu từ sản xuất, không bắt đầu từ công nghệ.

Tầm nhìn và chiến lược kinh doanh của một doanh nghiệp phải được bắt đầu từ sản xuất. Công nghệ là công cụ hỗ trợ đạt được mục tiêu sản xuất tối ưu nhất. Các chuyên gia của doanh nghiệp sản xuất thông minh là những chuyên gia về cách thức sản xuất sản phẩm, hiểu rõ hơn về việc giữ cho doanh nghiệp sản xuất nhanh hơn, linh hoạt hơn theo yêu cầu luôn thay đổi của khách hàng và thị trường.

- Công nghệ là phương tiện, không phải là mục tiêu của sản xuất thông minh.

Các dự án cải tiến kinh doanh của doanh nghiệp thông thường có liên quan đến công nghệ. Tuy nhiên, công nghệ chỉ là

bước khởi đầu. Doanh nghiệp sẽ bắt đầu triển khai sản xuất thông minh để đạt được mục tiêu của doanh nghiệp.

- Quá trình chuyển đổi sang sản xuất thông minh là một cuộc hành trình.

Việc chuyển đổi sang sản xuất thông minh không nên là một dự án với sự khởi đầu và kết thúc mà là một hành trình không bao giờ kết thúc.

Đầu tiên, kết nối toàn bộ doanh nghiệp (thường liên quan đến các cơ sở kết nối trên toàn cầu) là một công việc lớn, đòi hỏi tốn nhiều thời gian để hoàn thành. Sau đó, công nghệ tiếp tục phát triển nhanh chóng, nhu cầu của khách hàng liên tục thay đổi đòi hỏi cần có nhiều công nghệ thông minh khác nhau. Như với chiến lược kinh doanh tổng thể của doanh nghiệp, doanh nghiệp sẽ cần cập nhật chiến lược sản xuất thông minh để đáp ứng những yêu cầu luôn “vận động” của thị trường.

- Đèn chập chờn để đi nhanh.

Điểm thất bại lớn nhất trong triển khai sản xuất thông minh là cố gắng thực hiện quá lớn, quá nhanh. Do đó, trước mắt là xác định vấn đề cần giải quyết một cách thận trọng bằng các công nghệ sản xuất thông minh, thực hiện giải pháp để mang lại doanh thu. Sau đó, sử dụng doanh thu để đầu tư thực hiện các bước tiếp theo.

(iii) Thúc đẩy triển khai rộng rãi sản xuất thông minh trong các nhiệm vụ nhằm thực hiện chuyển đổi số quốc gia

Chuyển đổi số quốc gia là một nhiệm vụ hết sức cần thiết giúp Việt Nam nhanh chóng tiếp cận cách mạng công nghiệp 4.0. Xác định rõ mục tiêu, yêu cầu để các tổ chức, cá nhân chủ động tham gia vào quá trình đẩy nhanh số hóa, chuyển đổi số trên phạm vi cả nước, trong mọi lĩnh vực kinh tế - xã hội là những nhiệm vụ hết sức cần thiết. Chuyển đổi số trong từng doanh nghiệp là nhân tố quan trọng thúc đẩy nền kinh tế số, từ đó

giúp doanh nghiệp từng bước thay đổi cách thức từ sản xuất truyền thống sang sản xuất thông minh, qua đó giúp doanh nghiệp Việt Nam “tự tin” vươn ra toàn cầu.

(iv) *Tập trung nghiên cứu, phát triển nhóm công nghệ của “hệ thống ảo” trong sản xuất thông minh*

Sản xuất thông minh với hệ thống thực - ảo chủ yếu dựa trên 2 nhóm công nghệ chính:

- Nhóm công nghệ thứ nhất: Nhóm công nghệ của “hệ thống thực” là các công nghệ dựa trên nền tảng công nghiệp chủ chốt, có giá trị kiến tạo gồm: công nghệ cảm biến (đặc biệt là cảm biến quang học), công nghệ cơ khí chế tạo (đặc biệt là CMC), công nghệ robot, công nghệ in 3D (đặc biệt là in 3D trong công nghiệp), công nghệ vật liệu nano, công nghệ quang học lượng tử...

- Nhóm công nghệ thứ hai: Nhóm công nghệ của “hệ thống ảo” là nhóm công nghệ dựa nền tảng dịch vụ công nghệ thông tin gồm: an ninh số, phát triển hệ thống IoT, phân tích dữ liệu lớn, phân tích dữ liệu nhờ trí tuệ nhân tạo...

Việt Nam hiện nay đang ở giai đoạn đầu của công nghiệp hóa, hiện đại hóa, việc tập trung đẩy mạnh nhóm công nghệ thứ nhất là hết sức cần thiết, tuy nhiên cần có nguồn lực đầu tư đủ lớn và cần thời gian khá dài (hàng chục năm) để nắm bắt được nhóm công nghệ này. Cụ thể, hiện nay, chỉ một số ít quốc gia phát triển sở hữu công nghệ in 3D (đặc biệt công nghệ in 3D đối với kim loại để sản xuất máy móc...); công nghệ robot, công nghệ cảm biến quang học (Nhật Bản là một trong các quốc gia đứng đầu hai công nghệ này); công nghệ nano (Hoa Kỳ đang là quốc gia hàng đầu sở hữu số lượng bằng sáng chế về công nghệ nano)...

Nhóm công nghệ thứ hai là lợi thế của Việt Nam. Việt Nam cần có một chiến lược phát triển các giải pháp công nghệ thông tin (chủ yếu là IoT, Big Data và AI) để giải quyết các vấn đề

trong sản xuất thông minh. Cân xây dựng chiến lược để khuyến khích, thúc đẩy các nhà khoa học trẻ, các chuyên gia, các doanh nghiệp và đặc biệt là các doanh nghiệp khởi nghiệp tập trung vào nội dung này. Công nghệ thông tin là một thế mạnh của Việt Nam; Việt Nam là một trong những quốc gia có lượng người sử dụng Internet cao nhất thế giới. Việc phát triển nhóm công nghệ thuộc các giải pháp công nghệ thông tin sẽ giúp Việt Nam tận dụng được hạ tầng nền tảng công nghiệp của các quốc gia phát triển, nhanh chóng tiếp cận với mô hình sản xuất thông minh.

Có thể nói, tập trung phát triển các giải pháp công nghệ dựa trên nền tảng dữ liệu lớn, Internet kết nối vạn vật, trí tuệ nhân tạo là một “cánh cửa chiến lược” để Việt Nam tiếp cận cách mạng công nghiệp 4.0 một cách nhanh chóng nhất.

(v) *Xây dựng và triển khai chương trình thí điểm nghiên cứu, phát triển robot trong sản xuất thông minh*

Nghiên cứu, phát triển robot trong đời sống sinh hoạt hàng ngày vẫn còn là một thách thức đối với các quốc gia phát triển. Tuy nhiên, việc sử dụng robot trong công nghiệp là một xu thế tất yếu hiện nay ở nhiều quốc gia. Trong tương lai gần, việc các quốc gia phát triển xây dựng các nhà máy sản xuất (sử dụng chủ yếu robot công nghiệp) tại các quốc gia đang phát triển là xu thế tất yếu để giảm chi phí sản xuất, tăng năng suất lao động. Việc tăng cường năng lực nghiên cứu, phát triển robot trong công nghiệp của các doanh nghiệp Việt Nam là hết sức cần thiết không chỉ giúp các doanh nghiệp tiếp cận sản xuất thông minh nhanh hơn, mà còn tạo tiền đề thu hút đầu tư FDI về sản xuất thông minh tại Việt Nam.

Bên cạnh đó, Chương trình thí điểm nghiên cứu, phát triển robot trong sản xuất thông minh cũng sẽ là cơ sở pháp lý đầu tiên để nghiên cứu về ứng dụng và phát triển robot tại Việt Nam.

*(vi) Xây dựng chương trình nghiên cứu tổng thể về xã hội học của sản xuất thông minh*

Tập trung nghiên cứu các đặc trưng của sản xuất thông minh trong đó nhấn mạnh sự tương tác giữa con người, máy móc, thiết bị, dữ liệu... sẽ hình thành một phương thức sản xuất mới; vị trí trung tâm của con người trong sản xuất thông minh; các vấn đề an ninh công nghiệp, an ninh quốc gia; đạo đức trong trí tuệ nhân tạo...

*(vii) Phát triển nhanh nguồn nhân lực đáp ứng yêu cầu sản xuất thông minh trong doanh nghiệp*

Phát triển nguồn nhân lực về công nghệ thông tin, trong đó đặc biệt tập trung nguồn nhân lực cho nghiên cứu, phát triển về IoT, AI, phân tích dữ liệu lớn. Lợi thế “dân số vàng” cần được biến thành lợi thế về năng lực số trong hội nhập và phân công lao động quốc tế.

Chú trọng đào tạo nguồn nhân lực công nghệ đạt chuẩn quốc tế. Người lao động phải được trang bị nhiều loại kỹ năng đa dạng để thích ứng với môi trường cách mạng công nghiệp 4.0 và dễ dàng dịch chuyển công việc phù hợp với nhu cầu của thị trường.

*(viii) Hợp tác quốc tế là công cụ để đưa sản xuất thông minh của Việt Nam hội nhập*

Hợp tác quốc tế giúp Việt Nam tranh thủ được nguồn lực để xây dựng và phát triển mô hình sản xuất thông minh theo các tiêu chuẩn, yêu cầu quốc tế; giúp Việt Nam tiến nhanh hơn trong việc chuyển đổi mô hình sản xuất từ truyền thống sang sản xuất thông minh.

