

**CHƯƠNG TRÌNH QUỐC GIA “NÂNG CAO NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM,  
HÀNG HÓA CỦA DOANH NGHIỆP VIỆT NAM ĐẾN NĂM 2020”**

# **NĂNG SUẤT HỢP TÁC TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP LẦN THỨ 4**

**NỘI DUNG CƠ BẢN VÀ HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG**



**NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI**



## MỤC LỤC

<b>Chương 1: Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, cơ hội thúc đẩy tăng năng suất.....</b>	
1.1. Tổng quan chung về năng suất và cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 .....	
1.1.1. Tổng quan chung về năng suất .....	
1.1.2. Năng suất gắn với các cuộc cách mạng công nghiệp .....	
1.2. Tác động của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đối với nâng cao năng suất .....	
1.2.1. Một số xu hướng công nghệ của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 .....	
1.2.2. Tác động của các xu hướng công nghệ trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đối với nâng cao năng suất .....	
1.3. Các yếu tố chính đóng góp vào tăng năng suất trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 .....	
1.3.1. Đổi mới phương thức tổ chức sản xuất.....	
1.3.2. Tiên bộ công nghệ .....	
1.4. “Hệ thống thực ảo”, thể hệ GPTs tiếp theo .....	
<b>Chương 2: Năng suất hợp tác trong cách mạng công nghiệp 4.0.....</b>	
2.1. Năng suất hợp tác .....	
2.1.1. Hợp tác, yếu tố thúc đẩy làn sóng năng suất tiếp theo.....	
2.1.2. Năng suất hợp tác và cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 .....	
2.3. Các yếu tố chính của năng suất hợp tác.....	
2.3.1. Yếu tố toàn cầu hóa công nghệ thông tin .....	
2.3.2. Yếu tố nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất .....	
2.3.3. Yếu tố tự động hóa .....	

2.3.4. Yếu tố hợp tác.....	
2.4. Yếu tố hợp tác và khung thực hành hợp tác .....	
2.4.1. Yếu tố hợp tác.....	
2.4.2. Khung thực hành hợp tác.....	
2.5. Tác động của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 tới khung thực hành hợp tác.....	
2.5.1. Thay đổi cơ cấu tổ chức hoạt động.....	
2.5.2. Tác động đến khía cạnh truyền thông.....	
2.5.3. Tác động đến khía cạnh phối hợp.....	
2.5.4. Tác động đến khía cạnh cộng tác.....	
2.6. Hệ thống tham chiếu của năng suất hợp tác .....	
2.6.1. Tính đối xứng của hệ thống tham chiếu .....	
2.6.2. Các yếu tố cốt lõi tác động tới năng suất hợp tác .....	
2.7. Cơ chế tăng năng suất hợp tác .....	
2.7.1. Cơ chế quy trình phát triển sản phẩm rút ngắn (SPEP).....	
2.7.2. Cơ chế mô phỏng ảo của chuỗi giá trị hoàn chỉnh (CVVC).....	
2.7.3. Cơ chế tích hợp hình thành chuỗi giá trị ngắn đột phá.....	
2.7.4. Cơ chế tự tối ưu hóa để tạo thành phẩm tốt hơn so với thiết kế ban đầu.....	
2.8. Đánh giá năng suất hợp tác trong phát triển sản phẩm.....	
2.8.1. Năng suất hợp tác trong phát triển sản phẩm.....	
2.8.2. Các yếu tố tác động đến năng suất hợp tác trong phát triển sản phẩm .....	
2.8.3. Mục tiêu tổng thể, cụ thể đánh giá năng suất hợp tác.....	
2.8.4. Mô hình đánh giá, cải tiến năng suất hợp tác .....	

**Chương 3: Định hướng về năng suất: Chuyển đổi số và sản xuất thông minh.....**

- 3.1. Năng suất doanh nghiệp trong bối cảnh chuyển đổi số .....
- 3.1.1. Doanh nghiệp và chuyển đổi số.....
- 3.1.2. Số hóa là chìa khóa để tăng năng suất .....
- 3.2. Sản xuất thông minh, xu hướng tăng năng suất doanh nghiệp trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0 .....
- 3.2.1. Sản xuất thông minh .....
- 3.2.2. Một số đặc điểm chính của sản xuất thông minh.....
- 3.2.3. Nền tảng cốt lõi của sản xuất thông minh .....
- 3.2.4. Lợi ích của sản xuất thông minh.....
- 3.2.5. Một số mô hình doanh nghiệp áp dụng sản xuất thông minh trên thế giới .....

**Chương 4: Định hướng về năng suất: Quản lý tinh gọn (Lean Management) .....**

- 4.1. Tích hợp Quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 ...
- 4.1.1. Quản lý tinh gọn (Lean).....
- 4.1.2. Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (Industry 4.0) .....
- 4.2. Tương tác giữa quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 .....
- 4.2.1. Quản lý tinh gọn là điều kiện thúc đẩy Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 .....
- 4.2.2. Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 thúc đẩy sự phát triển của quản lý tinh gọn .....
- 4.2.3. Mối tương quan giữa quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 .....

4.3. Lợi ích và tiềm năng cải tiến của Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4.....	
4.3.1. Lợi ích .....	
4.3.2. Tiềm năng cải tiến .....	
4.4. Xây dựng phương pháp Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 .....	
4.5. Tác động của một số công cụ của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đối với quản lý tinh gọn.....	
4.5.1. Công cụ Sản xuất bồi đắp (Additive manufacturing).....	
4.5.2. Công cụ Cắm và phát (Plug and play).....	
4.5.3. Xe tự hành (Automated guided vehicles) .....	
4.5.4. Công cụ Tương tác người và máy (Human-computer interaction).....	
4.5.5. Công cụ điện toán đám mây (cloud computing).....	
4.5.6. Công cụ phân tích dữ liệu lớn (Big data analysis).....	
4.6. Một số công cụ Quản lý tinh gọn 4.0 trong tương lai .....	
4.6.1. Chỉ trong thời gian / chỉ trong chuỗi 4.0 (Just-in-time/just-in-sequence 4.0) .....	
4.6.2. Cân bằng dây chuyền sản xuất 4.0 (Heijunka 4.0) .....	
4.6.3. Kanban 4.0.....	
4.6.4. Lưu đồ chuỗi giá trị 4.0 (Value stream mapping 4.0) .....	
4.6.5. Duy trì hiệu suất thiết bị tổng thể 4.0 (Total productive maintenance 4.0).....	
4.6.6. Chuyển đổi nhanh 4.0 (Single minute exchange of die 4.0).....	
4.6.7. Quản lý trực quan 4.0 (Visual management 4.0).....	
4.6.8. Poka-yoke 4.0 .....	

**Chương 5: Định hướng về năng suất: Chỉ số tiếp cận cách mạng công nghiệp 4.0** .....

5.1. Xác định Chỉ số sẵn sàng tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp .....

5.2. Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 của Đài Loan (iBench 4.0) ..

5.2.1. Về chiến lược tổ chức .....

5.2.2. Về sản xuất thông minh .....

5.2.3. Về định hướng đối với các công nghệ thông minh.....

5.2.4. Về giá trị đổi mới.....

5.3. Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức (DIQ).....

5.3.1. Về chiến lược đổi mới .....

5.3.2. Về văn hoá và tổ chức đổi mới .....

5.3.3. Về quản lý vòng đời.....

5.3.4. Về quản lý ý tưởng .....

5.3.5. Về phát triển sản phẩm, quy trình và dịch vụ .....

5.3.6. Về cải tiến liên tục .....

5.3.7. Về các yếu tố trong doanh nghiệp .....

5.3.8. Về kết quả đổi mới.....

5.4. Chỉ số sẵn sàng cho ngành công nghiệp thông minh của Singapore (SIRI) .....

5.4.1. Trụ cột cốt lõi về công nghệ .....

5.4.2. Trụ cột cốt lõi về quá trình .....

5.4.3. Trụ cột cốt lõi về tổ chức .....

5.5. Chỉ số đánh giá hoạt động năng suất đổi mới sáng tạo của Việt Nam (ViPA).....

5.5.1. Quản lý doanh nghiệp.....

5.5.2. Quản lý năng suất .....

5.5.3. Hệ thống hạ tầng chuyên đổi số.....

5.5.4. Sản xuất thông minh .....

**Chương 6: Định hướng về năng suất: Năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công, kinh nghiệm quốc tế và áp dụng tại Việt Nam .....**

6.1. Mô hình năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công .....

6.2. Thực tiễn áp dụng Mô hình quản lý tinh gọn (Lean) trong lĩnh vực Y tế để nâng cao hiệu quả hoạt động và cải thiện năng suất tại Malaysia.....

6.3. Điển hình áp dụng Mô hình tinh gọn (Lean) để nâng cao chất lượng khám chữa bệnh và hiệu quả hoạt động tại Bệnh viện Quận Thủ Đức .....

Tài liệu tham khảo .....



# Chương 1

## CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP LẦN THỨ 4, CƠ HỘI THỨC ĐẨY TĂNG NĂNG SUẤT

### **1.1. Tổng quan chung về năng suất và cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0**

#### ***1.1.1. Tổng quan chung về năng suất***

Năng suất là chìa khóa để duy trì khả năng cạnh tranh, ở cả cấp độ doanh nghiệp và quốc gia, đảm bảo sự phát triển kinh tế xã hội bền vững. Trong nhiều năm qua, việc áp dụng và phát triển các công cụ, kỹ thuật, phương pháp và thực tiễn nâng cao năng suất trong sản xuất, dịch vụ là rất cần thiết, bảo đảm phát huy hiệu quả hoạt động của doanh nghiệp và tính “năng động” của nền kinh tế.

Năng suất thường được biểu thị bằng tỷ lệ đầu ra với một số lượng đầu vào hạn chế (tất cả các yếu tố đầu vào khác được giữ không thay đổi). Ví dụ, trong các ngành đòi hỏi lao động lành nghề, sản lượng trên mỗi công nhân được coi là thước đo năng suất phù hợp nhất. Tuy nhiên, cách thức tính năng suất dựa trên yếu tố đơn lẻ như vậy có một số hạn chế, đặc biệt là việc xác định yếu tố quan trọng nhất trong phương pháp tính toán năng suất. Mặt khác, trong hầu hết các ngành hoặc lĩnh vực, một số yếu tố sản xuất có tầm quan trọng gần như nhau, do đó khó xác định được yếu tố quan trọng nhất. Trong một số trường hợp cụ thể, mức độ quan trọng của yếu tố sản xuất chỉ có giá trị tương đối, thậm chí có thể thay đổi theo thời gian.

Khái niệm năng suất đã được hình thành và phát triển qua nhiều thập kỷ qua. Từ các vấn đề chi phí và chất lượng, phạm vi của năng suất đã mở rộng: từ các mối quan tâm của xã hội (như: tạo việc làm, bảo đảm việc làm, giảm nghèo, trách nhiệm xã hội...) đến các vấn đề như kinh doanh, quản trị, bảo vệ môi trường... Ngày nay, khái niệm

năng suất đã được mở rộng bao gồm: năng suất xã hội (Social Productivity) và năng suất tri thức (Knowledge Productivity)...

Mặc dù có một số cách hiểu về năng suất, Tổ chức năng suất Châu Á (APO, Asian Productivity Organization) thường được sử dụng 02 định nghĩa về năng suất. Cụ thể như sau:

Định nghĩa thứ 1: Năng suất là mối quan hệ giữa số lượng đầu ra (gồm: hàng hóa và dịch vụ được sản xuất) và số lượng đầu vào (gồm: lao động, vật liệu, máy móc và năng lượng) được sử dụng trong sản xuất. Do đó, Năng suất = Đầu ra/Đầu vào

Định nghĩa thứ 2: Năng suất liên quan đến 02 yếu tố:

Yếu tố thứ 1 là yếu tố hiệu suất (Efficiency) của hàng hóa và dịch vụ được sản xuất và giá trị được tạo ra bởi quá trình sản xuất. Nếu một sản phẩm được sản xuất với chi phí thấp nhất với chất lượng cao và có thể được bán cạnh tranh trên thị trường với giá cao hơn giá sản xuất thì năng suất được coi là cao. Mục tiêu của năng suất là tối đa hóa sản lượng và giảm thiểu đầu vào.

Yếu tố thứ 2 là yếu tố hiệu quả (Effectiveness) liên quan đến việc đạt được các mục tiêu hoặc kết quả mong muốn do nhà sản xuất sản phẩm, dịch vụ đặt ra. Nếu khách hàng rất hài lòng khi sử dụng sản phẩm, dịch vụ, điều này có thể có nghĩa là doanh thu cao hơn và sẽ có nhiều đơn đặt hàng cho sản phẩm, dịch vụ hơn. Như vậy, điều này nghĩa là lợi tức đầu tư cao hơn cho các nhà đầu tư, xây dựng hình ảnh, danh tiếng cho doanh nghiệp tốt hơn.

Do đó, Năng suất = Hiệu suất (Efficiency) + Hiệu quả (Effectiveness).

Năng suất là một khái niệm tích hợp, sự kết hợp của các nguyên tắc từ các ngành khác nhau như khoa học, kỹ thuật, kinh tế, tài chính và tâm lý học.

Khung quản lý năng suất (Productivity Management Framework)

là phương thức minh họa chu trình quản lý năng suất trong một tổ chức, doanh nghiệp. Khung quản lý năng suất bao gồm 4 bước: Kiểm tra (Check), Hành động (Action), Kế hoạch (Plan), Triển khai (Do).

Khung quản lý năng suất được bắt đầu từ bước “Kiểm tra” để đánh giá tình trạng hiện tại hoặc mức năng suất của tổ chức. Sau khi “Kiểm tra” hoặc đánh giá, bước tiếp theo là “Hành động”. Ở giai đoạn này, tổ chức, doanh nghiệp thực hiện nghiên cứu, lựa chọn các biện pháp để khắc phục vấn đề hoặc cải thiện tình trạng hiện tại của tổ chức, doanh nghiệp. Bước tiếp theo là “Kế hoạch” để xác định các chương trình hoặc dự án cải thiện năng suất cụ thể được áp dụng thực hiện trong tổ chức, doanh nghiệp. Bước cuối cùng là “Triển khai” để bắt đầu thực hiện sáng kiến hoặc tác động năng suất theo kế hoạch. Sau khi thực hiện các hoạt động cải thiện năng suất, tổ chức, doanh nghiệp sẽ tiếp tục thực hiện lại Khung quản lý năng suất từ bước “Kiểm tra” về tình trạng cải tiến. Chu trình quản lý năng suất trong một tổ chức lại tiếp tục.

### ***1.1.2. Năng suất gắn với các cuộc cách mạng công nghiệp***

Tiến bộ kỹ thuật từng bước làm thay đổi phương 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 cách mạng công nghiệp. Từ cuộc cách mạng công nghiệp đầu tiên đến cách mạng công nghiệp lần thứ 4, các công nghệ sản xuất mới cơ bản đã thay đổi điều kiện làm việc và lối sống của con người. (Hình 1.1)



và mỗi người bán thịt chỉ thực hiện một phần việc trong hoạt động “giết mổ” con vật. Henry Ford đã áp dụng các nguyên tắc này vào sản xuất ô tô và làm thay đổi hoàn toàn quá trình sản xuất. Theo đó, một trạm lắp ráp toàn bộ một chiếc ô tô được thay thế bằng dây chuyền sản xuất theo từng cấu phần. Vì vậy, tốc độ lắp ráp được thực hiện nhanh hơn và với chi phí thấp hơn đáng kể.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba bắt đầu vào những năm 70 của thế kỷ 20 được thể hiện bằng quá trình tự động hóa thông qua việc sử dụng các bộ điều khiển được lập trình trong bộ nhớ của máy tính. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba thúc đẩy quá trình tự động hóa toàn bộ quy trình sản xuất mà không cần sự trợ giúp của con người. Ví dụ như các robot thực hiện các hoạt động được lập trình sẵn mà không cần sự can thiệp của người công nhân...

Loài người hiện nay đang bước vào một cuộc cách mạng công nghiệp mới. Cuộc cách mạng này được đặc trưng bởi ứng dụng công nghệ thông tin và truyền thông vào trong hoạt động sản xuất, do đó, cuộc cách mạng này còn được gọi là cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 dựa trên sự phát triển của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 3. Các hệ thống sản xuất tích hợp với công nghệ máy tính sẽ tiếp tục được mở rộng, kết nối với hệ thống 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 phát triển tiếp theo của quá trình tự động hóa sản xuất. Các hệ thống này sẽ hình thành “hệ thống thực ảo” (Cyber-Physical Systems, CPS) trong các nhà máy thông minh, trong đó hệ thống sản xuất, máy móc và con người được kết nối, giao tiếp với nhau thông qua hệ thống mạng.

Đặc trưng của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 là sự hội tụ của các công nghệ vận hành (Operation Technologies, OT) và công nghệ thông tin (Information Technologies, IT). Công nghệ thông tin và Công nghệ vận hành là hai công nghệ tốt nhất đang được triển khai trong các ngành công nghiệp. Có nhiều điểm chung và riêng giữa cả

hai công nghệ này trong hệ thống sản xuất của doanh nghiệp. Trong quá trình tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0, sự hội tụ của các OT và IT đã giúp các ngành công nghiệp truyền thống “tiến xa hơn”, “thông minh hơn”, qua đó giúp doanh nghiệp thống nhất quản lý thông tin và quản lý quy trình.

Công nghệ vận hành (OT) là quá trình áp dụng các công nghệ máy tính để theo dõi “trạng thái” thay đổi của hệ thống (như: hệ thống điều khiển nhà máy điện, hệ thống điều khiển đường sắt...). Ví dụ về công nghệ vận hành trong quản lý thông tin bao gồm:

- Bộ điều khiển logic lập trình (Programmable Logic Controller, PLC): là thiết bị điều khiển lập trình được (khả trình) cho phép thực hiện linh hoạt các thuật toán điều khiển logic thông qua một ngôn ngữ lập trình.

- Hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA) nhằm hỗ trợ con người trong quá trình giám sát và điều khiển từ xa.

- Hệ thống điều khiển phân tán (Distributed Control System, DCS) là hệ thống điều khiển được tin học hóa đối với một quy trình có số lượng các vòng điều khiển lớn. Trong đó, các bộ điều khiển tự động được phân phối trên toàn hệ thống, được giám sát từ nhà điều hành trung tâm. DCS khác với các hệ thống sử dụng bộ điều khiển tập trung hoặc bộ điều khiển rời rạc đặt tại phòng điều khiển trung tâm. DCS giúp tăng độ tin cậy và giảm chi phí lắp đặt bằng cách “khoanh vùng” các chức năng điều khiển gần nhà máy xử lý với sự giám sát từ xa.

- Hệ thống điều khiển số máy tính (Computer Numerical Control, CNC) là hệ thống điều khiển tự động bằng máy tính đối với các công cụ gia công (máy khoan, máy tiện...) và máy in 3D. Một máy CNC xử lý tự động vật liệu (kim loại, nhựa, gỗ, gốm hoặc composite) theo lập trình được mã hóa để đáp ứng các thông số kỹ thuật.

Công nghệ thông tin (IT) là quá trình ứng dụng công nghệ thông tin vào quản lý quy trình kinh doanh của doanh nghiệp. Ví dụ về công nghệ thông tin trong quản lý quy trình kinh doanh bao gồm:

- Quản lý vòng đời sản phẩm (Product Lifecycle Management, PLM) 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 về chất lượng thông tin để tìm ra những thông tin phù hợp với mục đích của doanh nghiệp là hết sức cần thiết.

- Hệ thống hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (ERP) thực hiện việc tích hợp dữ liệu và quy trình của một tổ chức trong doanh nghiệp thành một hệ thống thống nhất. Một hệ thống ERP điển hình sẽ sử dụng các phần mềm và hệ thống phần cứng máy tính để đạt được sự tích hợp tốt nhất. Cấu phần quan trọng của hệ thống ERP là cơ sở dữ liệu thống nhất để lưu trữ dữ liệu cho các mô-đun hệ thống khác nhau.

- Các giải pháp mã nguồn mở: là các giải pháp mang tính toàn diện, bao gồm và tích hợp các như quy trình trong doanh nghiệp: kế toán, nhân sự, bán hàng, quản lý quan hệ khách hàng, mua hàng, sản xuất, quản lý dịch vụ và dự án, marketing... Các giải pháp mã nguồn mở quản lý các module một cách linh hoạt. Các giải pháp mã nguồn mở hoạt động như một bộ nền tảng chuẩn giúp thay đổi theo nhu cầu của khách hàng mà không cần phải lập trình.

Cùng với sự phát triển kinh tế-xã hội, doanh nghiệp sẽ thực hiện chuyển đổi từ hệ thống điều khiển analog sang số hóa. Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0, OT và IT đã có sự phát triển đột phá, cùng “hội tụ” để giúp tối ưu hóa hệ thống quản lý của doanh nghiệp ở

quy mô sản xuất và kinh doanh. Sự hội tụ OT và IT là sẽ trở thành một xu thế tất yếu trong bối cảnh mới.

Tích hợp OT và IT giúp doanh nghiệp có một cái nhìn tổng thể, thống nhất quản lý thông tin và quản lý quy trình. Tích hợp OT và IT bảo đảm con người, máy móc, tài sản, thiết bị... nhận được đúng thông tin, đúng định dạng và đúng thời điểm. Tích hợp OT và IT giúp doanh nghiệp tối ưu hóa quy trình, giúp nhà quản lý đưa ra quyết định tốt hơn theo thời gian thực, giảm chi phí, rủi ro và rút ngắn thời gian... Bên cạnh đó, tích hợp OT và IT sẽ góp phần giảm giá thành công nghệ, giảm chi phí các giải pháp và chi phí phát triển sản phẩm mới...

Có thể thấy rằng, IT giúp vận hành hệ thống tự động hóa phức tạp của OT trên một nền tảng thống nhất, hiện đại. IT thúc đẩy sử dụng các hệ thống tính toán, lưu trữ, phân tích dữ liệu, trí tuệ nhân tạo, điện toán đám mây... để mở rộng khả năng hiển thị, kiểm soát, quản lý đến khu vực OT, qua đó giúp doanh nghiệp có thể triển khai thành công các chương trình, chiến lược dài hạn. [<https://myautomation.solutions/solutions/convergence-of-information-and-operational-technology/>]

Có thể nói, bản chất cốt lõi của cả 04 cuộc cách mạng công nghiệp nêu trên đều thúc đẩy quá trình tăng năng suất. Các cuộc cách mạng công nghiệp trước đây đã có tác động mạnh mẽ đến các quy trình sản xuất của doanh nghiệp, thậm chí tác động trực tiếp đến các phân xưởng sản xuất của doanh nghiệp.

Công nghệ cốt lõi của các cuộc cách mạng công nghiệp là “động lực” quan trọng giúp doanh nghiệp tăng năng suất thông qua việc ứng dụng động cơ hơi nước (cách mạng công nghiệp lần thứ 1), điện khí hóa và dây chuyền lắp ráp (cách mạng công nghiệp lần thứ 2) cũng như việc ứng dụng công nghệ số (cách mạng công nghiệp lần thứ 3) [Schuh, G.; Lenders, M.; Nussbaum, C.; Kupke, D. (2009) Design for Changeability. In ElMaraghy, H. A. (Ed.): Changeable and



Reconfigurable Manufacturing Systems. London: Springer, pp. 251-266]. Tuy nhiên, tác động của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 được dự đoán là sẽ có phạm vi rộng lớn hơn cả, ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động sản xuất và kinh doanh của doanh nghiệp. Đây là tiềm năng giúp doanh nghiệp tăng trưởng năng suất “một cách đột phá” trong bối cảnh của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 này.

“Hợp tác” (Collaboration) sẽ là một thuật ngữ quan trọng gắn với khái niệm năng suất trong cuộc cách mạng này. “Hợp tác” xảy ra ở tất cả các cấp độ quản lý từ hoạt động sản xuất và kinh doanh của doanh nghiệp đến các quy trình kỹ thuật. “Hợp tác” là “chìa khóa” giúp đẩy nhanh các quá trình trong tăng suất trong doanh nghiệp. Do đó, “năng suất hợp tác” (Collaboration Productivity) giữa các bộ phận, cấp độ quản lý của doanh nghiệp sẽ là một đặc điểm đặc trưng của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, qua đó nâng cao khả năng cạnh tranh của các doanh nghiệp.

## **1.2. Tác động của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đối với nâng cao năng suất**

### ***1.2.1. Một số xu hướng công nghệ của cách mạng công nghiệp lần thứ 4***

Kể từ khi xuất hiện các cuộc cách mạng công nghiệp, các tiến bộ công nghệ đã thúc đẩy sự gia tăng mạnh mẽ của năng suất. Bắt đầu từ việc hình thành các nhà máy với máy móc chạy bằng động cơ hơi nước vào thế kỷ XIX, các quốc gia đã tiến đến việc thực hiện điện khí hóa, sản xuất hàng loạt vào đầu thế kỷ XX, và hình thành các lĩnh vực công nghiệp tự động vào những năm 1970. Trong những thập kỷ sau đó, một số tiến bộ công nghệ đột phá (như: công nghệ thông tin, truyền thông di động và thương mại điện tử) đã được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp.