## PHỤ LỤC

### ***Phụ lục 1: MỘT SỐ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU VỀ CÔNG NGHỆ TRONG SẢN XUẤT THÔNG MINH TẠI VIỆT NAM***

#### **1. Công nghệ phân tích dữ liệu lớn (Big Data)**

Big Data là thuật ngữ dùng để mô tả các bộ dữ liệu có kích thước rất lớn, khả năng phát triển nhanh và rất khó thu thập, lưu trữ, quản lý và phân tích với các công cụ thống kê hay ứng dụng cơ sở dữ liệu truyền thống. Trong thực tế hiện nay, việc phân tích dữ liệu lớn trong các ứng dụng IoT như số liệu thống kê và tham khảo để phân tích dự báo, phân tích hành vi người dùng và ứng dụng phương pháp xử lý dữ liệu nâng cao (bao gồm trí tuệ nhân tạo).

Một số nghiên cứu về phân tích dữ liệu lớn trong thời gian gần đây<sup>1</sup>:

TS. Thân Quang Khoát, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội và cộng sự (năm 2017) đã nghiên cứu thành công dự án “Các phương pháp suy diễn cho phân tích ngữ nghĩa ẩn trong dữ liệu lớn”. Dự án phát triển một lớp các thuật toán suy diễn mà cho phép khám phá và phát hiện các cấu trúc (ngữ nghĩa) ẩn từ các tập văn bản rất lớn, giúp đưa ra những phán đoán chính xác trong các ứng dụng thực tế. Các thuật toán đó phải có khả năng làm việc với hàng triệu văn bản. Nhóm tác giả sử dụng một số hướng cốt lõi

---

1. Tổng hợp thông tin từ Cơ sở dữ liệu quốc gia về nhiệm vụ khoa học và công nghệ của Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ.

trong xử lý phân tán và học máy, bao gồm mô hình hoá chủ đề, phân tích ma trận, học trực tuyến, suy diễn ngẫu nhiên, thuật toán suy diễn đó sẽ được khai thác để phát triển các phương pháp hiệu quả cho hỏi đáp, khai phá văn bản và web, các hệ gợi ý, phân tích mạng xã hội, và truy hồi thông tin.

“Nghiên cứu và phát triển một số phương pháp xử lý dữ liệu lớn và ứng dụng trong thương mại điện tử” là đề tài nghiên cứu được thực hiện bởi GS.TS. Vũ Đức Thi, Viện Công nghệ thông tin, Đại học Quốc gia Hà Nội (năm 2017). Tác giả đã nghiên cứu tổng quan sự phát triển về công nghệ dữ liệu lớn; thu thập, lựa chọn các phương pháp xử lý dữ liệu lớn; đánh giá các phương pháp xử lý dữ liệu lớn và viết báo cáo khoa học; các phương pháp khai phá dữ liệu trên bảng; phương pháp khai phá dữ liệu trên chuỗi; phương pháp khai phá dữ liệu trên cây; phương pháp khai phá dữ liệu trên đồ thị. Đề tài đã xây dựng hệ thống phần mềm thử nghiệm hỗ trợ việc đánh giá xu hướng của khách hàng với hàng hóa trên một số trang web thương mại điện tử.

Năm 2018, nhóm tác giả từ Trường Cao đẳng Công nghiệp Huế, Bộ Công Thương (TS. Nguyễn Đăng Khoa, TS. Cung Trọng Cường, ThS. Lê Hữu Bình, ThS. Cung Nguyễn Phước Tài, ThS. Nguyễn Lê Trung Thành) đã công bố thực hiện đề tài “Nghiên cứu và ứng dụng trí tuệ nhân tạo và cơ sở dữ liệu lớn (Big Data) để xây dựng hệ thống thông tin hỗ trợ sinh viên kết nối với doanh nghiệp và nhà tuyển dụng”. Đề tài tập trung tổng quan về trí tuệ nhân tạo và xử lý dữ liệu lớn; một số vấn đề cơ bản về trí tuệ nhân tạo; tập trung vào lĩnh vực xử lý ngôn ngữ tự nhiên, cụ thể là ngôn ngữ văn bản trên các tập dữ liệu lớn; mô hình dữ liệu và các thuật toán tìm kiếm giải quyết bài toán tìm kiếm thông tin tuyển dụng. Kết quả của đề tài cũng góp phần xây dựng ứng dụng tìm kiếm thông tin tuyển dụng cho doanh nghiệp và sinh viên.

PGS.TS. Lê Sỹ Vinh, Đại học Quốc gia Hà Nội (năm 2018) đã nghiên cứu đề tài “Các phương pháp nhanh giải các bài toán phân tích mối quan hệ giữa các trình tự cho các tập dữ liệu lớn”. Tác giả đã nghiên cứu các phương pháp nhanh để giải các bài toán phân tích trình tự quan trọng; phân tích các phương pháp nhanh để xây dựng mô hình thay thế axít amin; đề xuất phương pháp mới và xây dựng chương trình máy tính để xây dựng mô hình thay thế axít amin từ các tập dữ liệu lớn. Đồng thời, áp dụng công nghệ dữ liệu lớn giúp phân tích các phương pháp nhanh xác định mức độ tin cậy cho các cây phân loài; đề xuất và/hoặc cải tiến các phương pháp và phần mềm xác định mức độ tin cậy cho các cây phân loài để chúng có thể làm việc trên các bộ dữ liệu lớn.

## 2. Công nghệ robot tự động

Theo dự báo trong vòng 10 năm nữa, mỗi người sẽ có nhu cầu sử dụng một robot cá nhân như cần một máy tính PC. Hiện nay, robot tự động là tâm điểm của một cuộc cách mạng công nghệ lớn sau Internet. Với xu thế này, cùng với các ứng dụng truyền thống khác của robot trong công nghiệp, y tế, giáo dục đào tạo, giải trí và đặc biệt trong an ninh - quốc phòng thì thị trường robot dịch vụ sẽ vô cùng lớn.

Các nghiên cứu cơ bản về robot tự động của Việt Nam đã được công bố nhiều trên các hội nghị và tạp chí quốc tế. Việc phối hợp với các nước như Nhật, Hoa Kỳ, Singapore, Đức tổ chức các hội nghị quốc tế tại Việt Nam liên quan đến robot như RESCCE'98, RESCCE'00, RESCCE'02, ICMT2004, ICARCV 2008, ITOMM 2009 là một chuỗi hoạt động khoa học liên tục của cộng đồng Robotics Việt Nam hòa nhập vào các hoạt động nghiên cứu khoa học với các nước trong khu vực và các nước tiên tiến trên thế giới.

Một số nghiên cứu về robot trong thời gian gần đây<sup>1</sup>:

Năm 2013, Trần Thanh Thủy và cộng sự (Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa - Bộ Công Thương) đã thực hiện “Nghiên cứu, đánh giá thực trạng ứng dụng robot trong các ngành sản xuất công nghiệp và đề xuất các giải pháp phát triển robot ở Việt Nam trong giai đoạn đến năm 2020”. Đề tài đã nghiên cứu tổng quan ngành công nghiệp robot; khảo sát thực trạng ứng dụng và sản xuất robot ở Việt Nam; đề xuất các chính sách, giải pháp phát triển ngành công nghiệp robot Việt Nam đến 2020. Nhóm tác giả đã thực hiện khảo sát tình hình nghiên cứu về robot, tình hình ứng dụng robot vào các dây chuyền sản xuất công nghiệp và tình hình sản xuất robot tại một số tổ chức khoa học và công nghệ, trường đại học và doanh nghiệp ở Đà Nẵng, Thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội.

“Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo môđun đo lường quán tính ứng dụng trong việc xác định vị trí tay máy robot công nghiệp” là đề tài được tác giả Nguyễn Thị Nguyên và cộng sự của Bộ Công Thương nghiên cứu năm 2015. Nhiệm vụ đã nghiên cứu thành công thiết kế môđun đo lường quán tính; xây dựng thuật toán xác định tư thế góc và các thuật toán hiệu chỉnh, hiệu chuẩn khi sử dụng các cảm biến đo vi cơ quán tính; xây dựng thuật toán điều khiển cho tay máy có khớp đòn hồi; thiết kế giá điều khiển robot công nghiệp theo mô hình bán tự nhiên có gắn IMU và thiết kế bộ điều khiển PID số, Observer Backstepping; thực hiện điều khiển và so sánh, đánh giá.

ThS. Dương Đình Nông và cộng sự (Trường Cao đẳng Công nghiệp Thái Nguyên, Bộ Công Thương) đã thực hiện “Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo Mobile Robot vận chuyển hàng hóa” năm 2015.

---

1. Tổng hợp thông tin từ Cơ sở dữ liệu quốc gia về nhiệm vụ khoa học và công nghệ của Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ.

Đề tài đã nghiên cứu tổng quan về mobile robot, robot vận chuyển, các phương pháp điều khiển cơ bản của robot vận chuyển hàng hóa trong các phân xưởng sản xuất; lựa chọn mobile robot có số bánh nhiều hơn hoặc bằng ba bánh, xây dựng mô hình toán học, xác định yêu cầu điều khiển; xây dựng bộ điều khiển, viết chương trình điều khiển; xây dựng hệ thống bài tập thực hành, hướng dẫn sử dụng và bảo dưỡng cho robot.

Trung tâm Nghiên cứu Điện - Điện tử, Đại học Đà Nẵng đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu ứng dụng robot cho các dây chuyền hàn sàn thùng xe ben trong nhà máy sản xuất ôtô” năm 2015. Trong khuôn khổ của đề tài, PGS.TS. Đoàn Quang Vinh và nhóm nghiên cứu đã đánh giá tổng quan về tình hình nghiên cứu công nghệ hàn sử dụng robot trong nước và quốc tế; thiết kế phần cơ, phần điện và phần mềm cho dây chuyền công nghệ hàn tự động dùng robot; chế tạo dây chuyền công nghệ hàn tự động dùng robot; hoàn chỉnh các nguồn hàn hiện nay thành nguồn hàn tự động ghép nối robot; thiết kế chế tạo cụm điều khiển hoạt động của robot; thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển cho toàn bộ hệ thống; chạy thử nghiệm và hiệu chỉnh hệ thống.

Năm 2016, tác giả Nguyễn Hồng Phúc (Công ty TNHH Chế tạo máy A.K.B, Thành phố Hồ Chí Minh) đã thực hiện nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thử nghiệm robot bốc xếp hàng lên pallet. Trên cơ sở khảo sát, phân tích, đề xuất cấu hình robot bốc xếp hàng lên pallet, tác giả đã nghiên cứu mô hình phần cơ khí cho robot; thiết kế chi tiết cơ khí và chế tạo phần cơ khí và cơ điện cho robot; tích hợp phần cơ khí hệ thống; nghiên cứu bộ điều khiển AC servo với các giải pháp bảo đảm độ chính xác và công suất tiêu thụ; nghiên cứu thiết kế, chế tạo phần cứng hệ điều khiển AKB Palletizer Robot; nghiên cứu giải thuật điều khiển thích hợp cho robot; đồng thời thiết kế phần mềm điều khiển cho robot bốc xếp hàng lên pallet.

“Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo robot dạng người ứng dụng công nghệ thị giác máy tính phục vụ cho quảng cáo” là đề tài nghiên

cứu được thực hiện bởi nhóm tác giả Nguyễn Mạnh Thắng (Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa - Bộ Công Thương) vào năm 2018. Nhóm tác giả đã đánh giá tổng quan về robot dạng người có thể làm việc trong môi trường tương tự như môi trường hoạt động của con người; robot dạng người có thể sử dụng các công cụ tương tự như con người; robot dạng người có hình dạng tương tự con người. Đồng thời, các tác giả cũng tập trung nghiên cứu các ứng dụng của robot trong các lĩnh vực nghiên cứu, giải trí, giáo dục, y tế, quân sự, hàng không vũ trụ...; robot gồm thân, hai cánh tay, đầu và môđun chuyển động, module chuyển động sẽ sử dụng các bánh xe, trang bị ít nhất là hai hệ thống cảm biến dẫn đường và tránh vật cản.

### **3. Công nghệ mô phỏng**

Công nghệ mô phỏng được ứng dụng trong lĩnh vực thiết kế nhằm tối ưu hóa, dự đoán trong thực tế, giúp người sản xuất tiết kiệm được thời gian, công sức,... Các sản phẩm được mô phỏng, thí nghiệm, tính toán trong môi trường ảo. Nền tảng của công nghệ này là phương pháp phần tử hữu hạn và thể tích hữu hạn.

Một số nghiên cứu về công nghệ mô phỏng trong thời gian gần đây<sup>1</sup>:

Năm 2016, nhóm tác giả Hồ Xuân Thịnh, Ngô Khánh Hiếu và Trần Mạnh Vũ (Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh) đã nghiên cứu “Xây dựng mô hình số mô phỏng hoạt động không ổn định của pin nhiên liệu oxit rắn chạy bằng khí hidro và khí thiên nhiên”. Nghiên cứu tập trung xây dựng mô hình 2D cho hoạt động không ổn định của pin chạy bằng khí H<sub>2</sub> và khí thiên nhiên; kiểm định mô hình 2D bằng cách so sánh kết quả thu được với kết quả

1. Tổng hợp thông tin từ Cơ sở dữ liệu quốc gia về nhiệm vụ khoa học và công nghệ của Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ.

sẵn có trên sách báo; phát triển từ mô hình 2D thành 3D; kiểm định mô hình 3D bằng cách so sánh kết quả thu được với kết quả sẵn có.

“Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống mô phỏng xác định và điều khiển tư thế vệ tinh quan sát trái đất có độ chính xác cao” là đề tài nghiên cứu (năm 2016) của Trung tâm Vệ tinh Quốc gia, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam do ThS. Vũ Việt Phương là chủ nhiệm. Đề tài đã đánh giá tổng quan tình hình nghiên cứu hệ thống mô phỏng và thử nghiệm ADCS trong nước và quốc tế; thiết kế tổng quát hệ thống bộ mô phỏng và thử nghiệm ADCS; thiết kế bộ giả lập không trọng lực, mô hình phân hệ ADSC vệ tinh, bộ giả lập từ trường trái đất, bộ giải lập nguồn sáng mặt trời và phần mềm kết nối trung tâm - PASS cho bộ mô phỏng và thử nghiệm ADCS; tích hợp toàn bộ hệ thống bộ mô phỏng và thử nghiệm ADCS.

Tác giả Nguyễn Đức Sinh và cộng sự tại Bộ Công Thương đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu, xây dựng mô hình hệ thống phun nhiên liệu diesel điện tử kiểu ống phân phối kết nối với máy tính phục vụ đào tạo tại trường Cao đẳng Công nghiệp Việt Đức” năm 2017. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã nghiên cứu cơ sở lý luận về sử dụng mô phỏng trong quá trình dạy học và tổng quan về hệ thống phun nhiên liệu kiểu CR; ứng dụng phần mềm chuyên dụng để mô phỏng cấu tạo, nguyên lý hoạt động của hệ thống phun nhiên liệu kiểu CR; xây dựng mô hình mô phỏng cấu tạo, nguyên lý hoạt động của hệ thống phun nhiên liệu kiểu CR; thiết kế, lắp ráp mô hình dàn trải hệ thống phun nhiên liệu kiểu CR kết nối với máy tính. Kết quả nghiên cứu này đã được áp dụng phục vụ công tác đào tạo tại trường Cao đẳng Công nghiệp Việt Đức.

Năm 2018, nhóm tác giả Huỳnh Đông Phương, Cao Thanh Long và Võ Văn Tài (Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam) đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu khả năng ứng dụng ngôn ngữ mô hình hóa modelica để xây dựng thư viện đối tượng mô phỏng hệ

điều khiển lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt” tại Trung tâm Hạt nhân Thành phố Hồ Chí Minh. Đề tài đã tiến hành nghiên cứu chung về ngôn ngữ modelica và phương pháp mô hình hóa sử dụng modelica; ứng dụng modelica trong việc xây dựng mô hình bài toán động học lò điểm; khảo sát hệ điều khiển lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt; xây dựng cơ sở dữ liệu các môđun trong hệ điều khiển lò; lựa chọn các môđun tiêu biểu của hệ thống điều khiển lò để thực hiện việc xây dựng mô hình mô phỏng và đưa vào thư viện. Thư viện các môđun đã được xây dựng sau khi kết thúc đề tài.

#### **4. Công nghệ Internet kết nối vạn vật**

Về bản chất, Internet kết nối vạn vật là một mạng lưới kết nối mọi người, dữ liệu, quy trình và vật chất với nhau. Ngày càng nhiều sản phẩm được sản xuất với thiết kế phù hợp với công nghệ Internet kết nối vạn vật. Trong tương lai, khách hàng sẽ mong muốn các sản phẩm và dịch vụ được tùy chỉnh nhiều hơn theo nhu cầu và sở thích cụ thể của họ. Nhờ công nghệ Internet kết nối vạn vật, các nhà sản xuất có thể sáng tạo và thiết kế, cách mạng hóa các sản phẩm truyền thống và tạo ra nhiều loại sản phẩm mới.

Một số nghiên cứu về Internet kết nối vạn vật trong thời gian gần đây<sup>1</sup>:

Năm 2016, tác giả Cao Đức Minh và cộng sự tại Bộ Khoa học và Công nghệ đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn thiết lập tài nguyên số, truy cập mở về nhiệm vụ khoa học và công nghệ từ ngân sách nhà nước trên cơ sở ứng dụng dữ liệu lớn và Internet kết nối vạn vật (Big Data, Internet of Things)”. Đề tài đã tập trung làm rõ cơ sở lý luận và kinh nghiệm của các nước tiên tiến trong việc phát triển tài nguyên số, truy cập mở về nhiệm vụ

---

1. Tổng hợp thông tin từ Cơ sở dữ liệu quốc gia về nhiệm vụ khoa học và công nghệ của Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ.

khoa học và công nghệ sử dụng ngân sách nhà nước trên cơ sở ứng dụng công nghệ hiện đại, đặc biệt là dữ liệu lớn và Internet kết nối vạn vật. Nhóm tác giả đã thực hiện khảo sát, đánh giá hiện trạng về phát triển tài nguyên số và truy cập mở về nhiệm vụ khoa học và công nghệ sử dụng ngân sách nhà nước ở Việt Nam; đề xuất giải pháp và cơ chế phát triển tài nguyên số, truy cập mở về nhiệm vụ khoa học và công nghệ sử dụng ngân sách nhà nước trên cơ sở ứng dụng các công nghệ hiện đại, đặc biệt là dữ liệu lớn và Internet kết nối vạn vật.

Nhóm tác giả Nguyễn Đình Lượng tại Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa (Bộ Công Thương) đã thực hiện thành công đề tài “Nghiên cứu xây dựng hệ thống quản lý sản xuất ứng dụng mô hình Internet kết nối vạn vật cho công nghiệp (Industrial IoT, IIoT)” năm 2018. Các tác giả nghiên cứu tổng quan về IoT và IIoT; mô hình kiến trúc IoT: mô hình kiến trúc theo hướng tiếp cận chức năng, mô hình kiến trúc theo ISO/IEC 30141:2016, mô hình kiến trúc theo ITU-T, mô hình kiến trúc theo ISO/IEC 29182-2013. Bên cạnh đó, một số mô hình kiến trúc theo hướng tiếp cận hệ thống: mô hình kiến trúc theo ISO/IEC 30141:2016, mô hình kiến trúc theo Gartner cũng được nghiên cứu. Đề tài cũng tập trung nghiên cứu các ứng dụng tổng quan IoT; phân tích, thiết kế, xây dựng hệ thống quản lý sản xuất ứng dụng mô hình IIoT.