Trong thời đại ngày nay, một làn sóng tiến bộ công nghệ (lần thứ tư) với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ kỹ thuật số mới đã xuất

hiện. Cảm biến, máy móc và hệ thống công nghệ thông tin sẽ được tích hợp, kết nối dọc theo chuỗi giá trị của một doanh nghiệp. Các hệ thống này có thể tương tác với nhau bằng các chuẩn giao thức dựa trên Internet và phân tích dữ liệu để thực hiện việc dự đoán, “tự điều chỉnh” và thích ứng với những sự thay đổi theo yêu cầu của khách hàng và thị trường.

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 sẽ giúp doanh nghiệp có thể thực hiện việc thu thập và phân tích dữ liệu trên máy tính, cho phép các quy trình sản xuất và kinh doanh của doanh nghiệp được thực hiện nhanh hơn, linh hoạt hơn và hiệu quả hơn. Trên cơ sở đó, doanh nghiệp có thể thực hiện sản xuất sản phẩm, hàng hóa có chất lượng cao hơn với chi phí giảm. Điều này dẫn đến tăng năng suất trong doanh nghiệp, thúc đẩy tăng trưởng bền vững và nâng cao năng lực cạnh tranh của các quốc gia.

Hiện nay, trong các công trình nghiên cứu, các học giả đã mô tả nhiều xu hướng công nghệ khác nhau của cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Tuy nhiên, có 09 xu hướng công nghệ chủ yếu được cho là mang lại nhiều lợi ích kinh tế, tiềm năng kỹ thuật đối với các nhà sản xuất và nhà cung cấp thiết bị (Hình 1.2). Đó là:

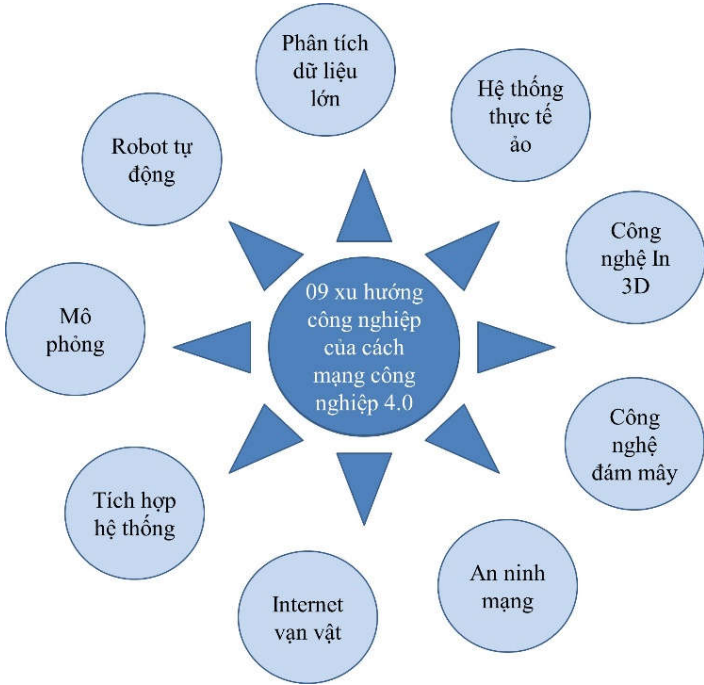
#### Xu hướng thứ 1: Phân tích dữ liệu lớn

Phân tích dựa trên các tập dữ liệu lớn chỉ mới xuất hiện gần đây trong sản xuất. Phân tích dữ liệu lớn tối ưu hóa chất lượng sản xuất, tiết kiệm năng lượng và cải thiện dịch vụ. Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, việc thu thập và đánh giá toàn diện dữ liệu từ nhiều nguồn thiết bị và hệ thống sản xuất khác nhau cũng như hệ thống quản lý doanh nghiệp và quản lý khách hàng sẽ trở thành tiêu chuẩn để hỗ trợ ra quyết định theo thời gian thực.

#### Xu hướng thứ 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 robot đang

phát triển để có được 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 và có phạm vi hoạt động, chức năng nhiều hơn so với những robot được sử dụng trong sản xuất ngày nay.



*Hình 1.2. 09 xu hướng công nghệ trong Cách mạng công nghiệp lần thứ 4*

### Xu hướng thứ 3: Mô phỏng

Trong giai đoạn kỹ thuật, các mô phỏng 3D của sản phẩm, vật liệu và quy trình sản xuất đã được sử dụng, nhưng trong tương lai, mô phỏng cũng sẽ được sử dụng rộng rãi hơn trong các hoạt động của nhà máy. Những mô phỏng này sẽ tận dụng dữ liệu thời gian thực để phản ánh thế giới thực trong một mô hình ảo, có thể bao gồm 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 máy cho sản phẩm tiếp theo trong thế giới ảo trước khi thay đổi từ thế giới thực, từ đó tăng chất lượng và giảm thời gian thiết lập hệ thống nhà máy.

#### Xu hướng thứ 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 liên kết chặt chẽ. Các bộ phận 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 lần thứ 4, các doanh nghiệp, phòng ban chức năng sẽ trở nên gắn kết hơn nhiều, phát triển các mạng tích hợp dữ liệu phổ biến và cho phép các chuỗi giá trị tự động liên kết chặt chẽ với nhau.

#### Xu hướng thứ 5: Internet 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 và thiết bị hiện trường với bộ điều khiển tự động được đưa vào hệ thống điều khiển quá trình sản xuất. Nhưng với Internet vạn vật công nghiệp, nhiều thiết bị hơn, bao gồm cả những sản phẩm còn dang dở, sẽ được “nhúng” với máy tính và được kết nối bằng các tiêu chuẩn. Điều này cho phép các thiết bị hiện trường giao tiếp và tương tác cả với nhau và với các bộ điều khiển tập trung hơn, khi cần thiết. Internet vạn vật cũng phân cấp phân tích và ra quyết định, cho phép phản hồi theo thời gian thực.

#### Xu hướng thứ 6: An ninh mạng

Nhiều doanh nghiệp vẫn dựa vào hệ thống quản lý và sản xuất “đóng”, không được kết nối. Với sự kết nối và sử dụng các chuẩn giao thức truyền thông đi kèm với Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, nhu cầu bảo vệ các hệ thống công nghiệp và dây chuyền sản xuất

quan trọng khỏi các mối đe dọa an ninh mạng tăng lên đáng kể. Do đó, thông tin liên lạc an toàn, đáng tin cậy cũng như việc quản lý lượng truy cập và nhận dạng tinh vi của máy móc và người dùng là rất cần thiết.

#### Xu hướng thứ 7: Công nghệ đám mây

Các doanh nghiệp đã sử dụng phần mềm dựa trên đám mây cho một số phân tích và ứng dụng doanh nghiệp. Nhưng với Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, các cam kết liên quan đến sản xuất sẽ yêu cầu chia sẻ dữ liệu tăng lên. Đồng thời, hiệu suất của các công nghệ đám mây sẽ được cải thiện, đạt được thời gian phản ứng chỉ trong vài mili giây. Do đó, dữ liệu và chức năng của máy sẽ được đưa lên đám mây nhiều hơn, cho phép nhiều dịch vụ điều khiển dữ liệu hơn cho các hệ thống sản xuất. Ngay cả các hệ thống giám sát và kiểm soát các quá trình có thể dựa trên đám mây.

#### Xu hướng thứ 8: Công nghệ In 3D

Các doanh nghiệp mới bắt đầu áp dụng sản xuất bồi đắp, chẳng hạn như in 3D, mà họ sử dụng chủ yếu để tạo nguyên mẫu và sản xuất các thành phần riêng lẻ. Với Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, các phương pháp sản xuất bồi đắp này sẽ được sử dụng rộng rãi để sản xuất các lô sản phẩm tùy chỉnh nhỏ chẳng hạn như thiết kế phức tạp, nhẹ. Các hệ thống sản xuất bồi đắp phi tập trung, hiệu suất cao sẽ giảm khoảng cách vận chuyển và tồn kho.

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

Các hệ thống dựa trên thực tế tăng cường hỗ trợ nhiều dịch vụ khác nhau, chẳng hạn như lựa chọn các bộ phận trong kho, gửi hướng dẫn sửa chữa qua thiết bị di động... Các hệ thống này hiện đang ở giai đoạn sơ khai, nhưng trong tương lai, các doanh nghiệp sẽ sử dụng rộng rãi hơn các hệ thống thực tế ảo tăng cường để cung cấp cho thông tin theo thời gian thực để cải thiện quá trình ra quyết định và làm việc.

### ***1.2.2. Tác động của các xu hướng công nghệ trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đối với nâng cao năng suất***

Để tìm hiểu về tác động tiềm năng của các xu hướng công nghệ trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4, một số nghiên cứu đã chứng minh: làn sóng tiến bộ công nghệ thứ tư này sẽ mang lại lợi ích đáng kể trong việc nâng cao năng suất.

Theo báo cáo “Cách mạng công nghiệp lần thứ 4: Tương lai của năng suất và tăng trưởng trong các ngành sản xuất” của Tập đoàn tư vấn Boston năm 2015, trong vòng 5 đến 10 năm tới, nhiều tập đoàn, doanh nghiệp sẽ ứng dụng nhiều hơn các công nghệ, thành tựu của cách mạng công nghiệp lần thứ 4, dẫn đến tăng năng suất trên tất cả các lĩnh vực sản xuất của Đức từ 90 tỷ lên 150 tỷ euro [Philipp Gerbert, Markus Lorenz, Michael Rüßmann, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, 2015, Boston Consulting Group].

Công nghệ trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 sẽ giúp giảm từ 15 đến 25% các chi phí nguyên vật liệu, qua đó năng suất sẽ tăng từ 5 đến 8%. Những cải tiến này được thay đổi theo các lĩnh vực công nghiệp. Các nhà sản xuất linh kiện công nghiệp sẽ đạt được mức cải tiến năng suất lớn nhất (20 đến 30%). Trong khi đó, các doanh nghiệp ô tô có thể mong đợi mức tăng năng suất từ 10 đến 20%. [Philipp Gerbert, Markus Lorenz, Michael Rüßmann, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, 2015, Boston Consulting Group]

Công nghệ trong cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 sẽ tác động đến toàn bộ chuỗi giá trị của nhà sản xuất. Đặc biệt, công nghệ của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 sẽ giúp tích hợp quá trình thiết kế, sản xuất và trình dịch vụ logistic, qua đó dẫn đến giảm chi phí, tăng năng suất của doanh nghiệp.

Sự hợp tác của các nhà sản xuất và nhà cung cấp, quy trình thiết kế, vận hành dây chuyền sản xuất sẽ được tối ưu hóa thông qua tích hợp với các giải pháp công nghệ thông tin. Dây chuyền sản xuất tự động hóa một phần sẽ được thay thế bằng các dây chuyền sản xuất được tích hợp hoàn toàn tự động. Việc chuyển đổi sản xuất tự động hóa một phần sang sản xuất tự động hóa hoàn toàn được bắt đầu bằng quá trình tích hợp các quy trình sản xuất và logistic và các hệ thống công nghệ thông tin tương ứng. Quá trình tích hợp bao gồm việc trao đổi dữ liệu sản phẩm, sản xuất trong doanh nghiệp với các nhà cung cấp và khách hàng.

Việc trao đổi dữ liệu trong chuỗi cung ứng sẽ mang lại nhiều lợi ích cho các nhà cung cấp. Dữ liệu sẽ được lưu trữ trên đám mây để tăng tính khả dụng và độ chính xác của dữ liệu. Điều này sẽ cho phép quy trình sản xuất của doanh nghiệp có tính kết nối, minh bạch và linh hoạt hơn để đáp ứng yêu cầu của thị trường và khách hàng.

Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp lần thứ 4, tương tác giữa các máy móc thiết bị, tương tác giữa máy móc, thiết bị và con người sẽ được tăng cường trong quá trình sản xuất.

Trong quá trình tương tác giữa các máy móc thiết bị, dữ liệu sẽ được truyền trong toàn bộ quá trình sản xuất theo thời gian thực. Mỗi bộ phận trong hệ thống sản xuất sẽ có một mã nhận dạng riêng biệt, để nhận biết và truy xuất thông tin về quy trình sản xuất trong giai đoạn tiếp theo. Ví dụ, robot sẽ nhận được thông tin, lựa chọn công cụ phù hợp và xác định cách thức để thực hiện hoạt động ở một vị trí nhất định. Thông qua mã nhận dạng riêng biệt, robot có thể thực hiện tương tác với các robot khác để phối hợp hoạt động nhằm tối đa hiệu quả của quá trình sản xuất chung. Trong quá trình sản xuất, con người cũng hoàn toàn có thể tham gia tương tác với các robot này.

Sự tương tác giữa máy móc, thiết bị và con người sẽ giúp các nhà sản xuất có thể sản xuất nhiều loại sản phẩm từ một dây chuyền sản

xuất với số lượng lô sản xuất ít hơn. Chất lượng sản phẩm sẽ được cải thiện thông qua việc giảm lao động thủ công và tăng cường việc giám sát tự động thông qua việc sử dụng dữ liệu theo thời gian thực để phát hiện lỗi.

Tích hợp tự động hóa và công nghệ thông tin vào quá trình sản xuất cũng sẽ tăng hiệu quả của các hoạt động logistic. Với các dữ liệu theo thời gian thực, các phương tiện vận chuyển tự động sẽ phối hợp với các robot vận chuyển vật liệu để tìm đường đi xung quanh nhà máy bằng cách liên lạc với các phương tiện khác thông qua mạng không dây và sử dụng điều hướng bằng laser. Robot sẽ tự động tìm kiếm và lựa chọn vật liệu phù hợp cho các quy trình sản xuất kế tiếp. Trên thực tế, tích hợp tự động hóa và công nghệ thông tin trong hoạt động logistic sẽ tiết kiệm chi phí đến 50% cho nhà sản xuất.

Bên cạnh đó, cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể tác động tăng năng suất trong sản xuất linh kiện từ 4% đến 7% [Philipp Gerbert, Markus Lorenz, Michael Rüßmann, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, 2015, Boston Consulting Group].

Ước tính việc giảm các chi phí khác bao gồm: 30% cho chi phí lao động, vận hành trong vòng 5 đến 10 năm. Tích hợp các quy trình sản xuất và logistic không chỉ hiệu quả hơn về chi phí, đồng thời sẽ giảm thời gian chu kỳ sản xuất tới 30%. Việc áp dụng các công nghệ này sẽ đòi hỏi tăng đầu tư khoảng 35%. Các quy trình sản xuất sẽ tăng tính linh hoạt và cho phép sản xuất với quy mô lô nhỏ. Robot, máy móc thông minh và các sản phẩm giao tiếp với nhau và đưa ra các quyết định cụ thể để tạo ra sự linh hoạt này. [Philipp Gerbert, Markus Lorenz, Michael Rüßmann, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, 2015, Boston Consulting Group].



Như vậy, có thể thấy rằng tăng năng suất thông qua tối ưu hóa và tự động hóa là lợi ích đầu tiên mà các nhà sản xuất nhận được trong tác động của cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Đây cũng là một trong những mục tiêu đầu tiên trong tác động của cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Nói cách khác: cách mạng công nghiệp lần thứ tư giúp doanh nghiệp tiết kiệm chi phí, tăng lợi nhuận, giảm lãng phí, tự động hóa để ngăn ngừa lỗi và chậm trễ, tăng tốc độ sản xuất... để hoạt động hiệu quả trong chuỗi giá trị theo thời gian thực.

[[https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Enhanced\\_productivity\\_through\\_optimization\\_and\\_automation](https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Enhanced_productivity_through_optimization_and_automation)]

### **1.3. Các yếu tố chính đóng góp vào tăng năng suất trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4**

#### ***1.3.1. Đổi mới phương thức tổ chức sản xuất***

Với tính chất toàn cầu hóa, nhu cầu về sự đa dạng của các sản phẩm ngày càng tăng. Các sản phẩm được sản xuất không chỉ đòi hỏi đạt yêu cầu về chất lượng, mà còn thể hiện ở tính “khác biệt”, “độc, lạ”, cùng 1 loại sản phẩm nhưng có nhiều “phiên bản” khác nhau để người tiêu dùng lựa chọn.

Chìa khóa để các doanh nghiệp cạnh tranh thành công trong môi trường đầy biến động này là tiếp tục “thích ứng” với yêu cầu của thị trường và người tiêu dùng, đồng thời hướng tới mức tăng trưởng năng suất cao hơn.

Mặc dù năng suất có thể được định nghĩa đơn giản là tỷ lệ giữa đầu vào và đầu ra, nhưng các yếu tố đóng góp tăng trưởng năng suất lại rất đa dạng. Các yếu tố này bao gồm các yếu tố bên ngoài (như: công nghệ, môi trường hoạt động của doanh nghiệp, sự điều tiết của Chính phủ...) và các yếu tố nội bộ (như: quy trình sản xuất, nguồn vốn, nguồn nhân lực, năng lực quản lý...).

Có thể thấy rằng, trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, các công nghệ mới sẽ cho phép đổi mới phương thức tổ chức

sản xuất, từ đó ảnh hưởng đáng kể tới hoạt động tăng năng suất trong doanh nghiệp.

Trong đó, phương thức tổ chức sản xuất được thể hiện thông qua hình thức hợp tác (*Collaboration*). Việc sử dụng khái niệm “hợp tác” vào trong tăng năng suất là một luận điểm rất mới trong những năm gần đây, đặc biệt là trong bối cảnh của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

“Kỹ thuật hợp tác” (*Collaborative Engineering*) là một khía cạnh cụ thể của khoa học hợp tác (*Collaborative Science*) được ứng dụng trong lĩnh vực kỹ thuật. “Kỹ thuật hợp tác” là cho phép các công nhân, kỹ thuật viên trong doanh nghiệp đạt được sự hợp tác tối ưu về thời gian, về địa lý, về văn hóa... để làm việc hiệu quả hơn với tất cả các bên liên quan.

Không chỉ là hợp tác giữa các cá nhân trong doanh nghiệp, “kỹ thuật hợp tác” còn cho phép hợp tác để thiết kế sản phẩm, thực hiện sản xuất, kinh doanh và quản lý chuỗi cung ứng... Trong một nền kinh tế với khả năng kết nối cao như hiện nay, “kỹ thuật hợp tác” là công cụ quan trọng để giúp doanh nghiệp duy trì khả năng cạnh tranh trên quy mô toàn cầu về các quá trình thiết kế, sản xuất, vận hành các máy móc, quy trình công nghệ... Hiện nay, “kỹ thuật hợp tác” được xem là một “nghệ thuật thực hành” nhiều hơn là một ngành khoa học. [Lu, S. C-Y.; ElMaraghy, W.; Schuh, G.; Wilhelm, R. (2007) A Scientific Foundation of Collaborative Engineering. In CIRP Annals - Manufacturing Technology 56 (2), pp. 605-634]

### **1.3.2. Tiến bộ công nghệ**

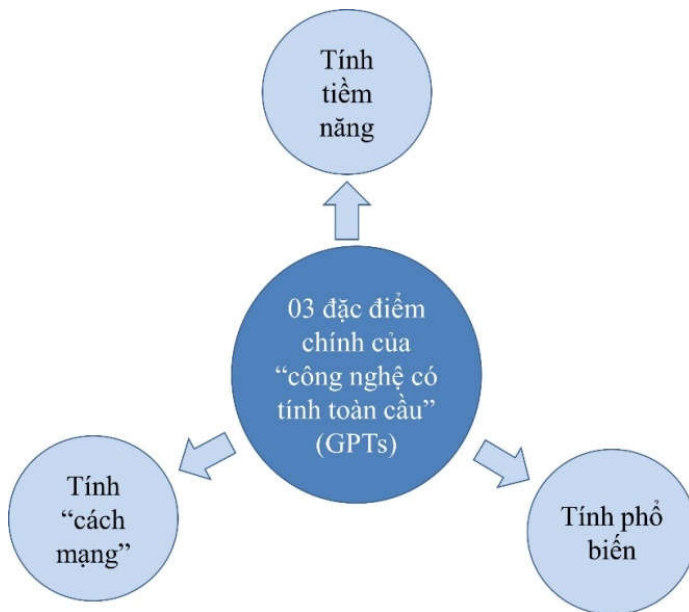
Trong mỗi thời kỳ công nghiệp hóa, một số tiến bộ công nghệ quan trọng có tác động đặc biệt đến tăng năng suất. Bresnahan, T. F và đồng nghiệp gọi các tiến bộ công nghệ quan trọng này là các “công nghệ có tính toàn cầu” (*General Purpose Technologies, GPTs*). Đây là các công nghệ cho phép sự xuất hiện các cơ hội mới về tăng trưởng năng suất [Bresnahan, T. F.; Trajtenberg, M. (1995) General purpose

technologies ‘Engines of growth’? In Journal of Econometrics 65 (1), pp. 83-108].

Bresnahan, T. F cho rằng một GPT nên có các đặc điểm sau: có sức lan tỏa trong các lĩnh vực khác nhau; có thể được phát triển theo thời gian; thúc đẩy đổi mới sáng tạo và hình thành các sản phẩm, dịch vụ mới.

GPTs có vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy tiến bộ kỹ thuật và tăng trưởng kinh tế mang tính chất toàn cầu. Động cơ hơi nước, điện khí hóa là các GPTs có vai trò quan trọng trong quá khứ, trong khi đó, các chất bán dẫn và máy tính là các GPTs có vai trò quan trọng trong thời đại hiện nay.

GPTs được đặc trưng bởi tính phổ biến, tính tiềm năng để cải tiến kỹ thuật và đổi mới công nghệ mang tính “cách mạng” (Hình 1.3). GPTs có thể mang lại lợi nhuận gia tăng cao, lan tỏa rộng khắp mọi lĩnh vực kinh tế, mang lại hiệu quả tăng năng suất tổng quát.



Hình 1.3. Đặc điểm của “công nghệ có tính toàn cầu” GPTs

Qua đó, 03 tiến bộ công nghệ có tác động đặc biệt đến việc tăng năng suất trong các cuộc cách mạng công nghiệp. Cụ thể như sau:

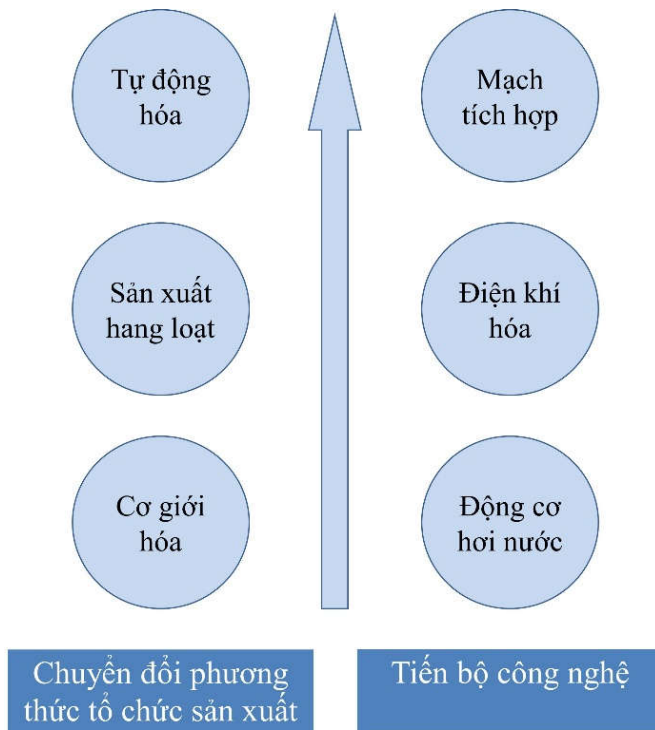
- Động cơ hơi nước là hiện thân của bước đột phá công nghệ trong cuộc cách mạng công nghiệp đầu tiên vào thế kỷ 18. Với việc sử dụng năng lượng hơi nước, máy móc đã được đưa vào sản xuất, cho phép cơ giới hóa nền kinh tế. Với mức độ cơ giới hóa cao, nền kinh tế nói chung đã đạt được “năng suất” cao hơn. [Allen, R. C. (2006) *The British Industrial Revolution in Global Perspective. How Commerce Created The Industrial Revolution and Modern Economic Growth.* Nuffield College]

- Một trong những yếu tố chính thúc đẩy công nghệ của cuộc cách mạng công nghiệp thứ hai là việc sử dụng điện rộng rãi. Điện khí hóa là động lực cho sản xuất hàng loạt và có tác động đáng kể đến năng suất của nền kinh tế vào đầu thế kỷ 20 [Jorgenson, D. W (1984) *The Role of Energy in Productivity Growth.* In *The American Economic Review* 74 (2), pp. 26-30].

- Cuộc cách mạng công nghiệp thứ 3 tập trung vào sự chuyển đổi từ công nghệ analog sang công nghệ số và còn được gọi là cuộc cách mạng kỹ thuật số. Một động lực công nghệ đằng sau cuộc cách mạng công nghiệp thứ ba là phát minh ra các mạch tích hợp cho phép tăng sức mạnh tính toán và giảm chi phí liên tục và theo hàm mũ. Điều này dẫn đến sự thích ứng rộng rãi của ngành công nghệ thông tin và có tác động đáng kể đến sự tăng trưởng của hiệu quả kinh tế cho đến ngày hôm nay [Rai, L.; Lal, K. (2000) *Indicators of the information revolution.* In *Technology in Society* 22 (2), pp. 221-235].