Năm 2018, tác giả Hà Duyên Trung (Viện Điện tử - Viễn thông) đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu, phát triển nền tảng Internet kết nối vạn vật (IoT) ứng dụng trong quản lý các khu công nghiệp, khu công nghệ cao”. Đề tài tập trung làm chủ công nghệ, phát triển nền tảng IoT định hướng phục vụ công tác quản lý các khu công nghiệp, khu công nghệ cao; thiết kế, chế tạo thiết bị cổng kết nối (IoT gateway) dựa trên nền tảng phần cứng mở, phục vụ thu thập dữ liệu, điều khiển các loại thiết bị cảm biến đo lường và giám sát; xây dựng nền tảng đám mây (IoT cloud) mã nguồn mở hỗ

trợ quản lý dữ liệu và phát triển ứng dụng phục vụ công tác quản lý các khu công nghiệp, khu công nghệ cao.

### **5. Công nghệ an ninh mạng**

Cách mạng công nghiệp 4.0 đã mang đến những hệ thống thông minh, được kết nối tự động hóa cao. Đi kèm với đó là những rủi ro mà các nhà sản xuất hiện nay phải đối mặt trong quá trình vận hành mạng lưới các hệ thống kỹ thuật số, đó là vấn đề an ninh mạng. Sự cần thiết phải cải thiện an ninh mạng trong cách mạng công nghiệp 4.0 trở nên quan trọng hơn từ khi tác động tiềm năng của các mối đe dọa dẫn tới sự ngừng sản xuất, hư hỏng sản phẩm, hư hỏng thiết bị, cũng như gây tổn thất về mặt tài chính và uy tín cho các nhà sản xuất.

An ninh mạng đang ngày càng có vai trò quan trọng, không chỉ trong ngành kinh tế, công nghệ, mà còn vì ý nghĩa to lớn hơn là bảo đảm an ninh và quốc phòng cho Tổ quốc. Nền tảng phát triển công nghệ thông tin tại Việt Nam là nền tảng vững chắc để xây dựng chiến lược phát triển cho công nghệ an ninh mạng.

Một số nghiên cứu về an ninh mạng trong thời gian gần đây<sup>1</sup>:

Năm 2017, tác giả Nguyễn Kim Quang và cộng sự tại Học viện Công nghệ Bưu chính viễn thông (Bộ Thông tin và Truyền thông) đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu kinh nghiệm xây dựng chiến lược quốc gia về an toàn không gian mạng và đề xuất cho Việt Nam”. Đề tài đã phân tích một số khái niệm cơ bản về không gian mạng, an toàn không gian mạng và chiến lược quốc gia về an toàn không gian mạng. Đề tài sử dụng các công cụ phân tích định tính và định tính so sánh để tìm ra đặc điểm chung và khám phá động cơ đằng sau các chiến lược đó. Bên cạnh phương pháp nghiên cứu định tính

---

1. Tổng hợp thông tin từ Cơ sở dữ liệu quốc gia về nhiệm vụ khoa học và công nghệ của Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ.

và định tính so sánh truyền thống, sử dụng các bảng biểu trực tiếp, nhóm đề tài sử dụng phần mềm Nvivo chuyên phân tích dữ liệu định tính để xác định các thành phần chung trong chiến lược an toàn không gian mạng các quốc gia trên thế giới. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới việc xây dựng chiến lược an toàn không gian mạng ở Việt Nam, từ đó đề xuất phương pháp xây dựng chiến lược an toàn không gian mạng, một số nét chính về tầm nhìn, mục tiêu, nguyên tắc và các kế hoạch hành động trong chiến lược an toàn không gian mạng của Việt Nam.

Năm 2017, tác giả Hoàng Xuân Dậu (Học Viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông) thực hiện đề tài “Nghiên cứu phát triển hệ thống phân tích vết truy cập dịch vụ cho phép phát hiện, cảnh báo hành vi bất thường và nguy cơ mất an toàn thông tin trong Chính phủ điện tử”. Đề tài tập trung: nghiên cứu, đề xuất giải pháp thu thập và phân tích vết truy cập các máy chủ tại các cơ quan cấp trung ương, tỉnh, thành phố nhằm trích xuất các thông tin có giá trị hỗ trợ phát hiện, cảnh báo hành vi bất thường và đảm bảo an toàn thông tin; xây dựng, phát triển hệ thống phân tích nhật ký vết truy cập dịch vụ hỗ trợ phát hiện, cảnh báo hành vi bất thường và nguy cơ mất an toàn thông tin và triển khai thử nghiệm tại cơ quan cấp Trung ương, tỉnh, thành phố.

Tác giả Đỗ Việt Mạnh, Công ty cổ phần Giải pháp công nghệ thông tin và truyền thông MQ thực hiện đề tài “Nghiên cứu, phát triển kho phần mềm mã nguồn mở cho máy tính sạch đảm bảo an toàn thông tin phục vụ Chính phủ điện tử” (năm 2018). Đề tài đặt mục tiêu thực hiện: làm chủ, tuỳ biến và bản địa hoá kho phần mềm mã nguồn mở cho máy tính sạch, bảo đảm an toàn thông tin, có giao diện trực quan, thân thiện và dễ sử dụng trong Chính phủ điện tử; xây dựng kho phần mềm cho phép cài đặt và sử dụng các sản phẩm phần mềm mã nguồn mở “sạch” cho các máy tính “sạch” đảm bảo an toàn thông tin phục vụ Chính phủ điện tử; xây dựng công cụ an toàn đánh giá mức độ an toàn của các sản phẩm phần

mềm mã nguồn mở. Bên cạnh đó, kết quả của đề tài sẽ đề xuất giải pháp tổng thể để phát triển cộng đồng bảo đảm duy trì, cập nhật và phát triển bền vững kho phần mềm mã nguồn mở phục vụ Chính phủ điện tử.

“Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị chuyển mạch (Switch) có tính năng an toàn, bảo mật thông tin trên nền tảng FPGA và mã nguồn mở” là đề tài do tác giả Thái Trung Kiên (Viện Công nghệ thông tin) chủ trì thực hiện năm 2018. Đề tài tập trung việc làm chủ công nghệ, chế tạo thiết bị chuyển mạch mạng LAN có tính năng an toàn thông tin; đề xuất giải pháp công nghệ sản xuất quy mô công nghiệp của một số thiết bị mạng đáp ứng nhu cầu sử dụng trong nước, dần thay thế các sản phẩm nhập ngoại, tích lũy, phát triển đội ngũ, nhân lực có trình độ cao trong lĩnh vực an toàn thông tin.

Năm 2018, tác giả Hoàng Mạnh Cường, Công ty cổ phần công nghệ công nghiệp bưu chính viễn thông đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu, phát triển máy tính an toàn phục vụ Chính phủ điện tử”. Mục tiêu của đề tài nhằm thực hiện việc làm chủ công nghệ thiết kế, chế tạo máy tính an toàn phục vụ Chính phủ điện tử; chế tạo thử nghiệm thành công máy tính an toàn; nghiên cứu, sản xuất và phát triển máy tính cá nhân trên kiến trúc của Intel sử dụng Secured BIOS và TPM Module để kiểm tra toàn vẹn của UEFI BIOS trong quá trình khởi động; mã hóa và giải mã Bootloader.

## **6. Công nghệ đám mây**

Điện toán đám mây (Cloud Computing) theo định nghĩa của IBM là việc cung cấp các tài nguyên máy tính cho người dùng tùy theo mục đích sử dụng thông qua kết nối Internet. Nguồn tài nguyên đó có thể là bất kỳ thứ gì liên quan đến điện toán và máy tính, ví dụ như phần mềm, phần cứng, hạ tầng mạng cho đến các máy chủ và mạng lưới máy chủ cỡ lớn.

Và với sự ra đời của điện toán đám mây, hệ thống sản xuất thông minh cho phép thực hiện nhiều hoạt động hơn là chỉ thay thế các chức năng hiện có.

Một số nghiên cứu về công nghệ đám mây trong thời gian gần đây<sup>1</sup>:

Tác giả Nguyễn Đình Lượng và cộng sự tại Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa (Bộ Công Thương) đã thực hiện đề tài nghiên cứu “Nghiên cứu tiếp cận ứng dụng công nghệ điện toán đám mây phục vụ điều hành quản lý doanh nghiệp” năm 2013. Đề tài đã tập trung nghiên cứu cơ sở lý thuyết về công nghệ điện toán đám mây; giới thiệu một số nền tảng điện toán đám mây; xây dựng kết cấu hạ tầng điện toán đám mây sử dụng các công nghệ mã nguồn mở; xây dựng các chức năng của phần mềm và kết quả thực nghiệm.

Năm 2015, tác giả Huỳnh Đức Nghĩa và nhóm nghiên cứu của Cục Thương mại điện tử và Công nghệ thông tin (Bộ Công Thương) đã thực hiện thành công đề tài “Nghiên cứu mô hình “Điện toán đám mây” (Cloud computing) và đề xuất triển khai áp dụng tại Trung tâm Tích hợp dữ liệu Bộ Công Thương”. Các tác giả đã nghiên cứu công nghệ điện toán đám mây và các lợi ích nổi bật của công nghệ điện toán đám mây; khảo sát mô hình mạng, mô hình bảo mật, mô hình máy chủ và máy tính người sử dụng; xây dựng mô hình, ứng dụng triển khai công nghệ Điện toán đám mây: xây dựng hệ thống điện toán đám mây tại Trung tâm Tích hợp dữ liệu Bộ Công Thương; xây dựng mô hình, giải pháp bảo mật an toàn, an ninh thông tin công nghệ điện toán đám mây; triển khai thử nghiệm mô hình điện toán đám mây; triển khai ảo hóa máy trạm thử nghiệm ứng dụng tại Bộ Công Thương.

---

1. Tổng hợp thông tin từ Cơ sở dữ liệu quốc gia về nhiệm vụ khoa học và công nghệ của Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ.

Nhóm tác giả Nguyễn Hồng Vân tại Cục Thông tin khoa học và công nghệ quốc gia (Bộ Khoa học và Công nghệ) đã tiến hành “Nghiên cứu, đề xuất và triển khai thử nghiệm mô hình điện toán đám mây cho mạng nghiên cứu và đào tạo Việt Nam (VinaREN) dựa trên nền tảng mã nguồn mở” năm 2016. Trên cơ sở đánh giá tổng quan tình hình nghiên cứu trong nước và quốc tế về điện toán đám mây, nhóm tác giả đã nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn về điện toán đám mây sử dụng mã nguồn mở; nghiên cứu áp dụng điện toán đám mây trên nền tảng mã nguồn mở cho mạng nghiên cứu và đào tạo Việt Nam (VinaREN); thiết kế thử nghiệm, xây dựng quy trình triển khai hạ tầng điện toán đám mây VinaREN; triển khai thử nghiệm đám mây riêng VinaREN và đánh giá tác động và khả năng ứng dụng kết quả.

Trong khuôn khổ của Chương trình quốc gia nghiên cứu, đào tạo và xây dựng hạ tầng kỹ thuật công nghệ cao, tác giả Phạm Hùng Mạnh và nhóm nghiên cứu của Công ty cổ phần công nghệ công nghiệp bưu chính viễn thông (Bộ Thông tin và Truyền thông) đã thực hiện “Nghiên cứu phát triển và sản xuất thiết bị truy nhập Wifi (Access Point) dùng cho mạng VNPT Wifi dựa trên nền điện toán đám mây”. Đề tài đã thực hiện thành công nghiên cứu phát triển Indoor Access Point và Outdoor Access Point; các phần mềm quản lý bao gồm: hệ thống điều khiển đám mây (Cloud Controller), hệ thống quản lý dịch vụ Wifi Core SMP và hạ tầng Cloud; triển khai thực nghiệm bao gồm quy mô thử nghiệm, thời gian thử nghiệm, địa điểm và quá trình thử nghiệm.

## **7. Công nghệ in 3D**

Công nghệ in 3D, hay còn gọi công nghệ chế tạo đắp lớp (additive manufacturing), là quá trình tạo ra vật thể thật trong không gian 3 chiều với vật liệu được đắp lên và hình thành theo sự điều khiển của máy tính.

Công nghệ in 3D vẫn luôn được xem là một trong những thành phần điển hình của sản xuất thông minh bên cạnh công nghệ Internet kết nối vạn vật, trí tuệ nhân tạo... Mẫu 3D giúp cho bên thiết kế và kỹ sư làm việc hiệu quả hơn. Trước đây khuôn mẫu sản phẩm phải được đúc thử hoặc phải làm trước hẳn một sản phẩm để kiểm định. Nhưng nay in 3D giúp tăng tốc quá trình này, giúp nhà sản xuất đưa ra ý tưởng trong thời gian rất ngắn và không tốn kém.

Một số nghiên cứu về công nghệ in 3D trong thời gian gần đây<sup>1</sup>:

Tác giả Đặng Văn Nghìn, Viện Cơ học và Tin học ứng dụng (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam) đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu thiết kế chế tạo và điều khiển CNC hệ thống tạo mẫu nhanh” năm 2013. Mục tiêu của đề tài là làm chủ công nghệ, thiết kế chế tạo, xây dựng phần mềm cắt lớp, phần mềm điều khiển máy tạo mẫu nhanh theo công nghệ dùn và giá thành hợp lý cho các doanh nghiệp Việt Nam. Bên cạnh đó, mục tiêu thứ hai của đề tài là xây dựng và phát triển đội ngũ khoa học trong lĩnh vực tạo mẫu nhanh. Kết quả của đề tài đã có những đóng góp quan trọng về khoa học: xây dựng phương pháp nghiên cứu hiện đại bảo đảm sự liên kết giữa lý thuyết và thực nghiệm trong các nghiên cứu đòi hỏi tính khoa học cao; là cơ sở để phát triển các hướng nghiên cứu trong lĩnh vực tạo mẫu nhanh sản phẩm và chế tạo các chi tiết cấy ghép trong y học. Về ứng dụng, sản phẩm của đề tài có khả năng ứng dụng cao trong các doanh nghiệp nhựa và khuôn mẫu. Ngoài ra, có thể áp dụng trong lĩnh vực thiết kế và phát triển sản phẩm nhằm rút ngắn thời gian từ quá trình thiết kế đến khi ra sản phẩm, sản xuất đồ chơi, khảo cổ, y học...

Tác giả Lê Đại Hưng và cộng sự tại Viện Dệt May (Bộ Công Thương) đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu thiết kế chế tạo máy in

---

1. Tổng hợp thông tin từ Cơ sở dữ liệu quốc gia về nhiệm vụ khoa học và công nghệ của Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ.

kỹ thuật số cho hiệu ứng 3D trên sản phẩm may” năm 2017. Đề tài đã thực hiện thành công nghiên cứu các quy trình công nghệ in hình ảnh lên sản phẩm may, đặc biệt là quy trình công nghệ in phun kỹ thuật số tạo hiệu ứng 3D: nguyên lý tạo màu trong công nghệ in, các công nghệ in trên sản phẩm may, phương pháp in và dầu in trong công nghệ in kỹ thuật số trên sản phẩm may, các loại mực in dùng trong công nghệ in trên sản phẩm may; nghiên cứu các thiết bị in phun kỹ thuật số hiện có trên thế giới để làm cơ sở lựa chọn thiết kế, nghiên cứu nguyên lý hoạt động của máy in kỹ thuật số tạo hiệu ứng 3D, nghiên cứu cấu tạo máy in kỹ thuật số tạo hiệu ứng 3D, giải pháp lựa chọn thiết kế máy.

***Phụ lục 2: DANH MỤC THAM KHẢO***  
**MỘT SỐ TIÊU CHUẨN PHỤC VỤ SẢN XUẤT THÔNG MINH**

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
1.	Information Technology - Terminology for Embedded Systems  Công nghệ thông tin - Thuật ngữ cho hệ thống nhúng	GB/T 22033-2008
2.	Networked Manufacturing - Technical Terminology  Sản xuất kết nối - Thuật ngữ kỹ thuật	GB/T 25486-2010
3.	Technical Product Documentation - Requirements for Computer Aided Design and Drafting - Vocabulary  Tài liệu sản phẩm kỹ thuật - Yêu cầu cho thiết kế và phác thảo hỗ trợ bằng máy tính - Từ vựng	ISO/TR 10623-1992 GB/T 15751-1995
4.	Manufacturing Information - Technical Terminology  Thông tin sản xuất - Thuật ngữ kỹ thuật	GB/T 18725-2008
5.	Industrial-Process Measurement, Control and Automation Reference Model for presentation of Production Facilities (Digital Factory)  Điều khiển, đo lường quá trình công nghiệp và mô hình tham chiếu tự động hóa cho thể hiện trang thiết bị sản xuất (nhà máy số)	IEC 62794 IEC TC65 GB/Z 32235-2015
6.	Supply Chain Management Business Reference Model  Mô hình tham chiếu quản trị chuỗi cung cấp cho doanh nghiệp	GB/T 25103-2010
7.	Information Technology - Metadata Registries (MDR)  Công nghệ thông tin - Đăng ký siêu dữ liệu	ISO/IEC 11179 ISO/IEC JTC1 SC32 GB/T 18391.1-18391.6

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
8.	Information Technology - Procedures for Achieving Metadata Registry Content Consistency Công nghệ thông tin - Quá trình lưu trữ nội dung đăng ký siêu dữ liệu	ISO/IEC TR 20943 ISO/IEC JTC1 SC32 GB/T 23824
9.	Information Technology - Sensor Networks - Part 501: Identification: Identifier Encoding Rules for Sensor Node Công nghệ thông tin - Mạng cảm biến - Phần 501: Định danh: quy tắc mã hóa định danh cho nút cảm biến	GB/T 30269.501-2014
10.	Additive Manufacturing - General principles Sản xuất bồi đắp - Nguyên lý cơ bản	ISO 17296-1:2014 ISO 17296-2:2015 ISO 17296-3:2014
11.	Modbus Test Specification Thông số kỹ thuật thử nghiệm Modbus	GB/T 25919-2010
12.	Additive Manufacturing - Main Characteristics and Corresponding Test Methods Sản xuất bồi đắp - Thông số chính và phương pháp thử tương ứng	ISO 17296-3:2014 2015139-T-604
13.	Programmable Controllers - Part 1: General Information Bộ điều khiển chương trình - Phần 1: Thông tin chung	IEC 61131 GB/T15969.1- 15969.8
14.	Higher Performance Protocol for the Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation Hiệu suất cao hơn cho giao diện kỹ thuật số tiêu chuẩn cho thiết bị lập trình	GB/T 15946-2008
15.	Industrial Robots - Graphical User Interfaces for Programming and Operation of Robots (GUI-R) Robot công nghiệp - Giao diện người dùng đồ họa để lập trình và vận hành robot (GUI-R)	GB/T 19399-2003

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
16.	Robot General Bus Communication Protocol Giao thức truyền thông Robot Bus	GB/T 29825-2013
17.	Data Interface for Software of Rapid Prototyping Giao diện dữ liệu cho phần mềm tạo mẫu nhanh	GB/T 25632-2010
18.	Technical Product Documentation - Life Cycle Model and Allocation of Documents Tài liệu sản phẩm kỹ thuật - Mô hình vòng đời và phân bổ tài liệu	ISO 15226:1999 GB/T 19097-2003
19.	Technical Product Documentation - Handling of Computer - based Technical Information - Security Requirements Tài liệu sản phẩm kỹ thuật - Xử lý thông tin kỹ thuật dựa trên máy tính - Yêu cầu bảo mật	ISO 11442 GB/T 16722.1~16722.4
20.	Rule of CAD Engineering Drawing Quy tắc vẽ kỹ thuật CAD	GB/T 18229-2000
21.	Management of CAD Documents Quản lý tài liệu CAD	GB/T 17825.1-17825.10
22.	Specification for Function of Computer Aided Process Planning System Đặc tả chức năng của hệ thống lập kế hoạch quy trình hỗ trợ máy tính	GB/T 28282-2012
23.	Specification of Industry Enterprise Informationization Integration System Đặc tả hệ thống tích hợp thông tin doanh nghiệp công nghiệp	GB/T 26335-2010
24.	Industrial Automation Systems - Requirements for Enterprise-Reference Architectures and Methodology Hệ thống tự động hóa công nghiệp - Yêu cầu về kiến trúc và phương pháp cấu trúc lại doanh nghiệp	ISO 15704:2000 GB/T 18757-2008