GPTs, như động cơ hơi nước, điện khí hóa hoặc công nghệ thông tin... thường là những yếu tố hết sức quan trọng tác động trực tiếp đến tăng trưởng năng suất. Tuy nhiên, GPTs cũng là các yếu tố quan trọng thúc đẩy việc đổi mới phương thức tổ chức sản xuất trong doanh nghiệp.

Ví dụ, động cơ hơi nước cho phép thay thế phương thức tổ chức sản xuất theo lao động thủ công thành máy móc; điện khí hóa cho phép thay thế phương thức tổ chức sản xuất máy móc sang sản xuất hàng loạt [Davis, P. A (1990) The dynamo and the computer. In The American Economic Review 80 (2), pp. 355-361] (Hình 1.4).



Hình 1.4. Ví dụ về đổi mới phương thức tổ chức ảnh hưởng bởi công nghệ

Tốc độ chuyển đổi phương thức tổ chức sản xuất thường không thể bắt kịp tốc độ tiến bộ công nghệ, do đó năng suất tổng thể thường tăng ít hơn so với dự kiến [Papp, R. (1999) Business-IT alignment: productivity paradox payoff? In Industrial Management & Data Systems 99 (8), pp. 367-373].

Sự khác biệt này được gọi là “nghịch lý năng suất” (*Productivity Paradox*), trong đó sự phát triển vượt bậc theo cấp số nhân của công nghệ thông tin không tương ứng với sự tăng trưởng năng suất của các doanh nghiệp nói riêng và của nền kinh tế nói chung [Brynjolfsson, E. (1993) The productivity paradox of information technology. In *Communications of the ACM* 36 (12), pp. 66-77].

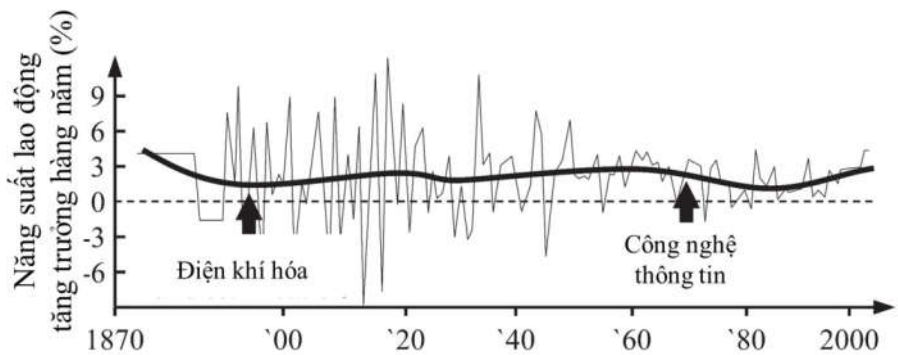
“Nghịch lý năng suất” đề cập đến sự “chậm lại” trong tăng trưởng năng suất ở Mỹ trong những năm 1970-1980, mặc dù có sự phát triển nhanh chóng trong lĩnh vực công nghệ thông tin ở giai đoạn đó. Tăng trưởng năng suất đã chậm lại ở cấp độ của toàn bộ nền kinh tế Mỹ, và trong các lĩnh vực cụ thể được đầu tư nhiều vào công nghệ thông tin, có những tiến bộ mạnh mẽ về công nghệ máy tính.

Xu hướng tương tự đã được nhìn thấy ở nhiều quốc gia khác [Dewan, Sanjeen; Kraemer, Kenneth L. (1998). "International dimensions of the productivity paradox". *Communications of the ACM*. 41 (8): 56-62]. Trong khi khả năng tính toán của nước Mỹ đã tăng gấp trăm lần vào những năm 1970-1980, tăng trưởng năng suất lao động đã chậm lại từ hơn 3% trong những năm 1960 lên khoảng 1% trong những năm 1980 [Jones, Spencer S.; et al. (2012). "Unraveling the IT Productivity Paradox-Lessons for Health Care". *New England Journal of Medicine*. 366 (24): 2243-2245].

Những nguyên nhân để giải thích cho vấn đề “nghịch lý năng suất” này vẫn đang được các chuyên gia nghiên cứu. Từ “nghịch lý năng suất”, có thể thấy rằng, các doanh nghiệp không chỉ đòi hỏi đầu tư vốn, tri thức, kiến thức cần thiết để thích ứng với công nghệ mới mà còn cần đầu tư về thời gian [Greenwood, J. (1999) *The Third Industrial Revolution. Technology, Productivity, and Income Inequality*. In *American Enterprise Institute for Public Policy Research*. ISBN: 0-8447-7093-0].

Do đó, khi có sự xuất hiện của tiến bộ công nghệ mới, tốc độ tăng trưởng năng suất thường “bị trì hoãn”, không tăng tương ứng với tiến

bộ công nghệ mới. Hình 1.5 hiển thị sự tăng trưởng năng suất cho nền kinh tế Mỹ và sau phát minh về điện khí hóa và công nghệ thông tin. Mỹ cần rất nhiều thời gian để đẩy nhanh tốc độ tăng năng suất sau khi xuất hiện các GPTs này. Đặc biệt, đối với sự xuất hiện của công nghệ thông tin, tốc độ tăng năng suất của Mỹ không những không tăng mà còn giảm, sau đó mới tăng trở lại vào cuối thiên niên kỷ. [Jovanovic, B.; Rousseau, P. L (2005) General Purpose Technologies National Bureau of Economic Research (Working Paper Series #11093)]. Đó chính là hiện tượng điển hình về “ngịch lý năng suất”.



Hình 1.5. Tăng trưởng năng suất lao động hàng năm của Mỹ  
(giai đoạn 1874-2003)

Nguồn: [Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Hausberg, C., Fränken, B.: Collaboration moves productivity to the next level. *Procedia CIRP* 17, 3-8 (2014) 3]

Tuy nhiên, việc tăng năng suất có thể không dẫn đến sự tác động đối với tăng trưởng kinh tế. Bằng chứng về kinh tế lượng ở cấp độ doanh nghiệp cho thấy: lợi ích của đầu tư công nghệ thông tin thường “vô hình” và khó đo lường một cách tương xứng.

Phân tích của Brynjolfsson, E và cộng sự cho thấy mối liên hệ giữa công nghệ thông tin và tăng năng suất đã xuất hiện trước khi có sự gia tăng về năng suất và sự phục hồi kinh tế vĩ mô hiện tại. Đây là

sự phản ánh đóng góp của vốn vô hình tích lũy do đầu tư công nghệ thông tin trong quá khứ. [Brynjolfsson, E.; Hitt, L. M (2000) Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. In The Journal of Economic Perspectives 14 (4), pp. 23-48].

Tương tự, Evangelista, R và Vezzani tìm thấy bằng chứng cho thấy các doanh nghiệp thực hiện đồng thời cả đổi mới công nghệ và phương thức tổ chức sản xuất có lợi thế lớn về mặt thương mại [Evangelista, R.; Vezzani, A. (2010) The economic impact of technological and organizational innovations. A firm-level analysis. In Research Policy 39 (10), pp. 1253-1263].

#### **1.4. “Hệ thống thực ảo”, thế hệ GPTs tiếp theo**

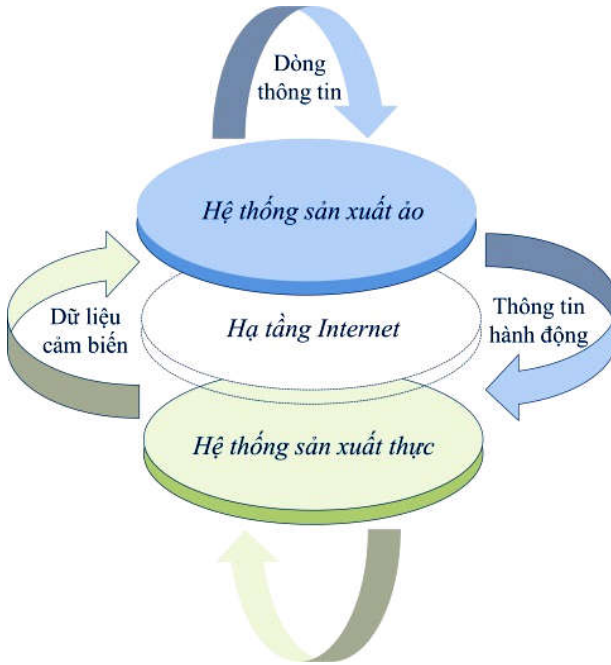
“Hệ thống thực ảo” là một thế hệ hệ thống tích hợp của “hệ thống ảo” và “hệ thống thực”.

Cảm biến là cấu phần cơ bản của “Hệ thống ảo”. Các cấu phần của “hệ thống thực ảo” 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 [Kusiak, A. A four-part plan for smart manufacturing. ISE Mag 2017; 49: 43-47]. “Hệ thống ảo” sẽ cho phép tương tác với các thiết bị, máy móc và con người... trong “hệ thống thực”.

Các cấu phần thực hiện sản xuất là thành phần quan trọng của “hệ thống thực”. “Hệ thống thực” sẽ cho phép tương tác với hệ thống công nghệ thông tin và truyền thông, công nghệ điều khiển... trong “hệ thống ảo”.

Tương tác giữa “hệ thống thực” và “hệ thống ảo” sẽ giúp doanh nghiệp tối ưu hóa quá trình sản xuất của doanh nghiệp, quyết định tốt nhất những vấn đề sản xuất để đáp ứng nhanh chóng yêu cầu của thị trường và khách hàng (Hình 1.6).





Hình 1.6. Mô hình tương tác “Hệ thống thực ảo” trong sản xuất

Thông qua hệ thống cảm biến, “hệ thống thực ảo” có thể nhận dữ liệu trực tiếp từ “hệ thống thực” và chuyển đổi chúng thành tín hiệu số. “Hệ thống thực ảo” có thể chia sẻ thông tin và dữ liệu để kết nối với các mạng kỹ thuật số, từ đó hình thành nên Internet của vạn vật.

“Hệ thống thực ảo” sẽ cho phép và hỗ trợ giao tiếp giữa con người, máy móc và sản phẩm. Các cấu phần của một “hệ thống thực ảo” có thể thu thập và xử lý dữ liệu, và 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, “hệ thống thực ảo” là sự tích hợp của máy tính, mạng, hệ thống thiết bị, máy móc phục vụ sản xuất 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.

Bằng cách tích hợp phương pháp phân tích và mô phỏng, “hệ thống thực ảo” sẽ dự đoán, mô tả chi tiết 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. “Hệ thống thực ảo” 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, ITC*), 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 một cuộc cách mạng công nghiệp mới, hoặc thường trong giới khoa học gọi là cuộc cách mạng công nghiệp 4.0.

Có thể nói, trong sản xuất, “hệ thống thực ảo” cung cấp các lợi thế về chất lượng, thời gian và chi phí so với sản xuất truyền thống. Sản xuất trong tương lai được thiết kế theo mô hình hoạt động sản xuất, 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, 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 cuộc cách mạng công nghiệp 4.0.

“Hệ thống thực ảo” có thể được xem là thế hệ GPTs tiếp theo trong cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4. “Hệ thống thực ảo” dựa trên sự phát triển và tích hợp của hai công nghệ nền tảng. Đó là:

Công nghệ nền tảng thứ nhất là các hệ thống nhúng (*Embedded Systems*), giúp kết nối các hoạt động trong môi trường. Các hệ thống nhúng được ứng dụng trong hầu hết tất cả các sản phẩm công nghệ cao hiện nay như: trong các thiết bị, phương tiện, máy bay, tòa nhà và

hệ thống sản xuất... [Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig J. (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Acatech. pp. 13-78].

Công nghệ nền tảng thứ hai là mạng dữ liệu nội bộ hoặc toàn cầu, thường được gọi là Internet vạn vật (IoT, Internet of Things), giúp sự kết nối các đối tượng trong “thế giới thực” với nhau. Internet vạn vật giúp các đối tượng có thể hợp tác và tương tác với nhau để cùng giải quyết các mục tiêu chung. [Atzori, L.; Iera, A.; Morabito, G. (2010) The Internet of Things: A survey. In Computer Networks 54 (15), pp. 2787-2805].

Ngày nay, máy tính được “nhúng” vào các thiết bị để giúp các thiết bị có thể trao đổi thông tin với nhau thông qua hệ thống cảm biến. Ví dụ các thiết bị di động như điện thoại thông minh giúp con người liên lạc với nhau; công nghệ nhận dạng tần số vô tuyến (*Radio Frequency Identification*., *RFID*) giúp tự động giám sát quy trình vận chuyển... Các hệ thống “đóng” trước đây đang dần trở thành các hệ thống “mở”, được kết nối với các hệ thống khác thông qua mạng kết nối. Internet vạn vật giúp các đối tượng trong “thế giới thực” được kết nối với “thế giới ảo” thông qua việc trao đổi và phân tích dữ liệu.

Như vậy, “hệ thống thực ảo” là hệ thống bao gồm các hệ thống “nhúng” được kết nối mạng, trong đó:

- Trực tiếp ghi lại dữ liệu bằng cảm biến;
- Đánh giá và lưu dữ liệu, tương tác với “thế giới thực”;
- Được kết nối với nhau trong hệ thống mạng toàn cầu thông qua các phương tiện truyền thông kỹ thuật số (không dây hoặc có dây, nội bộ hoặc toàn cầu);
- Sử dụng dữ liệu và dịch vụ có sẵn trên toàn cầu;
- Có các giao diện chuyên dụng, đa phương thức tương tác giữa người và máy.

Sự kết nối các hệ thống “nhúng” với mạng toàn cầu dẫn đến việc hình thành các giải pháp và ứng dụng phục vụ cho tất cả các lĩnh vực trong cuộc sống hàng ngày của chúng ta.

Theo báo cáo của Acatech, đặc trưng của “hệ thống thực ảo” là hệ thống phức tạp, có tính mở và tính “thông minh” do 05 đặc điểm sau [Sztipanovits, J.; Koutsoukos, X.; Karsai, G.; Kottenstette, N.; Antsaklis, P.; Gupta, V.; Goodwine, B.; Baras, J.; Shige Wang (2012) Toward a Science of Cyber-Physical System Integration. In Proceedings of the IEEE 100 (1), pp. 29-44]:

- Hợp nhất “hệ thống thực” và “hệ thống ảo”
- Hình thành một hệ thống mới trên cơ sở các hệ thống
- Hệ điều hành độc lập, phụ thuộc vào bối cảnh cụ thể
- Hệ thống hợp tác với mô hình kiểm soát phân tán
- Hợp tác giữa hệ thống và con người

Những đặc điểm này chứng minh các “hệ thống thực ảo” được xây dựng trên nền tảng công nghệ, dẫn đến sự thay đổi cơ bản trong phương thức tổ chức của các doanh nghiệp trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 [Sztipanovits, J.; Koutsoukos, X.; Karsai, G.; Kottenstette, N.; Antsaklis, P.; Gupta, V.; Goodwine, B.; Baras, J.; Shige Wang (2012) Toward a Science of Cyber-Physical System Integration. In Proceedings of the IEEE 100 (1), pp. 29-44].

## Chương 2

# NĂNG SUẤT HỢP TÁC TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

### 2.1. Năng suất hợp tác

#### 2.1.1. Hợp tác, yếu tố thúc đẩy làn sóng năng suất tiếp theo

Theo nghiên cứu của Tamara J. Erickson, tác giả của những cuốn sách “Retire Retirement”, “Plugged In”, và “What’s Next, Gen X?”, là một trong 50 nhà tư tưởng kinh doanh hàng đầu toàn cầu năm 2011, sự hợp tác sẽ thúc đẩy làn sóng năng suất tiếp theo. [<https://hbr.org/2012/05/collaboration-will-drive-the-n>]

Tăng năng suất, thu được nhiều lợi nhuận hơn với đầu vào ít hơn là vấn đề cốt lõi của bất kỳ doanh nghiệp hay quốc gia nào trên thế giới. Từ quan điểm xã hội, năng suất thúc đẩy mức sống cao hơn và tăng việc chia sẻ các tài nguyên. Đối với một quốc gia, tăng năng suất giúp cho Chính phủ có nhiều nguồn lực hơn để đầu tư trở lại đối với các dịch vụ công. Đối với một doanh nghiệp, tăng năng suất dẫn đến tăng lợi nhuận, qua đó tăng thu nhập của người lao động, cổ đông hoặc tăng mức tái đầu tư của doanh nghiệp trong tương lai.

Logic đằng sau cải tiến năng suất rất đơn giản: “tạo ra nhiều hơn, sử dụng ít hơn”. Làm nhiều hơn có thể bao gồm tăng đơn vị sản xuất (tạo ra nhiều đơn vị hơn) hoặc tăng giá trị sản xuất (tạo ra các đơn vị bán nhiều hơn).

Cách các doanh nghiệp đạt được các mục tiêu đơn giản này gồm: phát triển và áp dụng các phương thức quản lý mới (như: quản lý chất lượng toàn diện (*Total Quality Management*), sản xuất tinh gọn (*Lean Manufacturing*), tái cấu trúc (*Reengineering*) và gắn kết nhân viên (*Employee Engagement*)) hoặc áp dụng công nghệ mới và tích hợp công nghệ vào phương thức thực hiện công việc. Mặc dù cả 02 cách này đều có giá trị, nhưng việc áp dụng công nghệ là được xem là yếu

tổ quyết định quan trọng hơn của tăng trưởng năng suất dài hạn.

Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ chỉ cải thiện năng suất nếu được triển khai cùng với những thay đổi đồng thời trong cách thức thực hiện công việc. Ví dụ, doanh nghiệp đầu tư vào công nghệ thông tin thúc đẩy có sự gia tăng đáng kể về năng suất trong suốt hai mươi năm từ 1980 đến 2000. Tuy nhiên, nghiên cứu về lợi nhuận được tạo ra bởi các khoản đầu tư này cho thấy tăng trưởng năng suất chỉ xảy ra khi công nghệ đi kèm với đổi mới quy trình kinh doanh phù hợp với điều kiện cụ thể của doanh nghiệp. Trên thực tế, việc áp dụng công nghệ riêng rẽ không dẫn đến những thay đổi trong thực tiễn của doanh nghiệp, có rất ít hoặc thậm chí có tác động tiêu cực đến năng suất.

Ngày nay, công nghệ hợp tác (*Collaborative Technologies*), một làn sóng công nghệ mới đã xuất hiện trong các doanh nghiệp. Nhưng cũng như công nghệ của những năm 1980 và 1990, các công nghệ này thúc đẩy tăng trưởng năng suất thực sự, phụ thuộc vào sự thay đổi đồng thời trong suy nghĩ, trong cách làm của doanh nghiệp.

Những công nghệ mới này hứa hẹn mang lại nhiều lợi ích kinh doanh cho doanh nghiệp. Công nghệ hợp tác giúp “khuếch đại” khả năng tương tác đồng thời với số lượng lớn các đối tượng, hứa hẹn sẽ cải thiện đáng kể việc tạo, nắm bắt và chia sẻ kiến thức; tìm kiếm thông tin hữu ích; khai thác các nguồn sáng tạo, chuyên môn mới, và trí tuệ của đám đông...

Các công nghệ hợp tác có khả năng thay đổi cách thức tương tác giữa người lao động trong doanh nghiệp, tìm kiếm, sử dụng và khai thác các chuyên gia có chuyên môn ở bên ngoài khi cần và chia sẻ ý tưởng.

Công nghệ hợp tác là yếu tố quan trọng để thành công trong tương lai của một số ngành, tuy nhiên có thể lại không quan trọng đối với một số ngành khác.

Cách thức tác động đóng góp vào năng suất của các công nghệ hợp tác sẽ thay đổi theo ngành, doanh nghiệp, phù hợp với thực tiễn

và chiến lược áp dụng. Hiểu đầy đủ và chính xác những hình thức hợp tác tác động lớn nhất đến doanh nghiệp để tận dụng các khả năng mới này cực kỳ quan trọng để hiện thực hóa lợi nhuận của doanh nghiệp, qua đó dẫn đến tăng năng suất.

#### **2.1.2. Năng suất hợp tác và cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4**

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 dẫn đến những sự thay đổi đa dạng và sâu rộng trong quá trình sản xuất [Brettel, M.; Friederichsen, N.; Keller, M.; Rosenberg, M. (2014) How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. In International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering 8 (1), pp. 37-44]

Ngành công nghiệp sản xuất của Đức phải chịu được sự cạnh tranh toàn cầu ngày càng tăng về chất lượng sản phẩm và chi phí sản xuất. Chi phí lao động cao đã ảnh hưởng nặng nề đến một số ngành công nghiệp, dẫn đến sự dịch chuyển của các cơ sở sản xuất sang các quốc gia phù hợp.

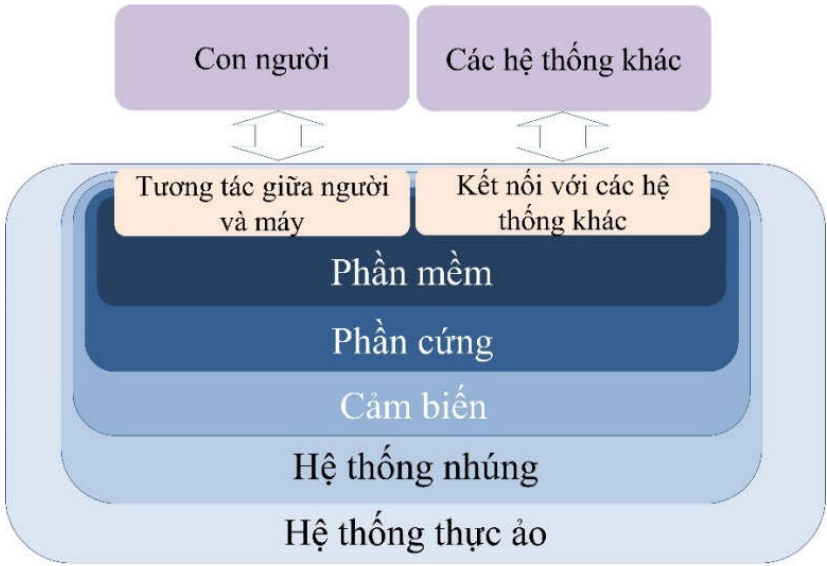
Các doanh nghiệp sản xuất đã nhận ra rằng khách hàng không sẵn sàng trả chi phí cao để cải thiện nâng cao chất lượng. Do đó, nhiều doanh nghiệp từ ngành sản xuất của Đức điều chỉnh sản xuất tập trung vào sản xuất các sản phẩm “tùy biến” và giảm thời gian nhanh chóng để đưa sản phẩm ra thị trường.

Tận dụng những lợi thế của các chiến lược sản xuất mới như “Sản xuất linh hoạt” (*Agile Manufacturing*) và “Điều chỉnh hàng loạt” (*Mass Customization*), các doanh nghiệp sản xuất đã thực hiện chuyển đổi số nhằm hợp nhất các năng lực cốt lõi của doanh nghiệp. Thông qua đó, quy trình và chuỗi cung ứng của doanh nghiệp được “ảo hóa” nhờ công nghệ thông tin, cung cấp quyền truy cập về dữ liệu thông tin sản phẩm có liên quan theo thời gian thực cho tất cả các đối tượng tham gia.

Khi hệ thống dữ liệu của doanh nghiệp được “nhúng” trong toàn

bộ chuỗi giá trị, ranh giới của các doanh nghiệp bị xóa nhòa. Thông qua “hệ thống thực ảo”, máy móc, thiết bị trong quá trình sản xuất sẽ có thể “giao tiếp” trực tiếp được với nhau, hoạt động tương tự như có sự tham gia kiểm soát trực tiếp của con người. Việc áp dụng phổ biến công nghệ thông tin và truyền thông cho phép “số hóa” đối với các sản phẩm và quy trình sản xuất. Kỹ thuật mô phỏng và mô hình hóa cho phép thay đổi linh hoạt, đổi mới sản phẩm nhanh chóng.

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 tập trung vào việc tạo ra các sản phẩm và quy trình sản xuất thông minh. Trong tương lai, các doanh nghiệp phải đối phó với nhu cầu phát triển sản phẩm nhanh, sản xuất linh hoạt cũng như yêu cầu ngày càng phức tạp của thị trường. “Hệ thống thực ảo” sẽ cho phép giao tiếp giữa con người, máy móc và sản phẩm. Việc thu thập và xử lý dữ liệu giúp kiểm soát một số tác động nhất định và tương tác với con người (Hình 2.1).



Hình 2.1. Tương tác giữa con người và máy móc thông qua “Hệ thống thực ảo”

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [M. Broy, “Cyber-Physical Systems:



*Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme," 2010]*

Triển vọng nâng cao năng suất trong quá trình chuyển đổi cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 là quan điểm chung trong các tài liệu nghiên cứu gần đây. [Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig J. (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Acatech. pp. 13-78]. Trong nhà máy thông minh, con người, máy móc và các nguồn lực có thể giao tiếp thông suốt với nhau như trong một mạng xã hội. Hệ thống giao diện thông minh, di động thông minh, hậu cần thông minh và lưới điện thông minh... sẽ làm cho nhà máy thông minh trở thành một “trụ cột” chính của cơ sở hạ tầng thông minh trong tương lai. Nhà máy thông minh sẽ dẫn đến việc chuyển đổi các chuỗi giá trị thông thường và làm xuất hiện các mô hình kinh doanh mới.