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
25.	Industrial Automation Systems - Concepts and Rules for Enterprise Models Hệ thống tự động hóa công nghiệp - Khái niệm và quy tắc mô hình doanh nghiệp	ISO 14258:1998 GB/T 18999-2003
26.	Industrial Automation Systems - Manufacturing Message Specification Hệ thống tự động hóa công nghiệp - Thông số kỹ thuật thông báo	ISO 9506 GB/T 16720.1-16720.4
27.	Industrial Automation Systems and Integration-manufacturing Software Capability Profiling for Interoperability - Part 1: Framework Các hệ thống tự động hóa công nghiệp và tích hợp khả năng sản xuất phần mềm - Khả năng tương tác - Phần 1: Khung	GB/T 19902.1-19902.6 ISO 16100
28.	Industrial Automation Systems and Integration - Service Interface for Testing Applications Hệ thống tự động hóa công nghiệp và tích hợp - Giao diện dịch vụ tích hợp cho các ứng dụng thử nghiệm	ISO 20242
29.	Industrial Automation Systems and Integration - Open Systems Application Integration Framework - Part 1: Generic Reference Description Tích hợp và hệ thống tự động hóa công nghiệp - Khung tích hợp ứng dụng hệ thống mở - Phần 1: Mô tả tham khảo chung	ISO 15745 GB/T 19659.1-19659.5
30.	Industrial Automation Systems and Integration Product Data Representation and Exchange Tích hợp hệ thống tự động hóa công nghiệp - Đại diện và trao đổi dữ liệu sản phẩm	ISO 10303 GB/T 16656.501-2005

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
31.	Industrial Automation Systems and Integration - Diagnostics, Capability Assessment and Maintenance Applications Integration - Part 1: Overview and General Requirements  Tích hợp và hệ thống tự động hóa công nghiệp - Chẩn đoán, đánh giá năng lực và tích hợp các ứng dụng bảo trì - Phần 1: Tổng quan và yêu cầu chung	ISO 18435 GB/T 27758
32.	Industrial Automation Systems and Integration - Process Specification Language  Tích hợp và hệ thống tự động hóa công nghiệp - Ngôn ngữ quy định cụ thể	ISO 18629 GB/T 20719
33.	Industrial Automation Systems and Integration - Functional Architecture of Manufacturing Execution System  Tích hợp và hệ thống tự động hóa công nghiệp - Kiến trúc chức năng của hệ thống thực thi sản xuất	GB/T 25485-2010
34.	Industrial Automation - Shop Floor Production  Tự động hóa công nghiệp - Sàn cửa hàng sản xuất	ISO/TR 10314 GB/T 16980.1-16980.2
35.	Implementation Guide for Enterprise Informationization System Integration  Hướng dẫn triển khai tích hợp hệ thống thông tin cho doanh nghiệp	GB/T 26327-2010
36.	Enterprise Integration - Constructs for Enterprise Modeling - Enterprise Resource Planning  Tích hợp doanh nghiệp - Xây dựng mô hình hóa doanh nghiệp - Lập kế hoạch nguồn lực doanh nghiệp	ISO 19440-2007 GB/T 22454-2008
37.	Enterprise Application PDM Implementing Specification  Thông số kỹ thuật triển khai ứng dụng doanh nghiệp PDM	GB/Z 18727-2002

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
38.	Enterprise-Control System Integration Tích hợp hệ thống kiểm soát doanh nghiệp	IEC 62264 GB/T 20720.1~20720.3
39.	Networked Manufacturing System Implementing Specification Thông số kỹ thuật hệ thống sản xuất nối mạng	GB/T 25487-2010
40.	Networked Manufacturing Environment - Business Interoperability Protocol and Model Môi trường sản xuất nối mạng - Mô hình và giao thức tương tác kinh doanh	GB/T 30095-2013
41.	Integrated Model for Networked Manufacturing System Mô hình tích hợp cho hệ thống sản xuất nối mạng	GB/T 25488-2010
42.	Evaluation System for Manufacturing Informatization Hệ thống đánh giá cho tin học sản xuất	GB/T 31131-2014
43.	Condition Monitoring and Diagnostics of Machines - Data Processing, Communication and Presentation Giám sát tình trạng và chẩn đoán máy móc - Xử lý dữ liệu, truyền thông và trình bày	ISO 13374 GB/T 22281.1~22281.2
44.	Functional Architecture of ASP Platform for Networked Manufacturing Kiến trúc chức năng của nền tảng ASP cho sản xuất nối mạng	GB/T 25460-2010
45.	Specification of Enterprise Information Integration in Network Environment Thông số tích hợp thông tin doanh nghiệp trong môi trường mạng	GB/T 18729-2011
46.	General Specifications of Automatic Guided Vehicles OPC Unified Architecture Yêu cầu kỹ thuật chung cho xe tự hành - kiến trúc thống nhất OPC	GB/T 20721-2006

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
47.	Energy Efficiency through Automation Systems Tiết kiệm năng lượng thông qua hệ thống tự động hóa	IEC/TR 62837: 2013 20141328-T-604
48.	Information Technology - Cloud Data Storage and Management - Part 2: Object-based Cloud Storage Application Interface Công nghệ thông tin - Quản lý và lưu trữ dữ liệu đám mây - Phần 2: Giao diện ứng dụng lưu trữ đám mây dựa trên đối tượng	GB/T 31916.2-2015
49.	Software Engineering - Product Quality Kỹ thuật phần mềm - Chất lượng sản phẩm	GB/T 16260.1~16260.4
50.	Systems Engmevering - A Guide for the Application of GB/T 22032 (System Life Cycle Processes) Hướng dẫn sử dụng hệ thống Engmevering - Hướng dẫn ứng dụng GB / T 22032 (Quy trình vòng đời hệ thống)	GB/Z 31103-2014
51.	Information Technology - Sensor Networks - Part 301: Communication and Information Exchange: Network Layer and Application Support Sublayer Technical Specifications for Low-Rate Wireless Sensor Networks Công nghệ thông tin - Bộ cảm biến mạng - Mạng - Phần 301: Truyền đạt và trao đổi thông tin: Lớp mạng và ứng dụng hỗ trợ thông số kỹ thuật của người đăng ký cho mạng cảm biến không dây tốc độ thấp	GB/T 30269.301-2014
52.	Information Technology - Telecommunications and Information Exchange between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer	GB/T 15629.3-2014

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
	Công nghệ cải tiến - Công nghệ viễn thông và trao đổi thông tin giữa các hệ thống - Mạng cục bộ và khu vực đô thị - Yêu cầu cụ thể - Phần 3: Phương thức truy cập đa phương tiện với phát hiện va chạm (CSMA/CD)	
53.	Information Technology - Telecommunication and Information Exchange between Systems - OSI Routing Framework Công nghệ thông tin - Viễn thông và trao đổi thông tin giữa các hệ thống - Khung định tuyến OSI	GB/Z 17977-2000
54.	Information Technology - Enhanced Communication Transport Protocol - Part 1: Specification of Simplex Multicast Transport Công nghệ thông tin - Giao thức truyền thông truyền thông nâng cao - Phần 1: Thông số của vận chuyển đa tuyến đơn giản	GB/T 26241.1-2010
55.	Information Technology Relayed Multicast Control Protocol (RMCP) - Part 1: Framework Công nghệ thông tin chuyển tiếp giao thức điều khiển đa luồng (RMCP) - Phần 1: Khung	GB/T 26243.1-2010
56.	Information Technology - Sensor Networks - Part 2: Terminology Công nghệ thông tin - Mạng cảm biến - Phần 2: Thuật ngữ	GB/T 30269.2-2013
57.	Information Technology - Sensor Networks - Part 501: Identification: Identifier Encoding Rules for Sensor Node Công nghệ thông tin - Mạng cảm biến mạng - Phần 501: Nhận dạng: Quy tắc mã hóa định danh cho nút cảm biến	GB/T 30269.501-2014

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
58.	Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements Công nghệ thông tin - Công nghệ viễn thông và trao đổi thông tin giữa các hệ thống - Mạng cục bộ và khu vực đô thị - Yêu cầu cụ thể	GB/T 15629
59.	Information Technology - Sensor Network - Part 701: Sensor Interface: Signal Interface Công nghệ thông tin - Mạng cảm biến - Phần 701: Giao diện cảm biến: Giao diện tín hiệu	GB/T 30269.701-2014
60.	Digital Data Communication for Measurement and Control - Fieldbus for Use in Industrial Systems - Type 3: PROFIBUS Specification. Truyền thông dữ liệu số để đo lường và kiểm soát. Fieldbus sử dụng trong các hệ thống công nghiệp. Loại 3: Thông số kỹ thuật PROFIBUS	IEC 61158 IEC 61784 GB/T 20540-2006
61.	Digital Data Communication for Measurement and Control - Fieldbus for Use in Industrial Control Systems - Type 10: PROFINET Specification Truyền thông dữ liệu số để đo lường và điều khiển - Fieldbus được sử dụng trong các hệ thống điều khiển công nghiệp - Loại 10: Thông số kỹ thuật của PROFINET	IEC 61158 IEC 61784 GB/T 20541-2006
62.	Digital Data Communication for Measurement and Control - Fieldbus for Use in Industrial Control Systems Type 2: ControlNet and EtherNet/IP Specification Truyền thông dữ liệu số để đo lường và kiểm soát - Fieldbus được sử dụng trong các hệ thống điều khiển công nghiệp Loại 2: Đặc tả ControlNet và EtherNet/IP	IEC 61158, IEC 61784 GB/Z 26157-2010