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 dẫn đến sự phát triển của các mô hình kinh doanh mới, hướng tới việc đáp ứng các yêu cầu của khách hàng. Những mô hình này sẽ cho phép các doanh nghiệp sử dụng dịch vụ và hệ thống phần mềm mà doanh nghiệp không có đủ nguồn lực tài chính để chi trả theo mô hình kinh doanh hiện tại.

Mô hình kinh doanh mới cung cấp giải pháp cho các vấn đề mới. Mô hình kinh doanh mới sẽ đảm bảo các lợi ích kinh doanh tiềm năng được chia sẻ công bằng giữa tất cả các bên liên quan trong chuỗi giá trị, bao gồm cả những đơn vị mới tham gia chuỗi cung ứng.

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 mang lại sự đổi mới quan trọng đối với các quốc gia đang trong giai đoạn thay đổi lực lượng lao động. Đức có dân số già thứ hai trên thế giới, sau Nhật Bản, khi độ tuổi trung bình của lực lượng lao động tại nhiều doanh nghiệp sản xuất của Đức đang ở giữa tuổi 40. Số lượng lực lượng lao động trẻ đang giảm liên tục và hiện đang thiếu lao động lành nghề và ứng viên cho việc học nghề trong một số ngành nghề nhất định. Để đảm bảo thay đổi lực

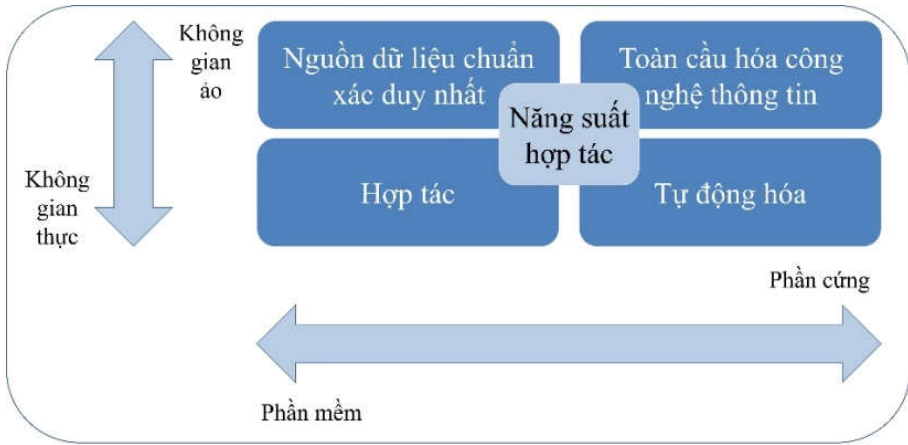
lượng lao động không xảy ra với chi phí của mức sống hiện tại, Đức cần phải sử dụng tốt hơn dự trữ thị trường lao động hiện tại của mình cho các doanh nghiệp trong bối cảnh cách mạng công nghiệp lần thứ 4, đồng thời duy trì và cải thiện năng suất của lực lượng lao động.

Nghiên cứu mới nhất chỉ ra rằng năng suất không phụ thuộc vào tuổi của người lao động mà ảnh hưởng bởi lượng thời gian người đó làm việc, vị trí cụ thể của công việc, cách thức tổ chức công việc và môi trường làm việc...

Để năng suất được duy trì và tăng lên trong một thời gian dài, ngoài các yếu tố nêu trên, cần xem xét một số khía cạnh khác như: nơi làm việc, tình trạng sức khỏe, tổ chức công việc, mô hình học tập, cấu trúc đội ngũ, kiến thức quản lý... Đây là các yếu tố cũng ảnh hưởng đến năng suất. Đồng thời, đây cũng là các thách thức mà doanh nghiệp và hệ thống giáo dục của một quốc gia cần quan tâm và giải quyết.

Trên cơ sở đó, các nhà khoa học đã xác định năng suất trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 phải là “sự hợp tác” của các yếu tố có liên quan. Hiện nay, khái niệm “năng suất hợp tác” là một thuật ngữ được sử dụng thường xuyên để mô tả về hoạt động năng suất trong bối cảnh cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

Để làm được việc này, việc nghiên cứu và đề xuất các yếu tố tác động đến năng suất hợp tác của hệ thống sản xuất là hết sức cần thiết. Các yếu tố tác động cần thiết trong một hệ thống sản xuất có thể được phân loại theo 02 khía cạnh: giữa “thế giới thực” và “thế giới ảo”; giữa phần cứng và phần mềm. Với cách phân loại này, 04 yếu tố chính tác động chính đến năng suất hợp tác bao gồm: Toàn cầu hóa công nghệ thông tin, Nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất, Tự động hóa và Hợp tác (Hình 2.2).



Hình 2.2. Yếu tố tác động chính của năng suất hợp tác

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [G. Schuh, T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, and J.-P. Prote, “Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0,” *Procedia CIRP*, vol. 19, pp. 51-56, 2014]

### 2.3. Các yếu tố chính của năng suất hợp tác

Để làm rõ khái niệm năng suất hợp tác trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, bốn yếu tố cụ thể được phân tích gồm: Toàn cầu hóa công nghệ thông tin; Nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất; Tự động hóa; Hợp tác [Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Hausberg, C., Fränken, B.: Collaboration moves productivity to the next level. *Procedia CIRP* 17, 3-8 (2014) 3].

#### 2.3.1. Yếu tố toàn cầu hóa công nghệ thông tin

Trước đây, việc ứng dụng công nghệ điện toán đã trở thành một ưu thế giúp các doanh nghiệp tăng trưởng kinh tế so với đầu tư vốn hoặc đầu tư lao động. Công nghệ điện toán giúp doanh nghiệp tiếp tục tăng năng suất trong một thời gian dài sau khi đầu tư trong những năm tiếp theo.

Có thể thấy rằng, phần lớn các ngành công nghiệp hiện đại đang

bị ảnh hưởng đáng kể bởi công nghệ thông tin và máy tính. Hầu hết các doanh nghiệp phải chịu chi phí truyền thông tương đối cao trong khi khả năng tính toán, xử lý thông tin lại khá hạn chế. Công nghệ thông tin, công nghệ truyền thông kỹ thuật số và máy tính là các công cụ quan trọng để giúp doanh nghiệp giảm chi phí truyền thông và xử lý thông tin. Việc giảm mạnh chi phí truyền thông và xử lý thông tin là một trong các yếu tố quan trọng dẫn đến tái cấu trúc nền kinh tế của các quốc gia.

Công nghệ thông tin là một GPTs. Công nghệ thông tin cũng như các GPTs trước đây (như động cơ hơi nước và động cơ điện...) đều có đóng góp to lớn vào nền kinh tế vì các GPTs này tạo ra những giá trị đổi mới khác biệt, cuối cùng dẫn đến cải thiện năng suất đáng kể. Trong quá khứ, động cơ hơi nước là “gốc rễ” của các thay đổi về công nghệ và tổ chức giúp thúc đẩy tăng năng suất trong cuộc cách mạng công nghiệp đầu tiên. Động cơ điện hỗ trợ cho các kỹ sư công nghiệp sự linh hoạt hơn trong việc bố trí máy móc trong các nhà máy, cải thiện đáng kể năng suất sản xuất bằng cách cho phép thiết kế lại quy trình công việc.

Nghiên cứu của Brynjolfsson, E và cộng sự đã chứng minh đầu tư vào công nghệ thông tin làm chuyển đổi tổ chức, đặc biệt ở cấp độ quản lý doanh nghiệp, dẫn đến năng suất cao hơn. Đầu tư ứng dụng công nghệ thông tin ở cấp độ quản lý doanh nghiệp giúp doanh nghiệp thay đổi về tổ chức và đổi mới sản phẩm của doanh nghiệp. Công nghệ thông tin cho phép thay đổi về tổ chức, quy trình sản xuất và kinh doanh của doanh nghiệp, rút ngắn quá trình đưa sản phẩm ra thị trường, qua đó giúp doanh nghiệp giảm chi phí và tăng năng suất. Quan trọng hơn, công nghệ thông tin cho phép doanh nghiệp tăng chất lượng sản phẩm đầu ra dưới dạng sản phẩm mới hoặc cải thiện đáng kể các đặc tính của sản phẩm hiện có như: tiện lợi, chất lượng và đa dạng. Phân tích của Brynjolfsson, E và cộng sự cho thấy lợi nhuận của doanh nghiệp từ đầu tư công nghệ thông tin có thể cao hơn nhiều so với những gì được “giả định” theo tốc độ tăng trưởng truyền thống.

Do đó, đóng góp của công nghệ thông tin (bao gồm cả tài sản vô hình) vào nền kinh tế hiện nay có thể đang bị đánh giá thấp hơn 10 lần trong các phân tích tổng hợp. Trong khi các bằng chứng kinh tế vĩ mô gần đây lại cho thấy đóng góp của công nghệ thông tin và máy tính là rất đáng khích lệ. Từ dữ liệu của kinh tế vi mô, sự bùng nổ năng suất gần đây trong các số liệu thống kê được xác định là từ hơn một thập kỷ đầu tư đầu tư về công nghệ thông tin và máy tính. [Brynjolfsson, E.; Hitt, L. M (2000) Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. In The Journal of Economic Perspectives 14 (4), pp. 23-48]

Toàn cầu hóa công nghệ thông tin có vai trò hết sức quan trọng đối với tăng năng suất của nền kinh tế toàn cầu. Do đó, các doanh nghiệp sản xuất cần thúc đẩy việc phát triển “sức mạnh” của công nghệ điện toán và công nghệ thông tin trên phạm vi toàn cầu. Việc nâng cấp dung lượng lưu trữ và tốc độ đường truyền đang phát triển mạnh và tiếp tục được đầu tư trong những năm tới [Hilbert, M.; López, P. (2011) The World’s Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. In Science 1 April 2011 (332), pp.60-65].

Trong nghiên cứu của mình, trong giai đoạn từ năm 1986 đến năm 2007, Hilbert, M. và López, P. đã ước tính khả năng công nghệ của thế giới để lưu trữ, giao tiếp, tính toán và theo dõi 60 công nghệ kỹ thuật số và analog. Năm 2007, loài người có thể lưu trữ tới  $2,9 \times 10^{20}$  byte được nén, truyền gần  $2 \times 10^{21}$  byte và thực hiện  $6,4 \times 10^{18}$  hướng dẫn trong mỗi giây trên các máy tính đa năng. Năng lực tính toán đa năng tăng trưởng với tốc độ hàng năm là 58%. Công suất viễn thông thế giới tăng trưởng ở mức 28% mỗi năm với sự gia tăng thông tin được lưu trữ trên toàn cầu là 23%. Khả năng khuếch tán thông tin một chiều của loài người thông qua các kênh phát sóng đã có mức tăng trưởng hàng năm tương đối khiêm tốn (6%). Viễn thông đã bị chi phối bởi các công nghệ kỹ thuật số từ năm 1990 (99,9% ở định dạng kỹ thuật số vào năm 2007) và phần lớn bộ nhớ công nghệ ở định dạng

kỹ thuật số từ đầu những năm 2000 (94% kỹ thuật số vào năm 2007) [Hilbert, M.; López, P. (2011) The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. In Science 1 April 2011 (332), pp.60-65].

Trong tương lai, có thể lưu trữ dữ liệu trong một hệ thống đám mây toàn cầu như vậy, trong đó thông tin dữ liệu được cập nhật nhanh chóng và độc lập từ bất cứ nơi nào.

### **2.3.2. Yếu tố nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất**

Ngày nay, trong thị trường toàn cầu đầy thách thức, các doanh nghiệp phải đổi mới để tồn tại. Đổi mới kinh doanh phải diễn ra trong tất cả các khía cạnh sản phẩm, quy trình và tổ chức để cải thiện khả năng cạnh tranh và hiệu quả kinh doanh. Các doanh nghiệp có thể đo lường hiệu quả đầu tư nghiên cứu và phát triển (R&D), hiệu quả truyền thông hoặc có thể thấy được rủi ro trong việc ra mắt các sản phẩm mới.

Để tạo sự khác biệt, doanh nghiệp phải nắm bắt, quản lý và tận dụng các tài sản trí tuệ của mình. Điều này có thể được thực hiện tốt nhất thông qua việc áp dụng quản lý vòng đời sản phẩm (*Life Cycle Management, PLM*) nhằm đáp ứng nhu cầu của doanh nghiệp mở. PLM là một phương pháp kinh doanh chiến lược giúp doanh nghiệp đạt được mục tiêu kinh doanh là giảm chi phí, nâng cao chất lượng và rút ngắn thời gian tiếp thị, đồng thời đổi mới sản phẩm, dịch vụ và hoạt động kinh doanh và bao gồm cả ý tưởng đổi mới. Sau khi được triển khai, các giải pháp PLM đã chứng minh các lợi ích tác động tích cực đến doanh nghiệp. Các giải pháp PLM có thể cải thiện hiệu quả kinh doanh bằng cách:

- Giảm thời gian và chi phí thay đổi sản phẩm;
- Chu kỳ sản phẩm và thời gian sản xuất ngắn hơn đáng kể;
- Giảm phế liệu và sai sót trong quá trình sản xuất;
- Cải thiện năng suất trong kỹ thuật thiết kế.

Trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, các công

cụ mô phỏng để đưa ra quyết định có thể sử dụng. Các công cụ này cần được “nhúng” vào trong các phần mềm phù hợp. Đó là lý do tại sao sự phát triển của các hệ thống phần mềm đóng một vai trò quan trọng trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Trên cơ sở cải tiến, nâng cấp phần cứng, phần mềm quản lý toàn bộ vòng đời sản phẩm hoàn chỉnh được ra đời, trong đó tất cả thông tin sản phẩm đều nằm trong chuỗi giá trị.

Quản lý chuỗi cung ứng (*Supply Chain Management, SCM*) là công cụ giúp doanh nghiệp tiếp cận và ứng phó hiệu quả với môi trường năng động của các ngành sản xuất. Quản lý chuỗi cung ứng mô tả một cách tiếp cận với mục đích minh bạch thông tin cao trong chuỗi cung ứng kết hợp với tối ưu hóa kế hoạch kiểm soát sản xuất. Mục tiêu cuối cùng là giúp doanh nghiệp xây dựng quy trình sản xuất linh hoạt, hiệu quả và đặc biệt là giúp doanh nghiệp “phản ứng” kịp thời với yêu cầu của khách hàng và thị trường. [Schuh, G.; Stich, V.; Brosze, T.; Fuchs, S.; Pulz, C.; Quick, J.; Schür-meyer, M.; Bauhoff, F. (2011) High resolution supply chain management: optimized processes based on self-optimizing control loops and real time data. In *Prod. Eng. Res. Devel.* 5 (4), pp. 433-442].

Để giảm thiểu thời gian mở rộng quy mô, cải thiện tỷ lệ thành công của sản phẩm và hiệu quả truyền thông, các doanh nghiệp trước tiên phải tập trung vào nhu cầu của khách hàng, liên tục giảm thiểu thời gian để mở rộng quy mô, tránh lãng phí, giảm chi phí và cải thiện. Đây là những khái niệm cốt lõi của một chiến lược Quản lý tinh gọn (*Lean Management*). Khái niệm Quản lý tinh gọn với chiến lược kinh doanh PLM có thể thúc đẩy Quản lý tinh gọn với sự tuân thủ tích hợp, cải tiến liên tục và các thực tiễn tốt nhất khác của PLM để tăng lợi tức đầu tư R&D và tạo sự tăng trưởng bền vững, có lợi cho quy trình kinh doanh chủ yếu là quy trình sản xuất.

PLM, công cụ mô phỏng, SCM, Quản lý tinh gọn và các công cụ khác... là các công cụ giúp doanh nghiệp đổi mới quy trình sản xuất, quản lý kinh doanh. Đây là các công cụ được xem là rất quan trọng

đối với tăng trưởng bền vững và lợi nhuận kinh doanh. Tuy nhiên, các quy trình sản xuất, kinh doanh theo trình tự và lặp lại của doanh nghiệp đòi hỏi một cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin cung cấp một nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất, nhằm liên kết các bộ phận và giải pháp phát triển.

Do đó, “nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất” cần phải được thực hiện trong suốt vòng đời sản xuất để tránh sự “lệch thông tin dữ liệu” và đảm bảo rằng bất kỳ thay đổi nào của sản phẩm và thông tin liên quan đến sản xuất đều được lưu trữ tại cùng một nguồn dữ liệu [Gecevska, V.; Veza, I.; Cus, F.; Anisic, Z.; Stefanic, N. (2012) Lean PLM - Information Technology Strategy for Innovative and Sustainable Business Environment. In International Journal of Industrial Engineering and Management 3 (1), pp. 15-23].

Như vậy, “nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất” là một khái niệm mà một doanh nghiệp có thể áp dụng như một phần của “kiến trúc thông tin” của doanh nghiệp để đảm bảo rằng mọi người trong doanh nghiệp sử dụng cùng một dữ liệu khi đưa ra bất kỳ quyết định sản xuất, kinh doanh nào.

Mục đích của việc áp dụng “nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất” là cung cấp cho doanh nghiệp một cái nhìn liên kết về dữ liệu, cũng có thể được gọi là một phiên bản duy nhất của “hồ sơ sản xuất và kinh doanh” của doanh nghiệp.

Sự tồn tại liên tục của nhiều dữ liệu tại nhiều doanh nghiệp cản trở nỗ lực cung cấp một “nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất” về dữ liệu trong toàn tổ chức. Khi các bộ phận khác nhau trong một doanh nghiệp sử dụng dữ liệu khác nhau, điều đó có thể dẫn đến các lỗi tốn kém, có thể gây tổn hại đến lợi nhuận.

Khi một doanh nghiệp cho phép sử dụng “nguồn dữ liệu chuẩn xác duy nhất”, các thành phần dữ liệu được lưu trữ một lần trong Hệ thống bản ghi (*System of Record, SOR*) được cập nhật và đồng bộ hóa với phần mềm liên kết dữ liệu. Phần mềm như vậy tổng hợp dữ liệu từ các nguồn khác nhau trong cơ sở dữ liệu ảo để có thể sử dụng cho



kinh doanh thông minh (*Business Intelligence, BI*) hoặc phân tích khác. Cơ sở dữ liệu ảo được tạo bởi các phần mềm liên kết dữ liệu. Cơ sở dữ liệu ảo chứa dữ liệu mô tả dữ liệu thực tế.

Quản lý hiệu quả doanh nghiệp là một quá trình quan trọng, nhưng đây là một nhiệm vụ khó khăn và phức tạp. Quá trình này bao gồm việc giám sát chiến lược trọng tâm của doanh nghiệp, trong đó hiệu suất được đo lường từ việc phân tích dữ liệu được tạo ra từ một loạt các hoạt động kinh doanh liên quan đến nhau được thực hiện ở các cấp độ khác nhau trong doanh nghiệp. Điều này là cần thiết nhằm hỗ trợ cho công tác xây dựng các báo cáo và ra các quyết định hợp lý, nhất quán trong toàn hệ thống sản xuất [Bose, R. (2006) *Understanding management data systems for enterprise performance management*. In *Industrial Management & Data Systems* 106 (1), pp. 43-59].

### **2.3.3. Yếu tố tự động hóa**

Giám sát và kiểm soát bất kỳ quy trình nào với sự trợ giúp của các công nghệ mới như phần mềm, điều khiển, Robotics, hệ thống ERP và kết hợp máy tính trung tâm có thể được xem là tự động hóa.

Việc sử dụng các hệ thống kiểm soát và công nghệ thông tin để giảm các hoạt động của con người trong sản xuất hàng hóa và dịch vụ, tiết kiệm chi phí sản xuất và vật liệu, thu lợi nhuận cũng có thể được định nghĩa là tự động hóa.

Tự động hóa quy trình làm việc sử dụng phần mềm để kiểm soát loại bỏ các hoạt động lặp đi lặp lại, đạt được hiệu quả, giảm thiểu lỗi và giảm chi phí, qua đó tăng năng suất và hiệu quả.

Tự động hóa giúp đạt được nhiều kết quả hơn với đầu vào ít hơn. Ngoài ra, tự động hóa giúp tăng năng suất, loại bỏ lỗi của con người, công nghệ sạch hơn, giảm thiểu tiêu thụ năng lượng, chẩn đoán lỗi dễ dàng, giảm tài nguyên, giảm lượng nước thải, bảo vệ môi trường, cải thiện an toàn và sức khỏe, giảm nhân lực, thu thập và hợp nhất dữ

liệu, giảm lỗi, tăng tốc độ và tăng tính nhất quán của sản phẩm.

Tự động hóa giúp năng lực triển khai công việc tốt hơn, thời gian giao hàng ngắn hơn và hoạt động kinh doanh được tối ưu hóa, giảm thời gian hoàn thành... Tự động hóa tất cả các quy trình làm việc giúp tối ưu hóa thiết bị sử dụng, mở rộng quy trình và tăng doanh thu.

Tự động hóa ảnh hưởng đến năng suất trong các khía cạnh sau:

- Tăng sản lượng bằng cách tránh sự chậm trễ thủ công.
- Cải thiện năng suất bằng cách đạt được hiệu quả tối ưu của máy.
- Tránh tái xử lý và cải thiện năng suất.
- Tự động hóa cải thiện khả năng tiết kiệm năng lượng và do đó giá thành sản phẩm giảm.
- Bằng cách tránh lỗi thủ công, tự động hóa cải thiện chất lượng sản phẩm và do đó năng suất tăng.
- Tự động hóa có thể cung cấp dữ liệu hữu ích của các máy làm tăng khả năng phân tích nguyên nhân khiến năng suất thấp.

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 hỗ trợ cải tiến về hiệu suất của quy trình tự động hóa thông qua việc kết hợp phân quyền và tự quản lý đối với các quy trình tự động hóa của doanh nghiệp. Quá trình này được thực hiện thông qua liên kết không gian ảo với không gian thực nhờ các “hệ thống thực ảo”, trong đó máy tính, cảm biến và bộ truyền động được “nhúng” vào cùng một nền tảng ứng dụng [Lin, K.-J.; Panahi, M. (2010) A Real-Time Service-Oriented Framework to Support Sustainable Cyber-Physical-Systems. In IEEE 8th International Conference on Industrial Informatics 2010. Osaka, pp.15-21].

Bên cạnh đó, trong các nhà máy sản xuất thông minh đã xuất hiện công nghệ tự động hóa các hệ thống sản xuất với các cấu phần thông minh và tự tối ưu hóa quy trình thông qua việc điều chỉnh hoạt động của hệ thống với các mục tiêu “động” [Wagels, C.; Schmitt, R. (2012) Benchmarking of Methods and Instruments for Self-Optimization in Future Production Systems. In 45th CIRP Conference on

Manufacturing Systems 2012, pp. 161-166].

Một vấn đề quan trọng khác là sự sắp xếp hợp lý vị trí làm việc của người lao động có trình độ cao và có kỹ năng phù hợp nhất trong một hệ thống sản xuất tự động hóa. Hoạt động đào tạo kiến thức nâng cao thường xuyên là phương thức giúp thu hẹp khoảng cách giữa người lao động và các quy trình công nghệ. Tuy nhiên, phương thức này đòi hỏi tốn thời gian và chi phí của doanh nghiệp. [Brynjolfsson, E. (1993) The productivity paradox of information technology. In Communications of the ACM 36 (12), pp. 66-77]

#### **2.3.4. Yếu tố hợp tác**

Yếu tố thứ tư là ứng dụng phần mềm kết hợp các quy trình, công nghệ và hoạt động sản xuất, được gọi là yếu tố hợp tác.

Ví dụ, trong Chương trình Tàu con thoi của NASA, các hoạt động hợp tác giữa các máy trạm khác nhau đã giúp giảm 50% thời gian phát triển sản phẩm. [Lu, S. C-Y.; ElMaraghy, W.; Schuh, G.; Wilhelm, R. (2007) A Scientific Foundation of Collaborative Engineering. In CIRP Annals - Manufacturing Technology 56 (2), pp. 605-634]

Một số nghiên cứu gần đây cho thấy, năng suất của các doanh nghiệp, tập đoàn lớn thường bị cản trở bởi các rào cản truyền thông và sự khác biệt về văn hóa do chính yếu tố hợp tác gây ra. Ví dụ: phát triển phần mềm nhúng của Philips cho thấy năng suất giảm xuống 2 đến 3 lần khi số lượng trang web liên quan tăng lên 2 hoặc nhiều hơn; thông tin liên lạc, chuyển giao tài liệu, kết quả, môi trường thử nghiệm và thử nghiệm phân tán của Nokia Siemens Networks sẽ tác động tăng năng suất nếu chỉ ở quy mô hợp tác đơn giản; hay kinh nghiệm của Sony Ericsson cho thấy năng suất phụ thuộc rất nhiều vào sự hợp tác, liên kết quản lý và sự hiểu biết lẫn nhau của người lao động trong doanh nghiệp, của các doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng...

Sự hợp tác là yếu tố hết sức cần thiết để các doanh nghiệp có thể tạo ra các sản phẩm ngày càng phức tạp. Sự hợp tác thành công là phương thức làm tăng hiệu quả, cải thiện chất lượng của các sản phẩm

cuối cùng.