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
63.	Digital Data Communication for Measurement and Control - Fieldbus for Use in Industrial Control Systems - Type 8: INTERBUS Specification  Truyền thông dữ liệu số để đo lường và điều khiển - Fieldbus được sử dụng trong các hệ thống điều khiển công nghiệp - Loại 8: Đặc tả INTERBUS	IEC 61158 IEC 61784 GB/Z 29619-2013
64.	Industrial Communication Networks - Fieldbus Specifications - Type 20 HART specification  Các mạng truyền thông công nghiệp các thông số kỹ thuật của Fieldbus - Loại 20: Đặc tả HART	IEC 61158 IEC 61784 GB/T 29910-2013
65.	Industrial Communication Networks - Fieldbus Specifications - Type '10: PROFINET IO Specifications  Mạng truyền thông công nghiệp các thông số kỹ thuật của Fieldbus - Loại '10: Thông số kỹ thuật IO của PROFINET	IEC 61158 IEC 61784 GB/T 25105
66.	Industrial Communication Networks - Fieldbus Specifications - Type 20 HART Specification - Part 5: Wireless HART Wireless Communication Network and Communication Profile  Mạng truyền thông công nghiệp các thông số kỹ thuật của Fieldbus - Loại 20: Đặc tả HART - Phần 5: Hồ sơ truyền thông và truyền thông không dây HART	GB/T 29910.5-2013
67.	Industrial Ethernet Fieldbus EtherCAT  Ethernet công nghiệp Fieldbus EtherCAT	IEC 61158 IEC 61784 GB/T 31230-2014
68.	Industrial Wireless Network WIA Specification  Mạng không dây công nghiệp thông số kỹ thuật WIA	IEC 62601 GB/T 26790.1~26790.2

TT	Nội dung liên quan	Tham khảo tiêu chuẩn quốc tế, nước ngoài
69.	Ethernet POWERLINK Communication profile Specification Thông số kỹ thuật truyền thông Ethernet POWERLINK	IEC 61158 GB/T 27960-2011
70.	Modbus - Industrial Automation Network Specification Modbus - Đặc tả mạng tự động hóa công nghiệp	IEC 61158 IEC 61784 GB/T 19582-2008

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. E. Wallace and F. Riddick, “Panel on Enabling Smart Manufacturing,” State College, USA, 2013.
2. S. Kumar, “Intelligent manufacturing systems,” <http://pchats.tripod.com/int manu.pdf>.
3. Xifan. Y, Jiajun. Z, Jiangming. Z and Claudio. RB, From Intelligent Manufacturing to Smart Manufacturing for Industry 4.0 Driven by Next Generation Artificial Intelligence and Further On, 5th International Conference on Enterprise Systems (ES), 2017.
4. S. Wang, J. Wan, D. Li, and C. Zhang, “Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook,” Int. J. of Distributed Sensor Networks, No.4, pp. 1-10, 2016.
5. J. Bruner, “Industrial Internet: The machines are talking,” O'Reilly Media, Sebastopol, USA, 2013.
6. Stephen, JE. A policymaker's guide to smart manufacturing. Report, Information Technology & Innovation Foundation, Washington, DC, November 2016.
7. Kusiak, A. 1990a. “Editorial.” Journal of Intelligent Manufacturing 1 (1): 1.
8. Kusiak, A. 1990b. Intelligent Manufacturing Systems. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
9. Kusiak, A. Smart manufacturing. Int J Prod Res 2017; 14: 1–10.
10. Kusiak, A. A four-part plan for smart manufacturing. ISE Mag 2017; 49: 43–47.
11. D. S. Eric, K. Kyoung-sook, E. Subrahmanian, R. Lee, F. J. de Vaulx, Y. Murakami, K. Zettsu, R. D. Sriram, (2013), A Vision of

- Cyber - Physical Cloud Computing for Smart Networked Systems. National Institute of Information and Communications Technology, Department of Commerce, pp. 61.
- 12. Y. Zhang, S. Ren, Y. Liu, and S. Si, "A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products," *J. of Cleaner Production*, 2016.
  - 13. S. Ullah Khan, "The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issues," *Information Systems* Vol.47, pp. 98-115, 2015.
  - 14. G. Wang, A. Gunasekaran, E. W. Ngai, and T. Papadopoulos, "Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications," *Int. J. of Production Economics*, Vol.176, pp. 98-110, 2016.
  - 15. T. Wuest, D. Weimer, C. Irgens, and K.-D. Thoben, "Machine learning in manufacturing: Advantages, challenges, and applications," *Production & Manufacturing Research*, Vol.4, No.1, pp. 23-45, 2016.
  - 16. Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical Questions for Big Data: Provocations for a Cultural, Technological, and Scholarly Phenomenon. *Information, Communication, & Society*, 15, 662-679.
  - 17. C. Loebbecke and A. Picot, "Reflections on societal and business model transformation arising from digitization and big data analytics: A research agenda," *The J. of Strategic Information Systems*, Vol.24, No.3, pp. 149–157, 2015.
  - 18. M. E. Porter and J. E. Heppelmann, "How Smart, Connected Products Are Transforming Companies, *Harvard Business Review*," Vol.93, No.10, pp. 96-114, 2015] [ F. J. Riggins and S. F. Wamba, "Research Directions on the Adoption, Usage, and Impact of the Internet of Things through the Use of Big Data Analytics," in: 2015 48th Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICSS), HI, USA, pp. 1531-1540.
  - 19. Tuptuk, N; Hailes, S; (2018) Security of smart manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 47 pp. 93-106.

20. Ren, D. Wu, W. Zhang, J. Terpenny, and P. Liu, "Cyber Security in Smart Manufacturing: Survey and Challenges," IIE Annu. Conf. Proc. Norcross, pp. 716–721, 2017.
21. T. Wuest, S. Wellsandt, and K.-D. Thoben, "Information Quality in PLM: A Production Process Perspective," in: A. Bouras, B. Eynard, S. Foufou, K.-D. 38ben (Eds.), "Product Lifecycle Management in the Era of Internet of Things," Springer Int. Publishing, Cham, pp. 826–834, 2016.
22. VDI/VDE, ZVEI, "Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0): Status Report," 2015.
23. Y. Lu, K. C. Morris, and S. Frechette, "Current Standards Landscape for SmartManufacturing Systems," National Institute of Standards and Technology, 2016.
24. Liu S, Cui W, Wu Y et al (2014) A survey on information visualization: recent advances and challenges. Vis Comput 30(12):1373–1393.
25. F Zhou, X Lin, C Liu, Y Zhao, P Xu, L Ren, T Xue, L Ren, A survey of visualization for smart manufacturing, Journal of Visualization, 1-17, 2018.
26. S. Vandermerwe, and J. Rada, "Servitization of business: Adding value by adding services," European Management J., Vol.6, No.4, pp. 314-324, 1998.
27. K.-D. Thoben, J. Eschenb acher, and H. Jagdev, "Extended Products: Evolving Traditional Product Concepts," in: K.-D. Thoben, F. Weber, K. S. Pawar (Eds.), Engineering the knowledge economy through co-operation: ICE 2001, the 7th International Conference on Concurrent Enterprising ; Bremen, Germany, 27 – 29th June 2001 ; [proceedings], Centre for Concurrent Enterprising, Univ. of Nottingham, Nottingham, pp. 429-440, 2001.Neely, O. Benedettini, and I. Visnjic, "The servitization of manufacturing: Further evidence," in: 18th European operations managementassociation conference, Cambridge, pp. 3–6, 2011.

28. Goroldt, S. Wiesner, and I. Westphal, "Product-Service Systems im Kontext von Industrie 4.0: Auf dem Weg zu CPSS," in: N. Gronau (Ed.), "Industrie 4.0 Management 1/2016: Product-Service Design," 2016.
29. Osterwalder and Y. Pigneur, "Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers," Wiley, Hoboken, N.J., 2013.
30. Arden L. Bement , "Standards and Infrastructure: Foundations of Manufacturing Competitiveness", [http://www.nist.gov/director/speeches/bement\\_032703.cfm](http://www.nist.gov/director/speeches/bement_032703.cfm)
31. The Empirical Economics of Standards JUNE 2005, DTI Economics Paper no.12, June 2005, <http://www.sis.se/upload/632555702720125533.pdf>
32. Economic Benefits of Standardization , DIN - German Institute for Standardization, 2000, <http://www.din.de/blob/89552/68849fab0eeeaaafb56c5a3ffee9959c5/economic-benefits-of-standardization-en-data.pdf>
33. Global Harmonization of Standards, [http://www.okstate.edu/ind-engr/step/WEBFILES/Papers/Global\\_Harm\\_body.htm](http://www.okstate.edu/ind-engr/step/WEBFILES/Papers/Global_Harm_body.htm)
34. Standards Learn, <http://www.standardslearn.org/>
35. German Standardization Roadmap, Industry 4.0. URL: [https://www.dke.de/de/std/documents/rz\\_roadmap%20industrie%204-0\\_engl\\_web.pdf](https://www.dke.de/de/std/documents/rz_roadmap%20industrie%204-0_engl_web.pdf)
36. The Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0), <http://www.zvei.org/Downloads/Automation/ZVEI-Industrie-40-RAMI-40-English.pdf>
37. <https://www.iot-at-work.eu/index.html>
38. H2020 call1 2014 - topic ICT1 "Smart Cyber-Physical Systems" - Overview of selected projects, <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/h2020-call1-2014-topic-ict1-smart-cyber-physical-systems-overview-selected-projects>