Ví dụ, Merch ToolChain trực tiếp thực hiện quá trình hợp tác, tích hợp dữ liệu và tích hợp công cụ của các nhà cung cấp độc lập khác nhau dẫn đến việc sử dụng các công cụ tốt nhất thay vì tập hợp các công cụ riêng rẽ cùng một nhà cung cấp. Sự hợp tác này cải thiện đáng kể hiệu quả phát triển sản phẩm. Công cụ Merline ToolChain cũng mang đến nhiều cơ hội hơn cho các nhà cung cấp công cụ doanh nghiệp vừa và nhỏ, vì các công cụ của họ cung cấp nhiều sự lựa chọn hơn khi được sử dụng cùng với Merch ToolChain.

Bốn yếu tố hỗ trợ nêu trên ảnh hưởng và phụ thuộc lẫn nhau. Việc sử dụng công nghệ thông tin để mô phỏng dựa trên dữ liệu lớn sẽ rất khó nếu không đảm bảo dung lượng lưu trữ đủ lớn. Việc tự động hóa sẽ không thể vận hành chuẩn nếu không đảm bảo được cơ chế phối hợp giữa máy móc với nhau và giữa con người và máy móc. Đó là lý do cả bốn yếu tố nêu trên cần được phát triển đồng bộ để chuẩn bị cho cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

Mục tiêu ưu việt của việc tăng trưởng năng suất hợp tác trong bối cảnh cách mạng công nghiệp lần thứ 4 là giảm thiểu chi phí sản xuất. Việc hiểu và đưa ra giải pháp để đạt được mục tiêu này là hết sức cần thiết. Do đó, cần thực hiện việc định lượng các yếu tố tác động trong cả hai lĩnh vực cốt lõi của một doanh nghiệp sản xuất: yếu tố sản xuất và yếu tố công nghệ.

#### **2.4. Yếu tố hợp tác và khung thực hành hợp tác**

Yếu tố hợp tác là một trong các yếu tố quan trọng đóng góp cho năng suất hợp tác. Vậy yếu tố hợp tác và khung thực hành hợp tác giữ vai trò gì.

##### **2.4.1. Yếu tố hợp tác**

Từ điển định nghĩa sự hợp tác là “cùng làm việc với những người khác” [Merriam-Webster Inc. "collaboration". Springfield, MA].

Định nghĩa này không giới hạn ở “những người khác”, mà gọi ý hai hoặc nhiều thực thể tham gia hợp tác. Phạm vi của các thực thể

hợp tác có thể khác nhau và từ cấp độ cá nhân đến cấp độ tổ chức như các doanh nghiệp [Daugherty, P. J.; Richey, R. Glenn; Roath, A. S.; Min, S.; Chen, H.; Arndt, A. D.; Genchev, S. E. (2006) Is collaboration paying off for firms? In *Business Horizons* 49 (1), pp. 61-70].

Định nghĩa về sự hợp tác ngụ ý về phạm vi chỉ có hợp tác giữa con người với con người. Tuy nhiên, sự tiến bộ công nghệ của các “hệ thống thực ảo” sẽ ngày càng thúc đẩy sự hợp tác giữa con người và máy móc cũng như sự hợp tác giữa các máy móc. Điều này làm cho quan điểm về sự hợp tác cần được mở rộng [Cheaib, N.; Otmane, S.; Mallem, M. (2011) A Machine-Machine Collaboration Formalism based on Web services for Groupware Tailorability. In Shen, W. (Ed.): *Proceedings of the 2011 15th international conference on computer supported cooperative work in design (CSCWD)*, pp. 238-245].

Do đó, có thể có 03 hình thức hợp tác ở các cấp độ khác nhau: hợp tác giữa người với người, hợp tác giữa người và máy và hợp tác giữa máy móc với nhau [Schuh, G.; Potente, T.; Wesch-Potente, C.; Hauptvogel, A (2013) Sustainable increase of overhead productivity due to cyber-physical- systems. In Selinger, G. (Ed.): *Proc. of the 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing*. TU Berlin, pp. 332-335].

Bedwell và cộng sự mô tả sự hợp tác như một khái niệm “siêu cấp” liên kết với nhiều thực thể để thể hiện một cách chi tiết hơn về sự hợp tác [Bedwell, W. L., Wildman, J. L.; DiazGranados, D.; Salazar, M.; Kramer, W. S.; Salas, E. (2012) Collaboration at work: An integrative multilevel conceptualization. *Human Resource Management Review*, pp. 128-145]. Đặc trưng của sự hợp tác là các thực thể hợp tác giao tiếp với nhau, phối hợp các hoạt động và hợp tác để hoàn thành mục tiêu chung [Gerosa, M. A.; Pimentel, M.; Fuks, H.; de Lucena, C. J. P. (2006) *Development of Groupware Based on the 3C Collaboration Model and Component Technology*. In *Groupware: Design, Implementation, and Use*: Springer, pp. 302-309].

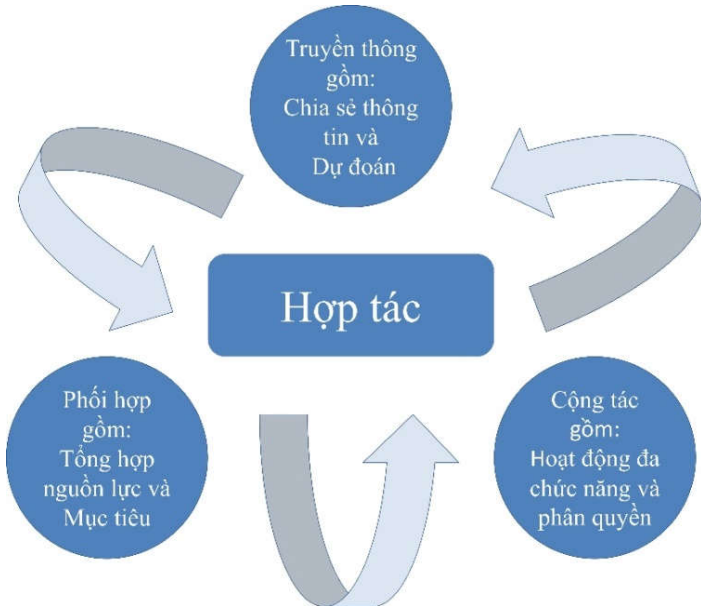
Các doanh nghiệp, tập đoàn lớn thường phải đối mặt với thách

thức về sự khác biệt về kiến thức và kinh nghiệm làm việc giữa người lao động. Khi đó, sự hợp tác để cùng nhau đưa ra quyết định và giải quyết các thách thức này là yêu cầu quan trọng và cấp thiết của doanh nghiệp, tập đoàn [Grünig, R.; Kühn, R. (2009) Successful Decision-making. A Systematic Approach to Complex Problems. Berlin: Springer. ISBN: 978-3-642- 00853-5].

**2.4.2. Khung thực hành hợp tác**

Yếu tố hợp tác là “yếu tố cốt lõi” hình thành Khung thực hành hợp tác (*Framework for Collaborative Practice*).

Hình 2.3 mô tả Khung thực hành hợp tác được đề xuất ở đây được trình bày chi tiết thành ba khía cạnh hợp tác: truyền thông (*Communication*), phối hợp (*Coordination*) và cộng tác (*Cooperation*) [Borghoff, U. M.; Schlichter, J. H. (2000) Computer-Supported Cooperative Work. Springer. ISBN: 3-540-66984-1].



Hình 2.3. Khung thực hành hợp tác

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Hausberg, C., Fränken, B.: Collaboration moves productivity to the next

### **Truyền thông (Communication)**

Trong bối cảnh này, truyền thông cung cấp các phương tiện để chia sẻ thông tin và dự đoán [Flanagin, A. J.; Bator, M. (2010) *The Utility of Information and Communication Technologies in Organizational Knowledge Management*. In Canary, H. E., McPhee, R. D. (Eds.): *Communication and Organizational Knowledge*. London: Routledge, pp. 173-188].

Chia sẻ thông tin là nền tảng cho tất cả các hoạt động hợp tác [Barrett, S.; Konsynski, B. (1982) *Inter-Organizational Information Sharing Systems*. In *MIS Quarterly* 6 (Special Issue), pp. 93-105]. Ví dụ, việc chia sẻ thông tin có thể làm giảm đáng kể “Hiệu ứng Bullwhip” (Bullwhip Effect) trong chuỗi cung ứng [Fiala, P. (2005) *Information sharing in supply chains*. In *Omega* 33 (5), pp. 419-423]. “Hiệu ứng Bullwhip” là hiện tượng thông tin về nhu cầu thị trường cho một sản phẩm bị bóp méo hay khuếch đại lên qua các khâu trong chuỗi cung ứng, dẫn đến sự dư thừa tồn kho, ảnh hưởng đến chính sách giá và tạo ra sự phản ánh không chính xác về nhu cầu thị trường. “Hiệu ứng Bullwhip” được phát hiện đầu tiên bởi tiến sỹ Ray Forrester vào năm 1961.

Dự đoán là quá trình diễn giải thông tin để hiểu các tình huống phức tạp và đánh giá kết quả của các biện pháp có thể phù hợp [Rice, R. E.; Atkin, C. K. (2001) *Public communication campaigns*. 3rd ed. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications. ISBN: 0-7619-2205-9]. Dự đoán không phải là một hoạt động đơn độc, mà sử dụng kiến thức hiện có của tất cả các thực thể trong một tổ chức. Kết quả của dự đoán là kiến thức mới, được duy trì trong một tổ chức thông qua sự tương tác của các thành viên của nó và cụ thể, thông qua truyền thông hiệu quả [Cecez-Kecmanovic, D. (2004) *A sensemaking model of knowledge in organisations*. *Knowledge Management Research Practice*, pp.

155-168].

### ***Phối hợp (Coordination)***

Phối hợp là quản lý sự phụ thuộc giữa các hoạt động khác nhau [Olson, G. M.; Malone, T. W.; Smith, J. B. (Eds.) (2001) *Coordination theory and collaboration technology*. Mahwah, NJ: Erlbaum]. Việc làm chủ hoạt động phối hợp đòi hỏi việc quản lý và sắp xếp đồng bộ các tài nguyên có sẵn [Salas, E.; Burke C. S.; Cannon- Bowers, J. A. (2000) *Teamwork: emerging principles*. In *International Journal of Management Reviews* 2 (4), pp. 339-356].

Định nghĩa này đã liên kết trực tiếp “phối hợp” với năng suất. Năng suất của chuỗi cung ứng phụ thuộc đáng kể vào sự phối hợp hiệu quả của các thành viên, nguồn lực và hoạt động thông qua việc giảm chi phí (ví dụ như hàng tồn kho dư thừa) và qua đó có thể rút ngắn thời gian. Ngoài ra, tối ưu hóa việc phối hợp hoạt động giữa các bộ phận thường dẫn đến tăng năng suất cao hơn so với chỉ tối ưu hóa các bộ phận duy nhất.

Tổng hợp nguồn lực và mục tiêu là hai trọng tâm của sự phối hợp [Epstein, M. J.; Manzoni, J. F.; Dávila, A. (Eds.). (2010) *Performance Measurement and Management Control: Innovative Concepts and Practices*. Emerald].

Tổng hợp nguồn lực bao gồm phân bổ thông tin, thiết bị và nguồn nhân lực cần thiết để đạt được mục tiêu hợp tác. Tổng hợp nguồn lực thực hiện việc phân công nhiệm vụ và quyết định thời gian phân bổ nguồn lực cho các hoạt động của doanh nghiệp [Samaddar, S.; Kadiyala, S. S. (2006) *An analysis of interorganizational resource sharing decisions in collaborative knowledge creation*. In *European Journal of Operational Research* 170 (1), pp. 192-210]. Khó khăn của việc tổng hợp nguồn lực là sự cạnh tranh của các thực thể vì các nguồn lực ngày càng hạn chế và các thực thể cố gắng thu hút càng nhiều nguồn lực càng tốt [Malone, T. W.; Crowston, K. (1994) *The interdisciplinary study of coordination*. In *ACM Computing Surveys*, 26 (1), pp. 87-119]. Để giải quyết sự cạnh tranh về nguồn lực, việc



đưa ra mục tiêu chung phù hợp của các thực thể rất quan trọng.

Với mức độ phù hợp của 2 yếu tố nêu trên (tổng hợp nguồn lực và mục tiêu), năng suất của doanh nghiệp có thể tăng lên, vì các mục tiêu và hoạt động của những người ra quyết định sẽ đồng thuận, không xung đột với nhau [Cao, M.; Zhang, Q. (2012) Supply Chain Collaboration: Roles of Interorganizational Systems, Trust, and Collaborative Culture: Springer. ISBN: 978-1-447-14590-5].

### ***Cộng tác (Coperation)***

Khía cạnh hợp tác thứ ba của khung thực hành là cộng tác. Cộng tác chỉ ra rằng các thực thể liên quan nhận ra tầm quan trọng của mục tiêu tổng thể và phối hợp với nhau để đạt được mục tiêu [Kohn, A. (1992) No Contest: The Case Against Competition: Houghton Mifflin. ISBN: 0-395-63125-4].

Hoạt động cộng tác cần được khuyến khích và tạo điều kiện trong doanh nghiệp thông qua lãnh đạo để giúp doanh nghiệp đạt được hiệu quả tốt hơn [Fitzroy, F. R.; Kraft, K. (1987) Cooperation, Productivity, and Profit Sharing. In The Quarterly Journal of Economics 102 (1), pp. 23-36].

Cộng tác được thể hiện bằng các hoạt động đa chức năng và phân quyền trong doanh nghiệp. Hai hoạt động cộng tác này giúp thực hiện việc phân quyền cho những người ra quyết định, nhưng đồng thời, kết nối những người ra quyết định này với nhau thông qua các hoạt động đa chức năng. Sự kết hợp giúp những người ra quyết định tốt hơn, qua đó làm tăng năng suất tổng thể của doanh nghiệp [Malone, T. W. (1999) Is 'Empowerment' Just a Fad? Control, Decision Making, and Information Technology. In BT Technology Journal, p. 141].

## **2.5. Tác động của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 tới khung thực hành hợp tác**

### ***2.5.1. Thay đổi cơ cấu tổ chức hoạt động***

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 là cuộc cách mạng công nghiệp dựa trên các “hệ thống thực ảo” đang sắp xảy ra trong quá trình phát

triển của nhân loại. Theo Acatech, cách mạng công nghiệp lần thứ 4 không chỉ là một thách thức về công nghệ, mà đặc biệt sẽ làm thay đổi rõ rệt cơ cấu tổ chức của các doanh nghiệp.

Acatech minh họa 05 đặc điểm thay đổi đột phá với Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 [Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig J. (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Acatech. pp. 13-78]:

- Mức độ tương tác kỹ thuật-xã hội mới: lập kế hoạch các nguồn lực để tự tổ chức sản xuất trong mạng cung ứng của các doanh nghiệp.

- Sản phẩm thông minh: mô tả chi tiết quy trình sản xuất và thông số vận hành để sản xuất sản phẩm trong điều kiện tối ưu.

- Sản xuất riêng lẻ: Cấu hình linh hoạt cho phép các doanh nghiệp xem xét các khách hàng và tính năng cụ thể của sản phẩm cùng với các giai đoạn thiết kế, lập kế hoạch, sản xuất và tái chế.

- Kiểm soát tự động: Nhân viên kiểm soát và xác định cấu hình nguồn lực sản xuất thông minh dựa trên tình huống cụ thể

- Thiết kế sản phẩm kiểm soát dữ liệu liên quan đến sản phẩm: Dữ liệu liên quan đến sản phẩm trở thành tài nguyên quan trọng trong quản lý vòng đời sản phẩm.

Về bản chất, Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể mang lại hiệu quả tăng năng suất. Tiến bộ công nghệ trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 cho phép cải thiện đáng kể sự hợp tác, đặc biệt là về ba khía cạnh được đề xuất trong khuôn khổ Khung thực hành hợp tác (truyền thông, phối hợp và cộng tác). Các khía cạnh chính của Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đóng góp vào việc tăng cường hợp tác và do đó mức năng suất cao hơn [Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Hausberg, C., Fränken, B.: Collaboration moves productivity to the next level. Procedia CIRP 17, 3-8 (2014) 3].

### ***2.5.2. Tác động đến khía cạnh truyền thông***

Truyền thông không hiệu quả dẫn đến giảm năng suất. Điều này

có thể được minh họa thông qua quy trình lập kế hoạch: việc trao đổi và sử dụng dữ liệu cũ, lỗi thời và không đầy đủ dẫn đến xây dựng kế hoạch không chính xác.

Các phương pháp lập kế hoạch tập trung theo phương pháp truyền thống thường dẫn đến sự “chậm trễ” trong thu thập và phân tích thông tin, do đó sẽ dẫn đến sự khác biệt giữa kế hoạch dự kiến và thực tế [Windt, K.; Hülsmann, M. (2007) *Changing Paradigms in Logistics - Understanding the Shift from Conventional Control to Autonomous Cooperation and Control*. In Hülsmann, M., Windt, K. (Eds.): *Understanding Autonomous Cooperation and Control in Logistics*. Springer Berlin, pp. 1-16].

Các “hệ thống thực ảo” là nền tảng giúp làm giảm sự “chậm trễ” trong việc chia sẻ thông tin và dự đoán bằng cách thúc đẩy giao tiếp theo phương thức “phi tập trung” với 02 tính năng cốt lõi của Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 [Schuh, G.; Stich, V.; Brosze, T.; Fuchs, S.; Pulz, C.; Quick, J.; Schürmeyer, M.; Bauhoff, F. (2011) *High resolution supply chain management: optimized processes based on self-optimizing control loops and real time data*. In *Prod. Eng. Res. Devel.* 5 (4), pp. 433-442]. Thứ nhất, công nghệ cảm biến sẽ cho phép chia sẻ thông tin ở mức độ chi tiết với “độ trễ” thấp nhất. Thứ hai, công nghệ mô phỏng dựa trên dữ liệu thời gian thực sẽ cho phép quy trình dự đoán được tối ưu hóa, hiệu quả hơn.

Cụ thể như sau:

Về chia sẻ thông tin: Chi phí đầu tư hệ thống cảm biến ngày càng thấp, kích thước của các cảm biến ngày càng nhỏ hơn, do đó, việc áp dụng, triển khai các cảm biến trên quy mô lớn của các doanh nghiệp ngày càng được thực hiện phổ biến với nhiều ứng dụng để hiệu quả kinh tế cao [Lucke, D.; Constantinescu, C.; Westkämper, E. (2008) *Smart Factory. A Step towards the Next Generation of Manufacturing*. In *Manufacturing Systems and Technologies for New Frontier*. Springer London, pp.115- 118]. Bằng cách kết nối với hệ thống cảm

biến và tương tác thông qua “hệ thống thực ảo”, việc chia sẻ thông tin trong doanh nghiệp và giữa các doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng sẽ trở nên phổ biến và dễ dàng hơn. “Hệ thống thực ảo” cho phép truy cập dữ liệu trực tiếp theo thời gian thực, thúc đẩy chia sẻ thông tin giữa các bên tham gia. [Schuh, G.; Gottschalk, S.; Höhne, T. (2007) High Resolution Production Management. CIRP Annals-Manufacturing Technology 56, pp. 439-442].

Về dự đoán: Thông thường, doanh nghiệp không thể dự đoán được trước các điều kiện, yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của doanh nghiệp trong tương lai. Do đó, mô phỏng là một phương pháp cần thiết để giúp doanh nghiệp thực hiện được mục tiêu này. Mô phỏng có thể giúp doanh nghiệp đánh giá được tác động của các đầu vào khác nhau, qua đó dự đoán tốt hơn kết quả trên hệ thống thực [Kleijnen, Jack (2005) Supply chain simulation tools and techniques. In International Journal of Simulation & Process 1 (1/2), pp. 82-89]. Với những tiến bộ gần đây của khoa học tính toán, các kết quả mô phỏng đã đạt được độ chính xác cao hơn vì tham số, điều kiện trong hệ thống thực đều được mô phỏng. Định luật về số lượng lớn Bernoulli chứng minh kết quả trung bình của các thử nghiệm sẽ có xu hướng hướng tới giá trị mong đợi với số lượng thử nghiệm lớn hơn [Gorroochurn, P. (2012) Classic Problems of Probability: Wiley. ISBN: 978-1-118-06325-5]. Bên cạnh đó, với số lượng mô phỏng được thực hiện nhiều hơn, kết quả của mô phỏng sẽ có xu hướng chính xác hơn với thực tế.

### ***2.5.3. Tác động đến khía cạnh phối hợp***

Các hoạt động phối hợp trong Khung hợp tác bao gồm: Tập hợp nguồn lực là quá trình xác định các nguồn lực phù hợp nhất và việc quản lý các nguồn lực này; kết hợp mục tiêu riêng lẻ để hướng tới một mục tiêu chung.

Về tập hợp nguồn lực: việc phân bổ nguồn lực bao gồm: nhận dạng, ưu tiên và kiểm soát các nguồn lực. Việc phân bổ nguồn lực sẽ gặp nhiều khó khăn trong điều kiện các nguồn lực hạn chế [Engwall,

M.; Jerbrant, A. (2003) The resource allocation syndrome: the prime challenge of multi-project management? In International Journal of Project Management 21 (6), pp. 403-409]. “Hệ thống thực ảo” sẽ giúp tối ưu việc tổng hợp nguồn lực. Các “hệ thống thực ảo” kết nối với nhau để hình thành ‘hệ thống của hệ thống’, qua đó kết hợp các khả năng riêng biệt của các “hệ thống thực ảo” cùng giải quyết các nhiệm vụ phức tạp. Theo nguyên tắc này, các “hệ thống thực ảo” sẽ nhanh chóng xác định các nguồn lực có liên quan và hỗ trợ việc liên kết của các nguồn lực với nhau để cùng thúc đẩy sự hợp tác [Lakshmanan, K.; Niz, D. de; Rajkumar, R.; Moreno, G. (2010) Resource Allocation in Distributed Mixed-Criticality Cyber-Physical Systems. In: IEEE 30th International Conference on Distributed Computing Systems. Genoa, pp. 169-178].

Về kết hợp mục tiêu: việc kết hợp mục tiêu bảo đảm hài hòa các mục tiêu của các hệ thống và bảo đảm sự minh bạch. “Hệ thống thực ảo” hỗ trợ việc kết hợp mục tiêu để đạt được 2 yêu cầu nêu trên vì “hệ thống thực ảo” có khả năng kết nối tự động qua các ranh giới của các tổ chức [Broy, M.; Cengarle, M. Victoria; Geisberger, E. (2012) Cyber-Physical Systems: Imminent Challenges. In: Large-Scale Complex IT Systems. Development, Operation and Management, vol. 7539. Springer Berlin Heidelberg, pp. 1-28]. Với mức độ tiêu chuẩn hóa cao, các mục tiêu riêng lẻ có thể dễ dàng được kết hợp với nhau để đạt được mục tiêu chung.

#### ***2.5.4. Tác động đến khía cạnh cộng tác***

Các hoạt động cộng tác đã được xác định để: thúc đẩy các hoạt động đa chức năng trong doanh nghiệp và phân quyền quyết định nhằm phân cấp quá trình ra quyết định.

Về các hoạt động đa chức năng: “hệ thống thực ảo” hỗ trợ tăng cường, thúc đẩy các hoạt động đa chức năng của một doanh nghiệp. Việc liên kết các hoạt động trong nội bộ doanh nghiệp, cộng tác theo

chuỗi cung ứng là yếu tố quan trọng để giúp doanh nghiệp đạt được mức năng suất cao. Quản lý chuỗi cung ứng giúp tối ưu hóa các tương tác giữa các hoạt động đa chức năng của doanh nghiệp như: thông tin, nguyên vật liệu, tài chính, nhân lực, thiết bị và vốn... [Mentzer John; DeWitt, W.; Keebler, J.S.; Min, S.; Nix, N.; Smith, C. (2001) Defining Supply Chain Management. In *Journal of Business Logistics* 22 (2), pp. 1-25]. Tuy nhiên, trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, với việc ứng dụng “Internet vạn vật”, tương tác giữa các hoạt động đa chức năng sẽ trở nên phức tạp hơn. Tất cả các đối tượng tham gia tương tác có thể được “định vị”, xác định trạng thái trong quá khứ, hiện tại và tương lai. “Internet vạn vật” hỗ trợ quá trình tự hợp tác giữa các công cụ máy móc và các tài nguyên khác trong quá trình sản xuất. Với “Internet vạn vật”, các đối tượng tham gia sẽ thực hiện hợp tác hoạt động đa chức năng nhanh hơn, vượt qua các giới hạn thông thường trong “thế giới thực”. Theo phương thức này, hệ thống sản xuất của doanh nghiệp sẽ được liên kết trực tiếp với các quy trình quản lý kinh doanh có liên quan, đồng thời kết nối doanh nghiệp với các đối tác trong chuỗi cung ứng.

Về phân quyền ra quyết định: nhằm thúc đẩy chia sẻ trách nhiệm trong công việc và tạo điều kiện cho hình thức kiểm soát phi tập trung. Phân quyền ra quyết định sẽ làm giảm vai trò, tầm quan trọng của cá nhân quyết định. Nhân viên trong doanh nghiệp sẽ tham gia trực tiếp thiết lập các yếu tố “quyết định” về các vấn đề sản xuất, thiết kế, các quy tắc sản xuất... của doanh nghiệp thông qua “hệ thống thực ảo”. [Frazzon, E. Morosini; Hartmann, J.; Makuschewitz, T.; Scholz-Reiter, B. (2013) Towards Socio-Cyber-Physical Systems in Production Networks. In *46th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013* 7 (0), pp. 49- 54]. Bằng cách giải phóng nhân viên khỏi các hoạt động thường ngày (như: thu thập thông tin, xử lý trước dữ liệu...), “hệ thống thực ảo” đóng một vai trò quan trọng trong việc hỗ

trợ phân quyền cho nhân viên ra quyết định.

## **2.6. Hệ thống tham chiếu của năng suất hợp tác**

Một hệ thống tham chiếu của năng suất hợp tác (*Reference System of Collaboration Productivity, RSCP*) để mô tả các cơ chế tạo ra năng suất hợp tác được thiết lập trên cơ sở các yếu tố “không gian thực” (*Physical System*), “không gian ảo” (*Cyber System*), hệ thống phần cứng và phần mềm.

### **2.6.1. Tính đối xứng của hệ thống tham chiếu**

Cơ chế được mô tả tính đối xứng của hệ thống tham chiếu của năng suất hợp tác dựa trên sự tồn tại của cặp yếu tố tác động. Cụ thể như sau:

- Cặp yếu tố tác động thứ nhất bao gồm: 02 yếu tố cốt lõi của hệ thống tham chiếu của năng suất hợp tác. Đó là: lợi nhuận thu được từ yếu tố công nghệ (*Return on Engineering*) và lợi nhuận thu được từ yếu tố sản xuất (*Return on Production*). Đây là hai yếu tố bổ sung lẫn nhau, do đó, cần được xem xét trong một hệ thống sản xuất. Trong khi mục tiêu của lợi nhuận thu được từ yếu tố công nghệ nhằm tăng năng suất (*Overhead Productivity*) thông qua SPEP và CVVC, thì mục tiêu của lợi nhuận thu được từ yếu tố sản xuất lại đề cập đến hiệu quả trong quy trình sản xuất bằng cách đẩy nhanh quá trình sản xuất và tự tối ưu hóa hệ thống sản xuất.

- Cặp yếu tố tác động thứ hai bao gồm: quy mô và phạm vi (*Scale and Scope*), kế hoạch và giá trị (*Plan and Value*) hay còn được gọi là cặp yếu tố tác động đa thức của sản xuất [Brecher, C.; Jeschke, J. Schuh, G., Aghassi, S.; Arnoscht, J.; Bauhoff, F.; Fuchs, S.; Jooß, C.; Karmann, W. O.; Kozielski, S.; Orilski, S.; Richert, A.; Roderburg, A.; Schiffer, M.; Schubert, J.; Stiller, S.; Tönissen, S.; Welter, F. (2010) *The Polylemma of Production*. In *Integrative Production Technology for High-Wage Countries*. Berlin: Springer. ISBN: 978-3-642-21066-2, pp. 20-22]. Quy mô và phạm vi nhằm giải quyết việc tối

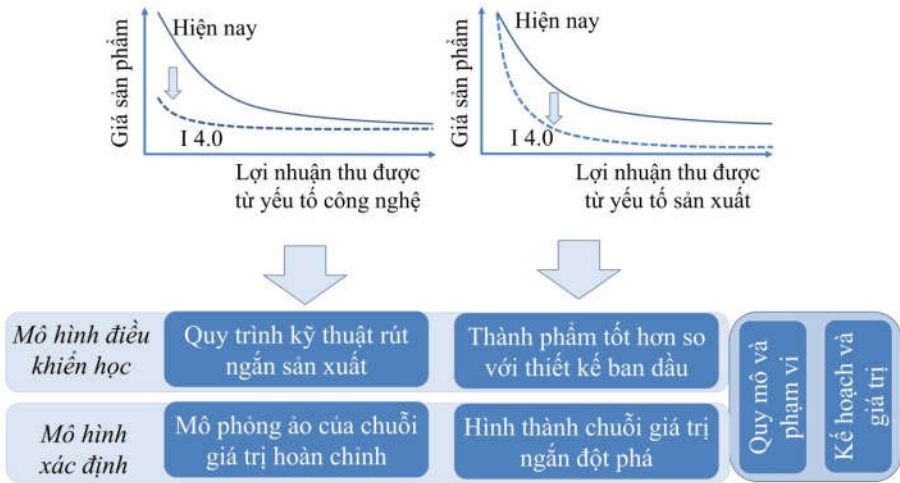
ưu số lượng để phát triển và sản xuất. Việc rút ngắn quá trình phát triển sản phẩm và quá trình sản xuất đòi hỏi phải tìm ra sự cân bằng giữa hiệu ứng quy mô và phạm vi. Kế hoạch và giá trị xem xét việc lập kế hoạch nhưng không đòi hỏi tạo giá trị gia tăng. Ngành công nghiệp sản xuất luôn phải tìm vị trí cân bằng giữa lợi nhuận sản xuất và lập kế hoạch.

- Cặp yếu tố tác động thứ ba bao gồm: các mô hình xác định (*Deterministic Model*) và mô hình điều khiển học (*Cybernetic Model*). Mô hình xác định tăng cường khả năng dự đoán cho phép thúc đẩy tốc độ thiết kế sản phẩm và quy trình sản xuất. Mô hình điều khiển học cho phép một doanh nghiệp thích ứng nhanh chóng với các yếu tố và điều kiện “không lường trước” của mô trường. Mô hình điều khiển học bắt đầu bằng các “vòng phản hồi” đơn giản trên cơ sở lý thuyết điều khiển cổ điển, nhưng cũng bao gồm các phương pháp quản lý tự tối ưu hóa và điều khiển dẫn đến thích ứng cấu trúc, khả năng học tập, quyết định dựa trên mô hình, trí tuệ nhân tạo, tương tác giữa người và máy móc... Cặp yếu tố tác động thứ ba này đề cập đến việc xử lý kiểm soát sản xuất. Mô hình điều khiển học dựa trên quy tắc và có thể thích ứng với các điều kiện biên (*Boundary Conditions*) một cách linh hoạt trong trường hợp mong muốn rút ngắn quá trình phát triển sản phẩm hoặc cải thiện hiệu suất [Schuh, G.; Potente, T.; Fuchs, S.; Thomas, C.; Schmitz, S.; Hausberg, C.; Hauptvogel, A.; Brambring, F. (2013) Self-Optimising Decision- Making in Production Control. In *Robust Manufacturing Control*. Berlin: Springer, pp. 443-454]. Ngược lại, kiểm soát sản xuất theo mô hình xác định yêu cầu cần “xác định” các tham số nhất định ngay từ đầu. Ví dụ, cần xác định chính xác thời gian bắt đầu cho một đơn đặt hàng thực tế. Cách tiếp cận này đòi hỏi khả năng xử lý cao. Tuy nhiên, để có thể lập kế hoạch cho toàn bộ hệ thống sản xuất và kiểm soát tính năng hoạt động của nó, có thể cần phải tuân theo cả hai chiến lược này.

Tính đối xứng của hệ thống tham chiếu của năng suất hợp tác



được tóm tắt trong Hình 2.4 sau đây.



Hình 2.4. Tính đối xứng của hệ thống tham chiếu của năng suất hợp tác

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [G. Schuh, T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, and J.-P. Prote, "Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0," *Procedia CIRP*, vol. 19, pp. 51-56, 2014]

### 2.6.2. Các yếu tố cốt lõi tác động tới năng suất hợp tác

Mục tiêu của tăng năng suất hợp tác trong bối cảnh của Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 là giảm chi phí thấp hơn cho mỗi công đoạn. Để có thể hiểu được các mối tương quan và đo lường mục tiêu này, hai lĩnh vực cốt lõi của một doanh nghiệp cần được xem xét là yếu tố sản xuất và yếu tố công nghệ.

Cốt lõi của cải tiến năng suất là thúc đẩy năng lực ra quyết định. Việc giảm chi phí kéo theo việc giảm giá thành ban đầu của mỗi công đoạn. Thông qua quy trình phát triển chất lượng tốt hơn và nhanh hơn, chi phí phát triển sản phẩm sẽ thấp hơn, từ đó, mỗi công đoạn sản xuất đều có chi phí thấp hơn.

Lợi nhuận thu được từ yếu tố sản xuất cho phép chi phí cho mỗi

sản phẩm thấp hơn ở giai đoạn sau hoặc trong vòng đời của sản phẩm. Thông qua các quy trình sản xuất được cải tiến liên tục kết hợp với chuỗi quy trình ngắn hơn, chi phí cho mỗi sản phẩm sẽ giảm theo mỗi đơn vị sản xuất.

Lợi nhuận thu được từ yếu tố sản xuất và lợi nhuận thu được từ yếu tố công nghệ là hai vấn đề quan trọng ảnh hưởng đến năng suất của một doanh nghiệp. Lợi nhuận thu được từ yếu tố sản xuất và từ yếu tố công nghệ có thể được thực hiện thông qua 04 cơ chế chính như sau:

- Đối với yếu tố sản xuất, 02 cơ chế chính là tích hợp và tự động tối ưu hóa. Tích hợp là cơ chế mang tính quyết định nhằm giúp rút ngắn một chuỗi giá trị. Thông qua một cơ sở dữ liệu về thông tin liên quan đến hoạt động và thẩm quyền phân cấp ra quyết định trong doanh nghiệp, nhiều chức năng có thể được tích hợp và kết hợp trong một quy trình [Schuh, G.; Potente, T.; Varandani, R.; Hausberg, C.; Fränken, B. (2014) Collaboration Moves Productivity To The Next Level. To be published in 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2014]. Cơ chế tích hợp cho phép nhiều nhân viên làm việc cùng nhau để giải quyết các vấn đề thách thức khác nhau. Tự tối ưu hóa là việc cải thiện vượt ra ngoài ranh giới lý thuyết và do đó giúp hoạt động sản xuất trở nên “tốt hơn ngoài mong đợi”.

- Đối với yếu tố công nghệ, 02 cơ chế chính là quy trình kỹ thuật rút ngắn thời gian sản xuất (*Shortened Product Engineering Process, SPEP*) và chuỗi giá trị ảo hoàn chỉnh (*Complete Virtual Value Chain, CVVC*). SPEP giải quyết được vấn đề tiết kiệm thời gian và tính linh hoạt cho quá trình phát triển sản phẩm [Paasivaara, M.; Durasiewicz, S.; Lassenius, C. (2008) Distributed Agile Development: Using Scrum in a Large Project. In 2008 IEEE International Conference on Global Software Engineering. Bangalore, pp. 87-95]. CVVC cho phép sử dụng công nghệ mô phỏng làm yếu tố hỗ trợ quá trình ra quyết định. Công nghệ mô phỏng sẽ làm rõ khả năng nâng cao chất lượng việc ra quyết định bằng cách đưa ra các kịch bản một cách nhanh chóng và

dễ dàng.

## **2.7. Cơ chế tăng năng suất hợp tác**

Liên quan đến hệ thống tham chiếu mô tả về năng suất hợp tác, bốn cơ chế chính góp phần tăng năng suất hợp tác trong bối cảnh của Doanh nghiệp 4.0.

### **2.7.1. Cơ chế quy trình phát triển sản phẩm rút ngắn (SPEP)**

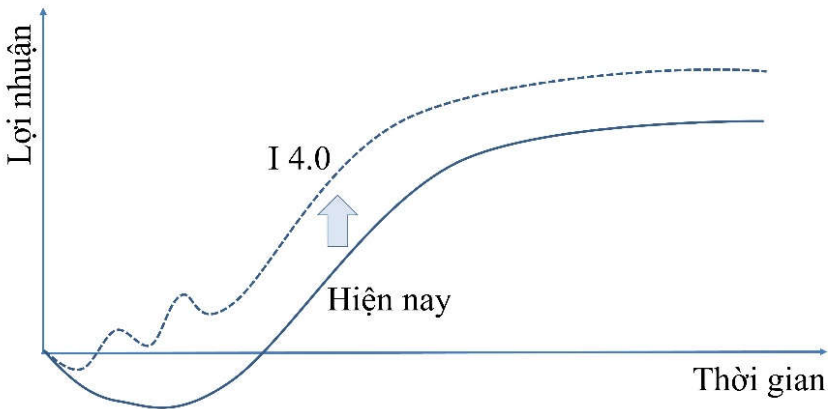
Ngày nay, những đổi mới đột phá xảy ra thường xuyên hơn trong môi trường kinh doanh. Do đó, vòng đời sản phẩm thường bị rút ngắn vì áp lực và yêu cầu của thị trường. Để theo kịp tốc độ của các đối thủ cạnh tranh, doanh nghiệp phải đổi mới, rút ngắn quy trình phát triển sản phẩm.

Các công nghệ mới của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể giúp giảm thiểu thời gian phát triển sản phẩm. Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đặt mức độ ưu tiên cao hơn đối với các sản phẩm riêng biệt, có nghĩa là các sản phẩm có mức độ “tùy biến” cao hơn, nhiều phiên bản hơn, với số lượng ít hơn so với các sản phẩm thông thường [Brecher, C.; Jeschke, J. Schuh, G., Aghassi, S.; Arnoscht, J.; Bauhoff, F.; Fuchs, S.; Jooß, C.; Karmann, W. O.; Kozielski, S.; Orilski, S.; Richert, A.; Roderburg, A.; Schiffer, M.; Schubert, J.; Stiller, S.; Tönissen, S.; Welter, F. (2010) Individualised Production. In Integrative Production Technology for High-Wage Countries. Berlin: Springer. ISBN: 978- 3-642-21066-2, pp. 77-239].

Để tạo ra được các sản phẩm riêng biệt, tiềm năng trước hết nằm ở các “mẫu thử nghiệm” (*prototypes*). Qua đó, các doanh nghiệp cần tập trung để sản xuất các “mẫu thử nghiệm” đối với các sản phẩm ở giai đoạn đầu của chuỗi giá trị. Ngay cả khi các “mẫu thử nghiệm” này đòi hỏi một khoản đầu tư để điều chỉnh và tối ưu hóa trong quy trình, thì doanh nghiệp vẫn có thể thu được lợi nhuận cao hơn do thời gian đưa sản phẩm ra thị trường sớm hơn. Hơn nữa, điều này làm tăng tính “linh hoạt” của doanh nghiệp vì các sản phẩm có thể được thay đổi trong quá trình sản xuất thông qua “mẫu thử nghiệm”. Bên cạnh

đó, quá trình sản xuất “linh hoạt” là tiền đề quan trọng để sáng tạo ra các phát minh và đổi mới sáng tạo.

Trong hình 2.5, đường cong của vòng đời sản phẩm được hiển thị dựa trên vòng rút ngắn để mang lại lợi nhuận cao hơn [Rink, D. R.; Swan, J. E. (1979) Product life cycle research: A literature review. In Journal of Business Research 7 (3), pp. 219-242]. Trước đây doanh nghiệp thường đầu tư ở giai đoạn đầu cao, sau đó phát triển mạnh mẽ và cuối cùng tiếp cận đến mức tối đa trong giai đoạn ổn định sản xuất. Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 bắt đầu bằng việc xen kẽ các khoản đầu tư và thu lợi nhuận nhỏ hơn, sau đó bắt đầu phát triển đến một thời điểm nhanh hơn và dừng khi đạt được mức lợi nhuận tối đa cao hơn.



Hình 2.5. Quy trình phát triển sản phẩm rút ngắn (SPEP)

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [G. Schuh, T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, and J.-P. Prote, “Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0,” *Procedia CIRP*, vol. 19, pp. 51-56, 2014]

Do đó, thời gian dẫn đầu của một sản phẩm từ ý tưởng đến khi bắt đầu sản xuất (*Start of Production, SOP*) cần được coi là “Lợi nhuận thu được từ yếu tố công nghệ 1” (*Return on Engineering 1, ROEI*).

Đây là chỉ số trực tiếp cho hiệu suất của sản phẩm quá trình phát triển. Bằng cách tập trung vào thời gian phát triển và rút ngắn thời gian, các doanh nghiệp sẽ tăng cường khả năng cạnh tranh.

### **2.7.2. Cơ chế mô phỏng ảo của chuỗi giá trị hoàn chỉnh (CVVC)**

Với sự phát triển của công nghệ ngày nay, khả năng mô phỏng sự phức tạp của toàn bộ chuỗi giá trị đã được thực hiện. Ví dụ, công cụ phần mềm OptiWo có thể mô tả các mạng sản xuất toàn cầu một cách toàn diện và giúp tối ưu hóa hệ thống thiết kế và thiết lập hoàn chỉnh [Schuh, G.; Potente, T.; Kupke, D.; Varandani, R. (2013) Innovative Approaches for Global Production Networks. In Robust Manufacturing Control. Berlin: Springer, pp. 385-397].

Các giai đoạn diễn ra trong ngày, tuần, tháng và năm có thể được mô phỏng theo thời gian thực. Một chuỗi giá trị ảo hoàn chỉnh (CVVC) đem đến nhiều lợi thế, một trong số lợi thế đó là tính minh bạch. Các vấn đề không phù hợp, một số “nút thắt cổ chai” trong quy trình sản xuất có thể được phát hiện trực tiếp. Hơn nữa, toàn bộ chuỗi quá trình với đầu ra và hiệu suất sẽ được thể hiện chi tiết. Điều này cho phép rút ra kết luận về các yếu tố chính ảnh hưởng đến tất cả các mục tiêu.

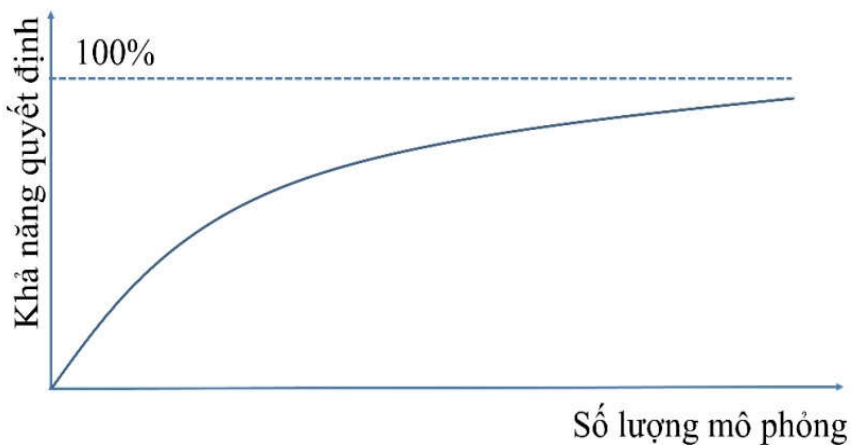
Việc mô phỏng ảo của CVVC mang lại lợi thế đặc biệt cho giai đoạn phát triển sản phẩm. Trong quản lý chất lượng, 75% sai số bắt nguồn bắt nguồn từ khâu này [Pfeifer, T. (2002) Quality and Economic Efficiency. In Quality Management. Hanser München Wien . ISBN 3-446-22003-8].

Với sự kết hợp của các mô phỏng, sản phẩm có thể được phát triển lặp đi lặp lại. Điều đó có nghĩa là trong khi phát triển một sản phẩm, giai đoạn sản xuất của nó có thể được mô phỏng đồng thời, do đó các rào cản khó khăn có thể được chỉ ra và loại bỏ ngay từ đầu.

Tuy nhiên, những người ra quyết định cần tin tưởng vào quá trình

mô phỏng ảo để có thể sử dụng kết quả làm công cụ hỗ trợ việc đưa ra quyết định. Có thể thấy rằng, để đưa ra các quyết định khó khăn và phức tạp, việc đặt ra tất cả các khả năng có thể xảy ra là hết sức cần thiết. Theo Bernoulli, nếu đưa ra số “kịch bản có thể xảy ra” tăng gấp 4 lần thì chất lượng của kết quả sẽ tăng gấp 2 lần [Albers, R.; Yanik, M. (2007) Binomialverteilung. In Skript zur Vorlesung “Stochastik”. Universität Bremen. <http://www.math.unibremen.de/didaktik/ma/ralbers/Veranstaltungen/Stochastik12/>].

Do đó, với môi trường quan này, số lượng mô phỏng tăng lên sẽ có tác động mạnh đến khả năng quyết định. Điều này được mô tả trong hình 2.6. Người ra quyết định có thể tin tưởng vào kết quả mô phỏng tốt hơn khi tiến hành với một số lượng mô phỏng lớn hơn.



Hình 2.6. Kỹ thuật ảo của chuỗi giá trị hoàn chỉnh

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [G. Schuh, T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, and J.-P. Prote, “Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0,” *Procedia CIRP*, vol. 19, pp. 51-56, 2014]

Để thu lợi từ khả năng và tính khả thi của các mô phỏng, điều quan trọng là phải tập trung vào thời gian cần thiết để tạo ra kết quả

mô phỏng, như được hiển thị bởi chỉ số là “Lợi nhuận thu được từ yếu tố công nghệ 2” (*Return on Engineering 2, ROE2*). Việc đẩy mạnh số lượng mô phỏng càng nhiều thì khả năng có thể thực hiện được việc đẩy nhanh việc tạo ra kết quả có chất lượng cao càng lớn.

### **2.7.3. Cơ chế tích hợp hình thành chuỗi giá trị ngắn đột phá**

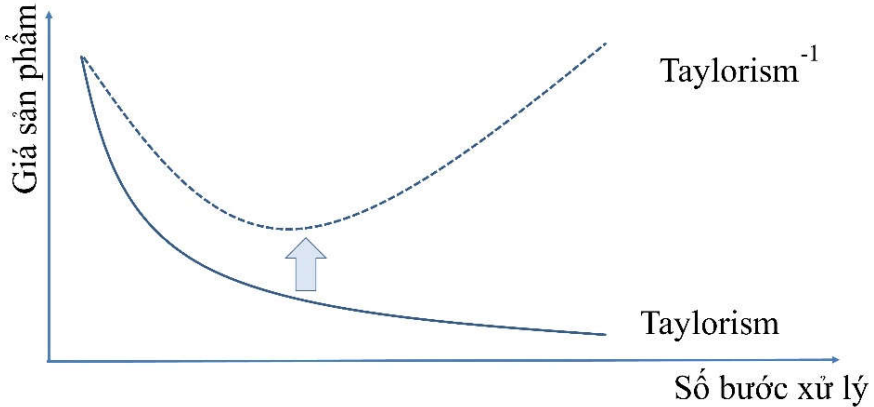
Do xu hướng sản xuất theo yêu cầu của khách hàng, số lượng các phiên bản khác nhau của sản phẩm cũng tăng lên. Ví dụ: công nghệ mô phỏng đã cung cấp một số lượng 15 tỷ phiên bản của dòng xe Ford Fusion [Schleich, H.; Schaffer, J.; Scavarda, L.F. (2007) *Managing Complexity in Automotive Production*. In 19th International Conference on Production Research 2007. Valparaiso, Chile]. Điều này sẽ làm cho hoạt động của dây chuyền sản xuất và lắp ráp sẽ ngày càng khó khăn. Dây chuyền thông thường chỉ có thể thực hiện một nhiệm vụ riêng biệt và không được tích hợp nhiều chức năng. Việc sản xuất các phiên bản khác nhau của sản phẩm trong một dây chuyền sản xuất sẽ làm tăng sự phức tạp trong hệ thống sản xuất.

Đó là lý do trong tương lai, máy móc sẽ tích hợp các chức năng và các quy trình xử lý khác nhau. Ngoài ra các sản phẩm đa công nghệ có thể tiết kiệm các bước xử lý tiếp theo trong toàn bộ quy trình.

Do đó, việc rút ngắn các quy trình sản xuất trong bối cảnh cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đi ngược lại với lý thuyết Taylor (được gọi là Taylor-1). Trong khi lợi nhuận của sản xuất trong cuộc cách mạng công nghiệp thứ hai được tạo ra bởi một dây chuyền lắp ráp [The Economist ( 2012) *The third industrial revolution*. In The Economist April 21th 2012. [www.economist.com/node/21553017](http://www.economist.com/node/21553017)], cuộc cách mạng công nghiệp này làm giảm lượng dây chuyền sản xuất và lắp ráp và hình thành phương thức sản xuất “tế bào sản xuất” (*Production Cells*). Các “tế bào sản xuất” và lắp ráp tự động có cấu trúc đòi hỏi phải phân cấp và liên quan đến trách nhiệm của nhân viên được trao quyền ra quyết định. Hơn nữa, tất cả các khâu trong quy

trình phải phối hợp với nhau.

Tuy nhiên, theo Taylor-1, như trong Hình 2.7 chỉ ra điểm tối ưu về số lượng người đóng góp hoặc các bước xử lý giúp quá trình hoạt động hiệu quả nhất. Ngoài điểm tối ưu này đều dẫn đến tăng chi phí.