39. Chryssolouris G, Mavrikios D, Papakostas N, Mountzis D, Michalos G, Georgoulias K (2009) Digital manufacturing: history, perspectives, and outlook. *P I Mech Eng B-J Eng* 223(5):451-462.
40. SS Choi, K Jung, B Kulvatunyou, KC Morris, An analysis of technologies and standards for designing smart manufacturing systems, *J Res Natl Inst Stan* 121, 422-433.
41. Kulvatunyou B, Ivezic N, Wysk RA, Jones A (2003) Integrated product and process data for business to business collaboration. *Ai Edam* 17(3):253-270.
42. Subrahmanian E, Rachuri S, Fenves SJ, Foufou S, Sriram RD (2005) Product lifecycle management support: a challenge in supporting product design and manufacturing in a networked economy. *International Journal of Product Lifecycle Management* 1(1):4-25.
43. Mabert VA, Soni A, Venkataraman MA (2003) The impact of organization size on enterprise resource planning (ERP) implementations in the US manufacturing sector. *Omega-Int J Manage* S 31(3):235-246.
44. Lambert DM, Cooper MC, Pagh JD (1998) Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. *The International Journal of Logistics Management* 9(2):1-20.
45. Muhammad Y, Cong P, Lu H, Fan Y (2010) MES development and significant applications in manufacturing -A review. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Education Technology and Computer*, pp V5-97-V95-101.
46. Terzi, S., Flores, M., Garetti, M. and Macchi, M. (2005) 'Analysis of PLM dimensions', Paper presented at the 2nd International Conference on PLM, Lyon, 11–13 June, pp.175–184, France.
47. Terzi, S., Panetto, H., Morel, G. and Garetti, M. (2007) 'A holonic metamodel for product traceability in PLM', *Int. J. Product Lifecycle Management*, Vol. 2, No. 3, pp.253–289.

48. Saaksvuori, A. and Immonen, A. (2005) Product Lifecycle Management (2nd ed.). Berlin-Heidelberg: Springer.
49. Terzi, S., et al., Product lifecycle management—from its history to its new role. *International Journal of Product Lifecycle Management*, 2010. 4(4): p. 360-389.
50. Newman, S. T. and Nassehi, A. Universal manufacturing platform for CNC machining. *CIRP Ann.*, 2007, 56(1), 459–462.
51. Baldwin, L. P., Eldabi, T., Hlupic, V., and Irani, Z. Enhancing simulation software for use in manufacturing. *Logistics Inf. Mgmt*, 2000, 13(5), 263–270.
52. Papakostas, N., Makris, S., Alexopoulos, K., Mavrikios, D., Stournaras, A., and Chryssolouris, G. Modern automotive assembly technologies: status and outlook. In Proceedings of the First CIRP International Seminar on Assembly systems, Stuttgart, Germany, 2006, pp. 39–44 (Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart).
53. Dalton-Taggart, R. The move to digital manufacturing. Manufacturing Center, 2005, [http://www.manufacturingcenter.com/tooling/archives/0405/0405move\\_to\\_digital.asp](http://www.manufacturingcenter.com/tooling/archives/0405/0405move_to_digital.asp)
54. Brown, R. G. Driving digital manufacturing to reality. In Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, Orlando, Florida, USA, 10–13 December 2000, vol. 1, pp. 224–228 (IEEE, New York).
55. O'Leary, D.E. 2000. Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life Cycle, Electronic Commerce, and Risk. Cambridge: Cambridge Univ Pr.
56. Wei, C. and Wang, M. 2004. 'A comprehensive framework for selecting an ERP system'. *International Journal of Project Management*, 22: 161–169.
57. Ganeshan, R, and Harrison Terry P., "An. Introduction to Supply Chain Management," Department of Management Sciences and Information Systems, 1995.

58. Lee Hau L., and Corey Billington, "The Evolution of Supply-Chain-Management Models and Practice at Hewlett-Packard. Interfaces", 25 pp. 42-63: 5 September-October, 1995.
59. Christopher M. (1998), Logistics & Supply Chain Management:Strategies for Reducing Costs and Improving Services, Pitman Publishing, and London.
60. Chopra S. and Meindl's (2001) book, Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, Prentice Hall of India.
61. Mentzer J. T. , DeWitt V, Keebler K. S., Min S., Nix N. W. and Smith. C. D "Defining Supply Chain Management, "Journal of Business Logistics, (22: 2), 2001.
62. Handfield R. B. and Nichols E. L., "Introduction to Supply Chain Management", Prentice-Hall, New Jersey, 1999, pp. 1-183.
63. Christopher M. (1998), Logistics & Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Services, Pitman Publishing, and London.
64. Cooper M. C. and L. M. Ellram. , "Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy, " International Journal of Logistics Management, (4: 2), 1993, pp. 13-24.
65. Cavinato (1992). "A Total Cost/Value Model for Supply Chain Competitiveness," Journal of Business Logistics, (13: 2), 1992, pp 285-301.
66. Towill D. R., N. M. Naim and J. Wikner. "Industrial Dynamics Simulation Models in the Design of Supply Chains", International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, (22: 5), 1992, pp. 3-13.
67. Scott C. and Westbrook R., "New Strategic Tools for Supply Chain Management, "International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, (21: 1), 1991, pp 23-33.
68. Novack R. A. and Simco S. W., "The industrial procurement process: a supply chain perspective", Journal of Business Logistics, (12: 1), 1991 pp. 145-67.

69. The benefits of MES: A report from the field,MESA internationnal whitepaper # I,MESA,1997.
70. Muhammad Y, Cong P, Lu H, Fan Y (2010) MES development and significant applications in manufacturing -A review. In Proceedings of the 2nd International Conference on Education Technology and Computer, pp V5-97-V95-101.
71. Sheng-leun Chung, MuDer jeng,"Manufacturing execution system (MES) for semiconductor manufacturing," 2002 IEE International conference on systems, man and cybernetics, pp. 7-11, Oct 6-9 2002.
72. Xiaoling Huang, Yongfu Wang, Lijie Zhao, Tianyou Chai,"Contemporary integrated manufacturing system based on ERPIMESIPCS in ore dressing," Sth International conference on control, automation, robotics and vision, pp. IS79 - ISS4, Dec 2004.
73. Jing Shaohong, Meng Qingjin,"Research on MES architecture and application for cement enterprise," 2007 IEEE International conference on control and automation, pp.l255 - 121259, May 2007.
74. Xiaohong Wnang, Li Sun, Qingjin Meng and Wenqian Cao,"Study of MES for cement industry," International conference on automation and logistics, pp.127S-12S2, Aug 2007.
75. Choi SS, Yoon TH, Do Noh S (2010) XML-based neutral file and PLM integrator for PPR information exchange between heterogeneous PLM systems. Int J Comput Integ M 23(3):216-228.
76. Esmaeilian, B., Sara, B., Ben W.: The Evolution and Future of Manufacturing: A Review. Journal of Manufacturing Systems, 39: 79-100 (2016).
77. Kaartinen, H., Pieskä, S., Vähäsöyrinki, J.: Digital Manufacturing Toolbox for Supporting the Manufacturing SMEs. 7th IEEE Int'l. C. Cognitive Infocommunications, 71-76 (2016).
78. Lee, J.: e-Manufacturing: Fundamental, Tools, and Transformation. Robotics & Computer-Integrated Manufacturing, 19(6):501-507 (2003).

79. Huang, T.: Development of Small-Scale Intelligent Manufacturing Systems (SIMS): A Case Study at Stella Polaris AS, Master Thesis, Artic University of Norway (2016).
80. Anderl, R., Picard, A., Wang, Y., Fleischer, J., Dosch, S., Klee, B. and Bauer, J.: Guideline Industrie 4.0: Guiding Principles for the Implementation of Industrie 4.0 in Small and Medium Sized Businesses. VDMA Forum Industrie, Vol. 4 (2015).
81. Mittal, S., Romero, D. & Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Maturity Model for SMEs (SM3E). Advances in Production Management Systems (APMS) 2018, August 26-30, 2018, Seoul, South Korea. IFIP AICT 536.
82. Schumacher, A., Erol, S., Sihn, W.: A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. Procedia CIRP, 52:161-166 (2016).
83. Mittal, S., Romero, D., Wuest, T.: Towards a Smart Manufacturing Toolkit for SMEs. In: Proceedings of the 15th International Conference on Product Lifecycle Management (2018).
84. Bi, Z., Da Xu, L., Wang, C.: Internet of Things for Enterprise Systems of Modern Manufacturing. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 10(2):1537-1546 (2014).
85. Vrande, V., De Jong, J., Vanhaverbeke, W., De Rochemont, M.: Open Innovation in SMEs: Trends, Motives and Management Challenges. Technovation, 29(6-7):423-437 (2009).



NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT, Số 6/86 Duy Tân, Cầu Giấy, Hà Nội  
ĐT: 080 49221, Fax: 080 49222, Email: suthat@nxbctqg.vn, Website: www.nxbctqg.vn

## TÌM ĐỌC SÁCH CỦA NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT

**PGS.TS. Nguyễn Văn Thành, ThS. Đỗ Quang Hưng**

- XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN THÀNH PHỐ THÔNG MINH  
BẢO ĐẢM CÁC CHỈ SỐ AN NINH, AN SINH, AN TOÀN  
TRONG BỐI CẢNH CỦA CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP  
LẦN THỨ TƯ

**Housing Song, Ravi Srinivasan, Tamim Sookoor,  
Sabina Jeschke (Biên soạn)**

- THÀNH PHỐ THÔNG MINH: NỀN TẢNG, NGUYÊN LÝ  
VÀ ỨNG DỤNG

**Klaus Schwab**

- CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP LẦN THỨ TƯ



**Giá: 125.000đ**