Hình 2.7. Hình thành chuỗi giá trị ngắn đột phá

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [G. Schuh, T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, and J.-P. Prote, “Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0,” *Procedia CIRP*, vol. 19, pp. 51-56, 2014]

Do đó, KPI đầu tiên của “Lợi nhuận thu được từ yếu tố sản xuất 1” (Return on Production 1, ROP1) là số bước của quy trình hoặc người đóng góp. Kết quả là, có thể tùy chỉnh sản phẩm và giảm chi phí bằng cách tập trung vào số bước của quy trình.

#### 2.7.4. Cơ chế tự tối ưu hóa để tạo thành phẩm tốt hơn so với thiết kế ban đầu

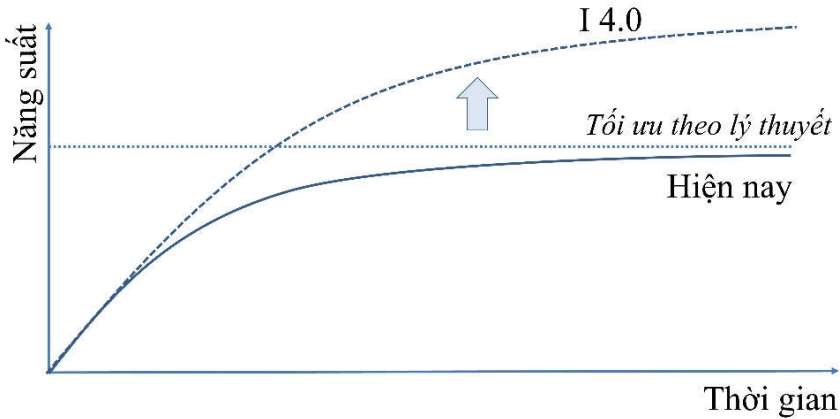
Về mặt lý thuyết, các hệ thống sản xuất tự tối ưu hóa hoàn toàn khả thi. Khi các hệ thống sản xuất tự phát triển hoạt động chính xác, chúng sẽ giảm khối lượng công việc và hoạt động hiệu quả tại khâu vận hành một cách tối ưu. Với tính linh hoạt và khả năng biến thiên



cao, chúng có thể thích ứng với các tác động hoặc thay đổi đột ngột trong quá trình sản xuất.

Các máy móc tự học về lý thuyết có thể đạt được hiệu quả tối đa. Lợi thế của hệ thống “tự tối ưu hóa” trong tương lai sẽ giúp đạt mục tiêu cao hơn. Trong thực tế, chúng được thiết kế để tạo ra được sản phẩm vượt trội so với hệ thống sản xuất thông thường trước đây. Một dây chuyền lắp ráp với sản lượng được lên kế hoạch ban đầu là 20.000 đơn vị và sản lượng được cải thiện 25.000 đơn vị sau một năm sử dụng cùng nguồn lực như nhau là một ví dụ.

Hình 2.8 cho thấy năng suất dự kiến đạt được trước đây của các hệ thống tự học. Nó được định hướng theo đường cong tự học. Ngược lại, đường cong năng suất tiềm năng của các hệ thống tự tối ưu hóa trong tương lai sẽ được tự hiển thị. Nó miêu tả khả năng vượt qua năng suất dự kiến trước đó.



Hình 2.8. Hiệu suất tốt hơn so với thiết kế

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [G. Schuh, T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, and J.-P. Prote, “Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0,” *Procedia CIRP*, vol. 19, pp. 51-56, 2014]

Chỉ số KPI của “Lợi nhuận thu được từ yếu tố sản xuất 2” (Return

on Production 2, ROP2) là mối quan hệ của năng suất sản xuất có thể thực hiện được với năng suất tối đa dự đoán trước khi có SOP.

Tất cả các KPI và đồ thị được giới thiệu góp phần giúp hiểu biết tốt hơn về Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 và các cơ chế cơ bản giúp tăng trưởng năng suất (hợp tác).

## **2.8. Đánh giá năng suất hợp tác trong phát triển sản phẩm**

Hợp tác có vai trò quan trọng ngày càng tăng trong phát triển sản phẩm. Ngày nay, việc sắp xếp hợp tác hiệu quả đối với các sản phẩm được sản xuất với các quy tắc khác nhau ngày càng khó khăn hơn. Công nghệ thông tin và một số công nghệ mới nổi có khả năng thay đổi căn bản hoạt động này và tăng năng suất hợp tác.

Phát triển sản phẩm được đặc trưng bởi tính linh hoạt cao của các hoạt động, các bên liên quan, cũng như các yếu tố ảnh hưởng khác nhau và các điều kiện xung quanh. Quá trình phát triển được coi là một quy trình kinh doanh, đó là một tập hợp các hành động và hoạt động liên quan đến nhau được thực hiện để tạo ra một sản phẩm, kết quả hoặc dịch vụ được xác định từ trước [Project Management Institute, A guide to project management body of knowledge (PMBOK Guide), 4th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute Inc, 2008].

Ngày nay, phát triển sản phẩm bền vững được đặc trưng bởi mức độ liên kết cao. Sự phức tạp ngày càng tăng của các sản phẩm đòi hỏi sự hợp tác. Do đó, giao tiếp, phối hợp và hợp tác giữa các ngành có tầm quan trọng ngày càng tăng.

Sự hợp tác hiệu quả trong phát triển sản phẩm chủ yếu được xác định bởi sự phối hợp thành công của các bên liên quan và sự hỗ trợ của hệ thống công nghệ thông tin [Peng, D. X, Heim, G. R, and Mallick, D. N, “Collaborative Product Development: The Effect of Project Complexity on the Use of Information Technology Tools and New Product Development Practices,” Production and Operations Management, vol. 23, no. 8, pp. 1421-1438, 2014]. Tuy nhiên, cơ sở

đề thiết kế thành công sự hợp tác trong phát triển sản phẩm là một đánh giá có hệ thống về năng suất hợp tác. Các tài liệu khoa học hiện nay cho thấy cách sử dụng không đồng nhất của thuật ngữ “hợp tác” và “năng suất hợp tác” (“*Collaboration*” and “*Collaboration Productivity*”). Kết quả là, thiếu các mô hình đánh giá phù hợp cho năng suất hợp tác trong phát triển sản phẩm.

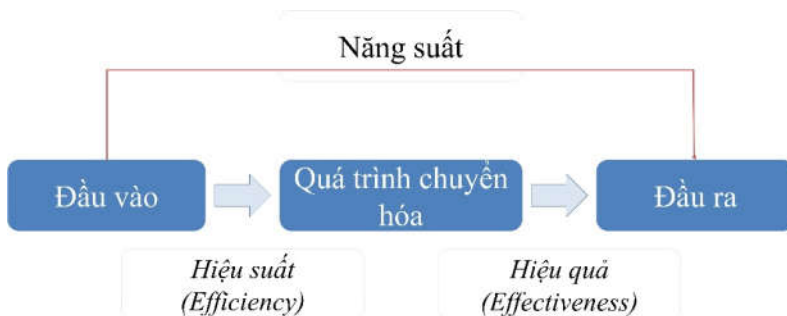
### 2.8.1. Năng suất hợp tác trong phát triển sản phẩm

Năng suất hợp tác là sự kết hợp khái niệm năng suất với sự hợp tác. Năng suất mô tả mối quan hệ giữa đầu ra và đầu vào của một quá trình. Đầu vào bao gồm tất cả các yếu tố được sử dụng bởi một doanh nghiệp trong quá trình chuyển đổi để tạo ra đầu ra. Đầu ra sau đó được định nghĩa là giá trị của hàng hóa được sản xuất. Hiệu quả (*Effectiveness*) và hiệu suất (*Efficiency*) có liên quan chặt chẽ đến năng suất.

Hiệu quả (*Effectiveness*) hướng đến kết quả cuối cùng, hướng đến sự tối ưu. Hiệu suất (*Efficiency*) tập trung cách tạo ra kết quả bất chấp tính tối ưu (kết quả này vẫn được chấp nhận).

Hiệu quả (*Effectiveness*) mô tả đầu vào cần thiết cho đầu ra được xác định và hiệu suất (*Efficiency*) tập trung vào đầu ra được tạo với đầu vào được xác định.

Hình 2.9 minh họa mối quan hệ giữa các tham số [Tangen, S, “Evaluation and Revision of Performance Measurement Systems,” Diss, Department of Production Engineering, Royal Institute of Technology Stockholm, Stockholm, 2005].



*Hình 2.9. Năng suất, Hiệu quả (Effectiveness)  
và hiệu suất (Efficiency)*

*Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, “Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies,” Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS); January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018]*

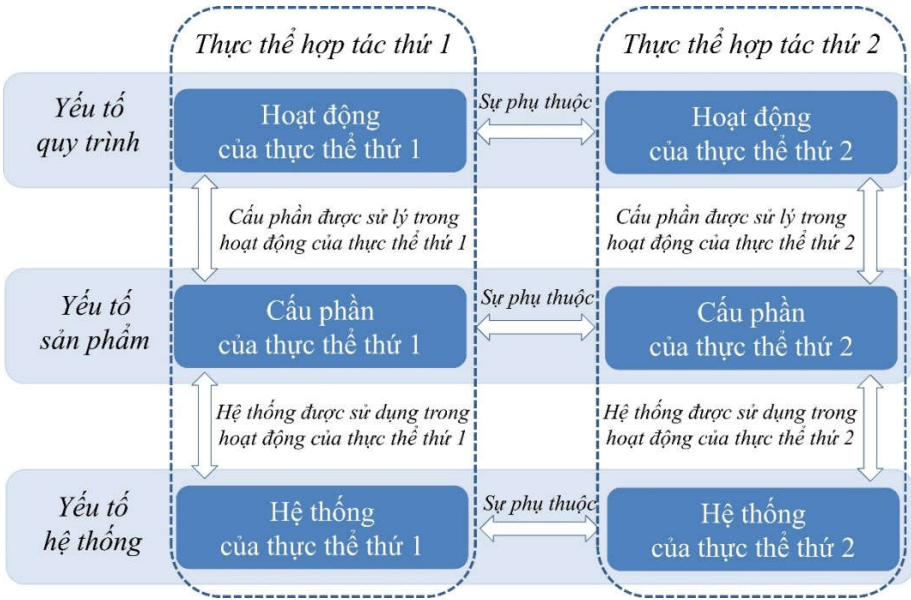
Năng suất là một tham số, được xác định bởi khả năng của những người liên quan và sự hợp tác của họ. Liên quan đến phát triển sản phẩm, sự hợp tác là yếu tố ảnh hưởng quyết định để tăng năng suất [Arsenyan, J, Büyüközkan, G, and Feyzioglu, O, “Modeling collaboration formation with a game theory approach,” Expert Systems with Applications, no. 42, pp. 2073-2085, 2015].

Dựa trên các quan điểm thảo luận về năng suất hợp tác, năng suất hợp tác được xác định cho công việc hiện tại là hiệu suất (*Efficiency*) hợp tác giữa các thực thể về mặt hiệu quả của chúng tương tác và hiệu quả (*Effectiveness*) của chúng đạt được kết quả.

***2.8.2. Các yếu tố tác động đến năng suất hợp tác trong phát triển sản phẩm***

Schuh, G và cộng sự đã mô tả một “trường hợp” hợp tác giữa hai thực thể trong việc phát triển sản phẩm theo 03 yếu tố: quy trình, sản phẩm và hệ thống [Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, “Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies,” Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS); January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018]. Yếu tố quy trình gồm các hoạt động; yếu tố sản phẩm gồm các cấu phần của sản phẩm và yếu tố hệ thống gồm các hệ thống công nghệ thông tin được sử dụng để trao đổi và xử lý thông tin.

Các phần tử trong 03 yếu tố quy trình, sản phẩm và hệ thống được kết nối bởi các phụ thuộc như trong Hình 2.10.



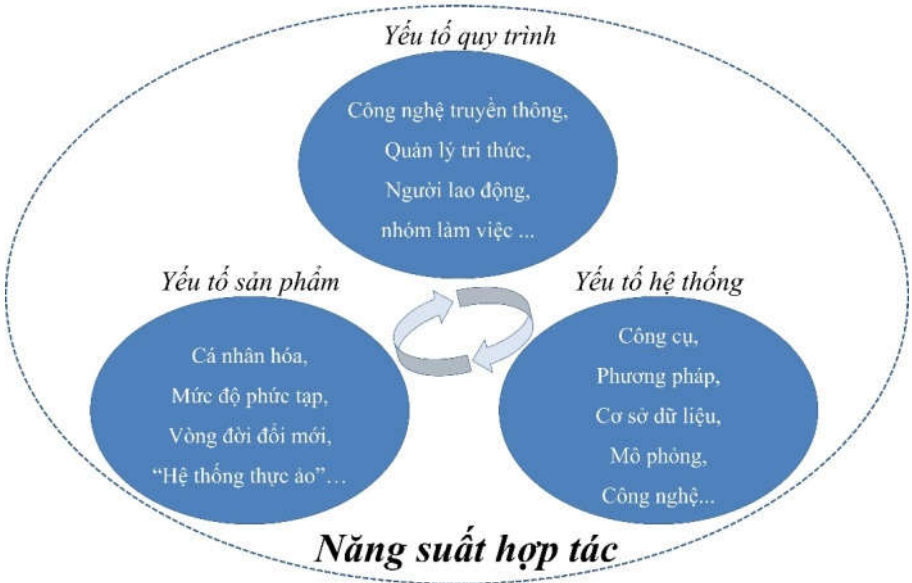
Hình 2.10. Khung đánh giá năng suất hợp tác đối với 2 thực thể giả định

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, “Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies,” *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*; January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018]

Sự phụ thuộc giữa 02 thực thể hợp tác được thể hiện thông qua sự tương tác về yếu tố quá trình hoặc sự kết hợp về yếu tố sản phẩm hoặc yếu tố hệ thống. Tùy thuộc vào bối cảnh và các thông số ảnh hưởng đến hợp tác, các nhà quản lý trong phát triển sản phẩm có thể thực hiện việc trao đổi thông tin giữa các hệ thống thông qua tự động hóa, qua đó làm tăng năng suất hợp tác.

Việc xác định năng suất hợp tác và các yếu tố ảnh hưởng có liên

quan là điều kiện tiên quyết để đánh giá năng suất hợp tác. Các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất hợp tác gồm: quy trình, sản phẩm và hệ thống (Hình 2.11).



Hình 2.11. Các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất hợp tác

*Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, "Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies," Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS); January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018]*

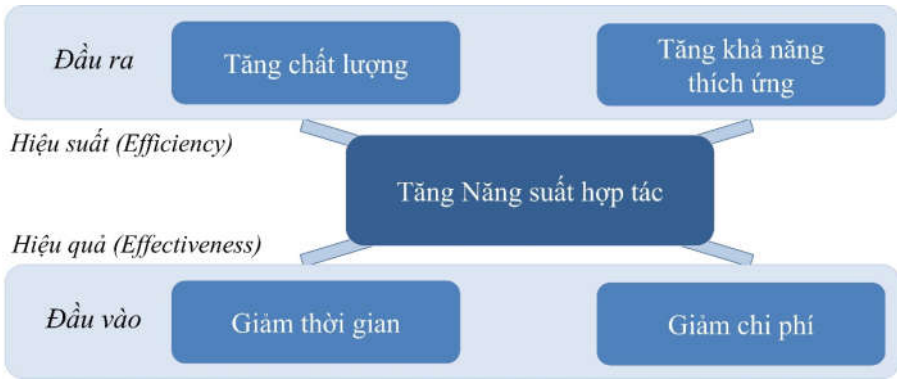
Yếu tố quá trình bị ảnh hưởng bởi các yếu tố: công nghệ truyền thông, quản lý tri thức, người lao động và nhóm làm việc... Yếu tố hệ thống bị ảnh hưởng bởi các yếu tố: công cụ, phương pháp, cơ sở dữ liệu, mô phỏng, công nghệ... Sản phẩm bị ảnh hưởng bởi các yếu tố: cá nhân hóa, mức độ phức tạp, vòng đời đổi mới sáng tạo, "hệ thống thực ảo", sản phẩm thông minh...

**2.8.3. Mục tiêu tổng thể, cụ thể đánh giá năng suất hợp tác**

Năng suất được thể hiện qua mối quan hệ giữa đầu ra và đầu vào,

do đó, việc tăng năng suất hợp tác được chia thành 04 mục tiêu tổng thể: tăng chất lượng, tăng khả năng thích ứng, giảm thời gian và giảm chi phí.

Tăng chất lượng và khả năng thích ứng sẽ góp phần tăng đầu ra, giảm thời gian và chi phí làm giảm đầu vào trong phát triển sản phẩm. Do đó, các mục tiêu tương ứng để tăng năng suất hợp tác được phân loại theo như trong Hình 2.12. Các hoạt động cải thiện về năng suất hợp tác cần tác động vào đồng thời cả 04 mục tiêu tổng thể này.



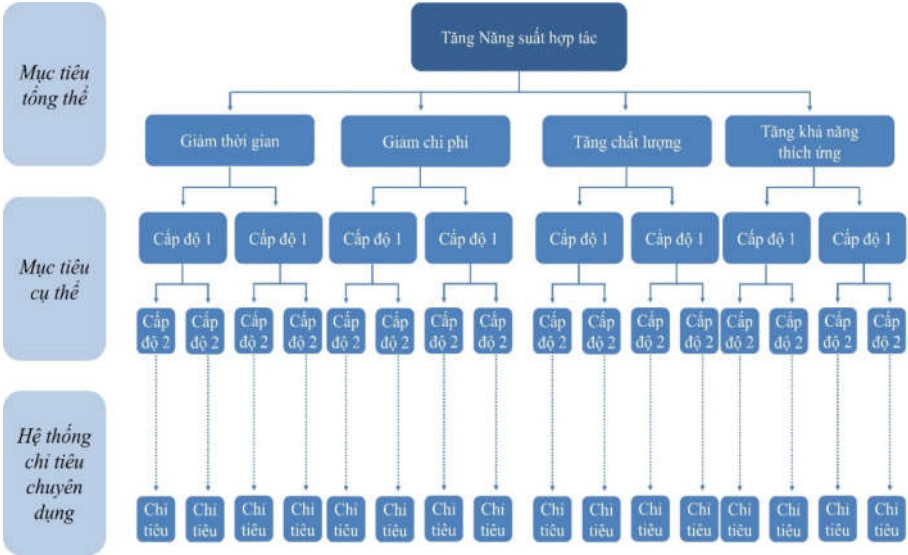
Hình 2.12. Mục tiêu tổng thể để tăng năng suất hợp tác

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, “Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies,” *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS); January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018*]

Để thực hiện các mục tiêu tổng thể, các mục tiêu cụ thể cần được đo lường bằng các chỉ số tương ứng. Các mục tiêu cụ thể được xem xét tất cả các khía cạnh liên quan đến năng suất hợp tác trong phát triển sản phẩm.

Mỗi mục tiêu tổng thể được chia thành các mục tiêu cụ thể. Hai cấp độ của các mục tiêu cụ thể được đưa ra để đo lường. Đối với mỗi

mục tiêu cụ thể ở cấp thấp hơn, các chỉ tiêu chuyên dụng được sử dụng để đánh giá năng suất hợp tác. (Hình 2.13).

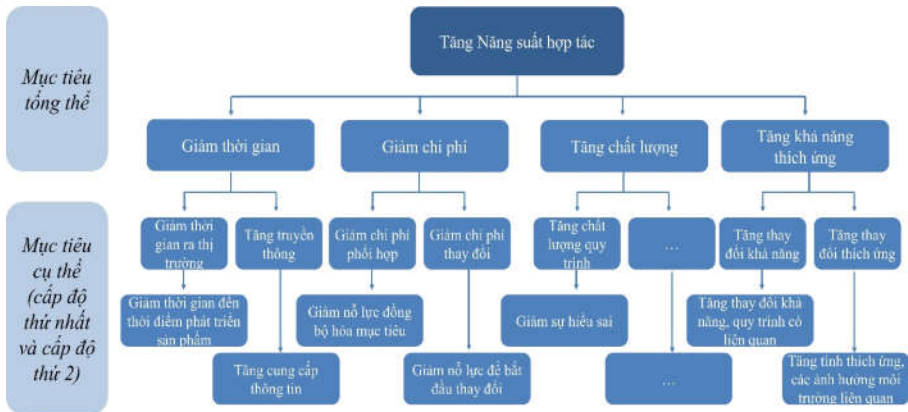


Hình 2.13. Cấu trúc của mục tiêu và hệ thống chỉ tiêu

*Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, “Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies,” Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS); January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018]*

Các mục tiêu cụ thể bao gồm 15 mục tiêu ở cấp độ thứ nhất và 24 mục tiêu cấp dưới ở cấp độ thứ hai. Việc hợp tác được đánh giá dựa trên lựa chọn các mục tiêu phù hợp và trọng số riêng (Hình 2.14).





Hình 2.14. Các cấp độ mục tiêu

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, “Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies,” *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*; January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018]

Các mục tiêu được thể hiện cụ thể bởi một hệ thống các chỉ số. Các chỉ số cho phép định lượng và cung cấp thông tin hỗ trợ việc ra quyết định. Thông qua các chỉ số, các mục tiêu liên quan đến tăng năng suất hợp tác có thể được đo lường.

Ví dụ: các chỉ số liên quan đến thời gian được tính toán với sự trợ giúp của dữ liệu từ các phân tích quá trình hoặc dữ liệu từ các hệ thống lập kế hoạch của doanh nghiệp; các chỉ số liên quan đến chi phí được tính toán dựa trên dữ liệu ngân sách hoặc ước tính của chuyên gia...

Các chỉ số được đánh giá ở mức cụ thể nhất, sau đó tổng hợp thành các chỉ số chính. Trọng số của các chỉ số được lấy từ trọng số của hệ thống tương ứng cho từng trường hợp hợp tác.

#### 2.8.4. Mô hình đánh giá, cải tiến năng suất hợp tác

Phương pháp đánh giá năng suất hợp tác có thể được thể hiện trong 4 bước sau:

Bước 1: Xác định tình huống hợp tác và các yếu tố có liên quan.

Bước 2: Xác định các mục tiêu cụ thể, mục tiêu tổng thể với các trọng số.

Bước 3: Xây dựng một bộ chỉ số được sử dụng để đánh giá năng suất hợp tác

Bước 4: Đánh giá năng suất hợp tác

Các chỉ số được đo lường là cơ sở để tổng hợp, đánh giá các mục tiêu cụ thể, mục tiêu tổng thể (về chất lượng, khả năng thích ứng, thời gian và chi phí) để đánh giá năng suất hợp tác. Trên cơ sở đó, 04 hướng cải tiến năng suất hợp tác được xem xét [Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, “Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies,” Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS); January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018]

Mô hình cải tiến năng suất hợp tác được thể hiện như sau:

- Hướng thứ nhất: tăng chất lượng bao gồm các biện pháp để tránh lỗi hoặc để phát hiện và sửa lỗi trong quy trình.

- Hướng thứ hai: Sự gia tăng tính thích ứng bao gồm các biện pháp cải thiện khả năng thích ứng và khả năng thay đổi liên quan đến các quy trình và hệ thống.

- Hướng thứ ba: Giảm chi phí có thể giải quyết việc giảm chi phí điều phối hoặc thay đổi chi phí.

- Hướng thứ tư: Tập trung vào giảm thời gian có thể tập trung vào việc tăng tốc truyền thông liên quan đến việc ra quyết định, giải quyết vấn đề và cung cấp thông tin hoặc giảm thời gian tiếp thị tổng thể.

## Chương 3

# ĐỊNH HƯỚNG VỀ NĂNG SUẤT: CHUYỂN ĐỔI SỐ VÀ SẢN XUẤT THÔNG MINH

### **3.1. Năng suất doanh nghiệp trong bối cảnh chuyển đổi số**

#### ***3.1.1. Doanh nghiệp và chuyển đổi số***

Xã hội ngày nay đang diễn ra chuyển đổi số. Chuyển đổi số hứa hẹn sẽ thúc đẩy đổi mới sáng tạo, tạo ra hiệu quả và cải thiện các dịch vụ, đồng thời thúc đẩy tăng trưởng toàn diện và bền vững hơn cũng như nâng cao phúc lợi xã hội. Nhưng những cơ hội này sẽ không tự nhiên trở thành hiện thực mà đòi hỏi các quốc gia phải có chính sách chương trình hành động để chuyển đổi số nhằm phục vụ mục tiêu tăng trưởng và phát triển kinh tế - xã hội.

Chuyển đổi số của các doanh nghiệp với những mô hình công nghệ và kinh doanh mới là nguyên nhân giúp một số doanh nghiệp thành công, bên cạnh đó, một số doanh nghiệp sẽ thất bại và tụt hậu. Công nghệ số vẫn chưa phổ biến toàn diện ở các quốc gia trên thế giới. Ngày nay, một số doanh nghiệp có thể sử dụng mạng băng thông rộng tốc độ cao với các công cụ và ứng dụng số (như: hệ thống hoạch định tài nguyên doanh nghiệp, phân tích dữ liệu lớn...) để nâng cao năng suất, tuy nhiên, đã xuất hiện sự chênh lệch đáng kể về trình độ giữa các quốc gia trong việc áp dụng công nghệ kỹ thuật số.

Có thể thấy, việc áp dụng công nghệ số ban đầu chỉ được thực hiện ở một số doanh nghiệp hàng đầu, sau đó sẽ lan tỏa đến các doanh nghiệp khác vì các công nghệ này càng ngày phổ biến hơn với giá thành giảm. Việc áp dụng công nghệ số phụ thuộc vào một loạt các yếu tố như: kinh tế, pháp lý, chuẩn mực đạo đức và xã hội, cũng như các kỹ năng cần thiết và cải tổ doanh nghiệp.

Theo nghiên cứu của Van Ark và cộng sự, tác động của công nghệ số đến năng suất của doanh nghiệp có thể sẽ xuất hiện trong những năm tới, khi mức độ ứng dụng công nghệ số ở các doanh nghiệp và trong các lĩnh vực tăng lên [Bart van Ark, 2016. "The Productivity Paradox of the New Digital Economy," International Productivity Monitor, Centre for the Study of Living Standards, vol. 31, pages 3-18]. Hiện nay, các doanh nghiệp cũng đã bắt đầu tìm kiếm các công cụ số, ứng dụng công nghệ số đến sản xuất, kinh doanh để giúp nâng cao hiệu quả năng suất vì sự thiếu hụt lao động, thiếu kỹ năng... Hơn nữa, do nhu cầu toàn cầu, doanh nghiệp cũng thúc đẩy đầu tư và tăng cường phổ biến công nghệ số [Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahlström, P., Wiesinger, A., & Subramaniam, A. (2018). Skill shift: Automation and the future of the workforce. Discussion Paper].

Các công nghệ số mang đến cơ hội mới cho các doanh nghiệp tham gia vào nền kinh tế toàn cầu, đổi mới, mở rộng quy mô và nâng cao năng suất. Chuyển đổi số tạo điều kiện cho sự xuất hiện của các doanh nghiệp, giúp tiếp cận khách hàng tại các thị trường trong nước và quốc tế. Nền tảng internet giúp doanh nghiệp tăng chất lượng cung cấp sản phẩm, dịch vụ và có thể giao dịch bằng nhiều cách khác mà trước đây không thực hiện được. Công nghệ dữ liệu lớn và phân tích dữ liệu cho phép các doanh nghiệp hiểu rõ hơn nhu cầu của khách hàng, đối tác và môi trường kinh doanh tổng thể.

Công nghệ số cũng giúp các doanh nghiệp tăng cường các kỹ năng và chất lượng nguồn nhân lực, kết nối và thuê các chuyên gia bên ngoài để thực hiện các chức năng kinh doanh mà nguồn nhân lực hiện có của doanh nghiệp không đáp ứng được... Tất cả những hoạt động này có thể giúp cải thiện hiệu suất.

Tuy nhiên, với sự tụt hậu của các doanh nghiệp, các doanh nghiệp cũng phải đối mặt với những thách thức, đặc biệt là các thách thức

trong việc áp dụng và sử dụng hiệu quả công nghệ thông tin để nâng cao năng suất. Sự tụt hậu của các doanh nghiệp chủ yếu là do thiếu nguồn nhân lực có chuyên môn; thiếu đầu tư; rủi ro bảo mật và bảo mật số...

Yếu tố khác hạn chế tác động của công nghệ số đến tăng trưởng năng suất là sự chậm trễ trong việc thay đổi cấu trúc và phân bổ nguồn lực của các doanh nghiệp. Việc chuyển đổi số của các doanh nghiệp bao gồm một quá trình tìm kiếm, thử nghiệm các công nghệ và mô hình kinh doanh mới, trong đó một số doanh nghiệp có thể thành công, nhưng cũng có nhiều doanh nghiệp thất bại và tụt hậu. Xây dựng môi trường kinh doanh giúp doanh nghiệp đáp ứng đầy đủ yêu cầu nắm chuyển đổi số tốt hơn là một trong các chính sách quan trọng mà chính phủ các nước cần quan tâm. Sự suy giảm tính năng động trong môi trường kinh doanh của các quốc gia sẽ làm chậm sự phân bổ lại các nguồn lực cần thiết trong toàn bộ nền kinh tế.

### ***3.1.2. Số hóa là chìa khóa để tăng năng suất***

Năng suất vẫn không thay đổi trong thập kỷ qua và trong khi tăng trưởng năng suất đã chậm lại ở hầu hết các nước châu Âu, cũng như Mỹ và Nhật Bản, Vương quốc Anh đã kém hơn so với hầu hết các nước G7 (thấp hơn 16%).

Ví dụ, một công nhân ở Anh tạo ra giá trị thấp hơn 10% so với một công nhân Ý, ít hơn gần 30% so với một công nhân Pháp hoặc Hoa Kỳ và ít hơn 30% so với một nhân viên Đức trung bình trong cùng giờ làm việc. [French employees face challenge to short-hours culture, 26 April 2019, Financial Times]. Thực tế là năng suất của Vương quốc Anh vẫn không thay đổi trong 10 năm trong thời đại công nghệ tiên bộ là vô cùng khó hiểu. Nếu công nghệ có một tác động chắc chắn đến nền kinh tế, khi đó năng suất sẽ được cải thiện.

Phương trình năng suất khá cơ bản: Năng suất được tính bằng “Giá trị được tạo ra” chia cho “Giờ làm việc”. Trong những thập kỷ

gần đây, nhiều quốc gia đã giải quyết năng suất bằng cách thúc đẩy cải tiến quy trình thông qua các phương pháp tinh gọn. Cách tiếp cận này đã mang lại kết quả, nhưng doanh nghiệp thường được tập trung vào để làm những việc tương tự hiệu quả hơn, giảm số giờ làm việc cho một nhiệm vụ cho cùng một giá trị được tạo.

Đây là bước khởi đầu hợp lý, nhưng lợi ích của hoạt động sẽ giảm dần sau nhiều chu kỳ. Điều này cũng đúng với xu hướng ứng dụng công nghệ trong nhiều năm qua. Mặc dù lợi ích của cải tiến công nghệ được nhận thức đầy đủ. Tuy nhiên, cơ sở hạ tầng của các doanh nghiệp thường trở thành một rào cản đối với các chuyển đổi dựa trên công nghệ.

Cùng với việc tự động hóa các hoạt động thủ công, việc áp dụng công nghệ trong tương lai sẽ giúp doanh nghiệp thực hiện những việc không thể làm trước đây và tạo ra các mô hình kinh doanh hoàn toàn mới, do đó cải thiện được năng suất.

Vì vậy, so với các cải tiến dựa trên quy trình trước đây về năng suất, bước tiếp theo, thách thức hơn sẽ là tập trung vào “Tư số” (giá trị được tạo ra) trong phương trình năng suất.

Các giải pháp Internet of Things (IoT) hiện đã được chứng minh trong lĩnh vực này. Chi phí của các giải pháp này sẽ giảm rất nhiều nếu được triển khai sớm, đồng thời các ứng dụng tiềm năng mới sẽ xuất hiện. Các doanh nghiệp đã xem xét việc thu thập dữ liệu thông qua công nghệ kỹ thuật số và từ đó, doanh nghiệp sẽ quyết định những việc cần làm với “tài sản tiềm năng” (nguồn dữ liệu) này. Doanh nghiệp có thể sử dụng “tài sản tiềm năng” để thúc đẩy tiếp thị hoặc chia sẻ với chuỗi cung ứng dựa trên nền tảng mở, hoặc sử dụng để thúc đẩy chiến lược hợp tác hoặc phát triển sản phẩm mới...

Tương tự như vậy, khả năng kết nối và tiềm năng hợp tác mà kỹ thuật số mang lại có thể giúp doanh nghiệp mở ra chuỗi cung ứng mới,

thị trường mới và tạo ra những cách làm việc khác nhau. Doanh nghiệp có nhiều cơ hội cung cấp các dịch vụ mới được kích hoạt thông qua IoT và các nền tảng kỹ thuật số, từ đó biến “tài sản tiềm năng” thành giá trị hữu hình cho doanh nghiệp, cũng như sự giàu có cho doanh nghiệp và người lao động.

Bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0 đòi hỏi một sự thay đổi của doanh nghiệp trong cách tiếp cận về tương lai kỹ thuật số. Những doanh nghiệp thực sự chiến thắng trong cuộc đua này sẽ là những doanh nghiệp nắm bắt các mô hình kinh doanh kỹ thuật số mới thay vì cố gắng đạt được hiệu quả cao hơn từ những gì doanh nghiệp đã làm. [Why digitalisation is key to increasing productivity, 6 Oct 2017, The Manufacturer]

Dưới đây là 03 lý do doanh nghiệp cần một chiến lược kỹ thuật số để tăng năng suất:

- Thay đổi là không thể tránh khỏi :

Nghiên cứu của Cisco cho thấy 60% các sáng kiến IoT bị đình trệ ở giai đoạn thử nghiệm ban đầu; chỉ 26% các doanh nghiệp có một sáng kiến IoT thành công.

Doanh nghiệp truyền thống thường bị thách thức bởi các doanh nghiệp mới khởi nghiệp (như dịch vụ tài chính và bán lẻ) bởi doanh nghiệp mới khởi nghiệp đã tiếp cận số hóa, trong khi các lĩnh vực khác chậm thay đổi.

Càng sớm nắm bắt được sự thay đổi triệt để mà kỹ thuật số có thể mang lại, doanh nghiệp sẽ càng sớm nhận ra lợi ích và bảo vệ vị trí hiện tại và tương lai của doanh nghiệp. Kỹ thuật số không thay thế chiến lược hoặc sự nhạy bén trong kinh doanh, nhưng giờ đây doanh nghiệp không thể thiếu kỹ thuật số.

- Dựa vào lao động giá rẻ không làm cho tất cả chúng ta giàu có hơn.

Trong nhiều năm, mức lương tương đối thấp của người lao động đã loại bỏ động lực thúc đẩy cải thiện năng suất của doanh nghiệp. Ít các quy định lao động nghiêm ngặt đã khiến việc đầu tư vào công nghệ tự động hóa trở thành một “lựa chọn đắt đỏ”.

Trong tương lai, nguồn cung lao động giá rẻ có thể cạn kiệt. Doanh nghiệp cần giữ tính “linh hoạt” của nguồn lao động, vì việc phân bổ lại lao động sẽ là chìa khóa cho sự chuyển đổi số cần thiết cho doanh nghiệp. Doanh nghiệp cần sớm hướng tới một nguồn lực lao động có kỹ năng cao được thúc đẩy bởi việc áp dụng công nghệ số.

- Không có cái gọi là kỹ năng số:

Những gì được gọi là các kỹ năng kỹ thuật số của ngày hôm nay, sẽ trở nên phổ biến vào ngày mai. Số hóa sẽ tác động đến các công việc có kỹ năng cao và công việc có kỹ năng thấp, tuy nhiên công nghệ số sẽ tạo ra nhiều việc làm hơn so với số lượng việc làm bị giảm đi.

Doanh nghiệp cần phải tiếp tục nâng cao kỹ năng của lực lượng lao động hiện tại; đào tạo nguồn lực lao động của doanh nghiệp để đáp ứng nhu cầu của chuyển đổi số.

## **3.2. Sản xuất thông minh, xu hướng tăng năng suất doanh nghiệp trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0**

### **3.2.1. 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 trong 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 vạn vật, điện toán đám mây, điện toán phục vụ, trí tuệ nhân tạo và khoa học dữ liệu... đưa sản xuất chính thức trở thành trụ cột quan trọng của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

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 với sự tham gia của 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 và giải quyết 03 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 khách hàng trong khoảng thời gian ngắn nhất.

### ***3.2.2. 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 (real-time). Truyền dữ liệu theo thời gian thực cho phép tăng cường khả năng hợp tác nội bộ (giữa các bộ phận) trong doanh nghiệp, hợp tác nhanh chóng và hiệu quả giữa các nhà sản xuất và nhà cung cấp.

Tính tối ưu hóa: Tối ưu hóa trong sản xuất thông minh được hiểu như sau: một doanh nghiệp có năng lực sản xuất “tin cậy”, có thể dự đoán được nhu cầu thị trường và người tiêu dùng, hiệu quả sản xuất cao, chất lượng sản phẩm cao 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 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 sẽ tự động kết nối với bộ phận kinh doanh của doanh nghiệp để giảm hàng tồn kho xuống dưới một mức thấp nhất. Hệ thống thiết bị sản xuất tích hợp với công nghệ thông tin cho phép xác định sự “bất thường” trong quá trình sản xuất, qua đó cho phép doanh nghiệp chủ động ngăn chặn các vấn đề “bất lợi” trước khi xảy ra..

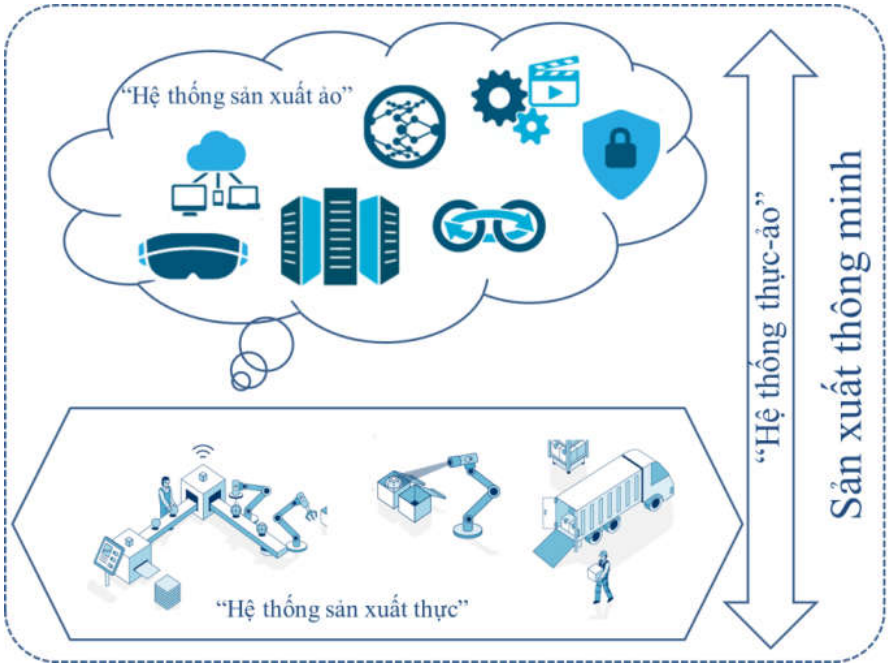
**Tính linh hoạt:** Đặc điểm thứ 5 cũng là đặc điểm chính cuối cùng của sản xuất thông minh là tính linh hoạt. Linh hoạt trong sản xuất thông minh nghĩa là có thể nhanh chóng phản ứng với những thay đổi của môi trường và yêu cầu của khách hàng. Doanh nghiệp xây dựng cấu hình thiết bị, sơ đồ vận hành sản xuất để bảo đảm đáp ứng “nhanh nhất” với những thay đổi trong nhu cầu sản xuất.

### **3.2.3. Nền tảng cốt lõi của sản xuất thông minh**

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

“Hệ thống thực ảo” 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 và khai thác sản phẩm đó.

“Hệ thống thực ảo” cho phép tối ưu hóa quá trình trao đổi thông tin cần thiết để sản xuất, đồng thời kiểm soát toàn bộ quy trình sản xuất dựa trên nền tảng IoT (Hình 3.1). Thông qua “hệ thống sản xuất ảo” với sự tích hợp của hạ tầng công nghệ thông tin và các phần mềm ứng dụng, “hệ thống thực ảo” được kích hoạt bởi sự tham gia của con người, máy móc, thiết bị. Hay nói cách khác, con người không chỉ tham gia trực tiếp vào quản lý và kiểm soát hệ thống sản xuất thông minh; con người (bao gồm: nhà sản xuất, người tiêu dùng...) được “nhúng” vào trong hệ thống sản xuất thông minh thành một thể thống nhất.



Hình 3.1. “Hệ thống thực ảo” trong sản xuất thông minh

Trái ngược với các hệ thống sản xuất thông thường hiện nay, “hệ thống thực ảo” 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 nền công nghiệp truyền thống hiện nay sang cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 gắn liền với việc hình thành và phát triển hệ thống sản xuất thông minh, “hệ thống thực ảo” sẽ tạo ra nhiều thách thức mới về công nghệ, mô hình tổ chức sản xuất và thậm chí là đối 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 kinh doanh sáng tạo mới (Business Model, BM), giúp doanh nghiệp nâng cao năng suất, đạt lợi nhuận cao.

Thành tựu của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4, đó là sản xuất thông minh và các ý tưởng đổi mới sáng tạo khác sẽ là nền tảng vững chắc để giúp các doanh nghiệp vượt qua những thách thức này, đồng thời hỗ trợ doanh nghiệp thực hiện quá trình chuyển đổi sản xuất truyền thống sang sản xuất thông minh.

#### ***3.2.4. 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 “hiệu quả nhất” yêu cầu của thị trường và khách hàng. Qua đó, doanh nghiệp sẽ cung cấp các sản phẩm cần thiết, không bị dư thừa, tồn kho, giảm lãng phí... do 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. Việc 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 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 dựa chủ yếu vào nền tảng các công nghệ trong cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Sử dụng cơ sở dữ liệu thống nhất và minh bạch trong sản xuất thông minh giúp nhân viên có thể tìm thấy các cơ hội mới để phát triển sản phẩm và tăng năng suất. Do đó, bản chất của sản xuất thông minh lại là sự 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 thông qua việc giảm chất thải trong quá trình sản xuất. Đặc biệt, đối 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, không chỉ giảm chất thải mà còn giúp giảm giá thành sản phẩm.

Mở rộng không gian sản xuất: sản xuất thông minh không chỉ giới hạn ở các điều kiện 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.

### ***3.2.5. 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 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 và quản lý vòng đời sản phẩm sẽ được kết nối qua các doanh nghiệp.

Trong các quốc gia đang triển khai mạnh mẽ việc áp dụng sản xuất thông minh, Mỹ, 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 06 nước đi đầu về công nghệ thông minh trên thế giới (với 07 lĩnh vực với 25 công nghệ cụ thể). Theo đó, Hàn Quốc xếp ở vị trí thứ 05 trong nhóm này. Theo kết quả trên, Mỹ 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) 79,6% (1,5 năm), Hàn Quốc 72,3% (kém 2,5 năm) và Trung Quốc là 66% (kém 3,1 năm). [Yong-Ki Min, Sang-Gun Lee, Yaichi Aoshima, (2019) "A comparative study on industrial spillover effects among Korea, China, the USA, Germany and Japan", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 119 Issue: 3, pp.454-472]. Sản xuất thông minh là mô hình sản xuất tương lai, kết nối tất cả công đoạn sản xuất bằng công nghệ số, ứng dụng trí tuệ nhân tạo vào giải quyết các vấn đề tại công xưởng, đối ứng nhanh với yêu cầu mới từ thị trường. Mỹ sở hữu công nghệ cao nhất ở 06 lĩnh vực; Hàn Quốc sở hữu công nghệ cao nhất ở hạng mục viễn thông Internet; Đức đứng đầu ở lĩnh vực hệ thống điều khiển.

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 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 18 nghìn tỷ won (16 tỷ USD) doanh thu. 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 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 01 trung tâm dữ liệu và nền tảng lớn để thu thập, phân tích và sử dụng dữ liệu sản xuất ở cấp quốc gia vào năm tới và ươm 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:

- Nhà sản xuất công cụ điện Black & Decker (Power tool manufacturer Black & Decker)

Nhà sản xuất công cụ điện Black & Decker đã liên kết Cisco để cung cấp giải pháp Internet vạn vật (IoT) 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%.

- Công ty Nhật Bản Hirotec Group (Japanese company Hirotec Group)

Hirotec là một trong những công ty sản xuất tư nhân lớn nhất trong thị trường ô tô 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 đảm bảo 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 tám máy điều khiển số máy tính (Computer Numerical Control, CNC) trong nhà máy Hirotec tại Detroit. Trong một thử nghiệm 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 của ô tô.

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.



- Tập đoàn AW North Carolina (AWNC)

AW North Carolina, Inc. (AWNC), 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 cơ sở 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 “môi trường sản xuất thực” và “mô trường 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 tài nguyên doanh nghiệp (ERP) và Hệ thống thực thi sản xuất (MES) mới để tự động hóa và phân tích dữ liệu và quy trình của doanh nghiệp. Việc áp dụng công nghệ này giúp doanh nghiệp không bị gián đoạn hoặc dừng thời gian hoạt động.

## Chương 4

# ĐỊNH HƯỚNG VỀ NĂNG SUẤT: QUẢN LÝ TINH GỌN (LEAN MANAGEMENT)

### 4.1. Tích hợp Quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4

Trong nhiều thập kỷ, các nhà sản xuất đã sử dụng các nguyên tắc và công cụ tinh gọn để giảm độ phức tạp của hoạt động và cải thiện năng suất. Cách tiếp cận tinh gọn cung cấp nền tảng cho hoạt động bằng cách tiêu chuẩn hóa các quy trình, thâm nhập văn hóa cải tiến liên tục và trao quyền cho nhân viên trong doanh nghiệp. Tuy nhiên, do sự phức tạp ngày càng tăng của hoạt động, nhiều doanh nghiệp đã nhận thấy rằng việc quản lý tinh gọn không đủ để giải quyết các thách thức hoạt động của doanh nghiệp.

Gần đây, một loạt các công nghệ kỹ thuật số tiên tiến được gọi là Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đã xuất hiện để đưa ra các phương pháp mới để đối phó với sự phức tạp và cải thiện năng suất. Bằng cách triển khai sự kết hợp đúng đắn của các công nghệ, các nhà sản xuất có thể tăng tốc độ, hiệu quả và phối hợp và thậm chí tạo điều kiện cho các nhà máy tự quản lý hoạt động. [When Lean Meets Industry 4.0 The Next Level of Operational Excellence, By Daniel Küpper, Ailke Heidemann, Johannes Ströhle, Daniel Spindelndreier, and Claudio Knizek, DECEMBER 14, 2017]

#### 4.1.1. Quản lý tinh gọn (Lean)

Khả năng sản xuất các sản phẩm cá nhân và cá nhân là chìa khóa thành công trong một thế giới toàn cầu hóa và kết nối kỹ thuật số. Khách hàng được sử dụng để nhận hàng hóa được trang bị đặc biệt cho nhu cầu của họ. Những kỳ vọng cao của khách hàng dẫn đến sự

gia tăng đa dạng của các phiên bản và tăng cường sự phức tạp của môi trường sản xuất.

Một giải pháp cho vấn đề này giúp giảm sự phức tạp trong khu vực công nghiệp là Hệ thống sản xuất Toyota (TPS). Triết lý sản xuất này được phát triển bởi Tập đoàn ô tô Toyota trong thế kỷ trước nhằm mục đích giảm lãng phí trong chuỗi giá trị dẫn đến giảm thiểu thời gian sản xuất. Bằng cách áp dụng hệ tư tưởng này và tập trung vào giá trị khách hàng trong một quá trình cải tiến liên tục, Toyota đã có thể giành được vị trí hàng đầu thế giới trong ngành công nghiệp ô tô. Ngày nay, TPS nổi tiếng là quản lý tinh gọn (LM) hoặc sản xuất tinh gọn và được triển khai rộng rãi như một tiêu chuẩn trong các ngành công nghiệp khác nhau. [G. Schuh, *Lean Innovation*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer Berlin Heidelberg, 2013]

Quản lý tinh gọn là phương pháp cải tiến có hệ thống, liên tục và tập trung vào việc tạo thêm giá trị cho khách hàng cùng lúc với việc loại bỏ các lãng phí trong quá trình sản xuất, cung cấp dịch vụ của một tổ chức, từ đó giúp cắt giảm chi phí, tối ưu hóa việc sử dụng các nguồn lực, rút ngắn thời gian chu trình sản xuất, cung cấp dịch vụ, đồng thời tăng khả năng đáp ứng một cách linh hoạt các yêu cầu không ngừng biến động và ngày càng khắt khe của khách hàng.

Cách tiếp cận này làm giảm sự phức tạp và chi phí bằng cách loại bỏ các hoạt động lãng phí và phi giá trị gia tăng trong suốt quá trình hoặc chuỗi giá trị. Quản lý tinh gọn cung cấp các kỹ thuật để thu hút tất cả nhân viên liên tục xem xét và nâng cao hiệu quả. Cách tiếp cận được xây dựng trên các kỹ thuật quản lý như: giảm chất thải, lập kế hoạch thời gian và chuẩn hóa quy trình.

Thực tiễn liên quan đến quản lý tinh gọn gồm: loại bỏ tắc nghẽn, đo điểm chuẩn, chương trình cải tiến liên tục, lực lượng lao động đa chức năng, giảm thời gian của mỗi chu kỳ, sản xuất nhà máy tập

trung, chỉ trong thời gian/liên tục sản xuất dòng chảy, giảm quy mô lô, tối ưu hóa bảo trì, thiết bị/công nghệ quy trình mới, lập kế hoạch và chiến lược lập kế hoạch, bảo trì phòng ngừa, đo lường khả năng xử lý, hệ thống kéo/Kanban, chương trình quản lý chất lượng, kỹ thuật thay đổi nhanh, quy trình sản xuất được tái cấu trúc, chương trình cải tiến an toàn, tự cải tiến nhóm làm việc được định hướng, quản lý chất lượng tổng thể... [Shah R, Ward P. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management* 2003; 21:129-149]. Tuy nhiên, cần nhấn mạnh rằng các công cụ này tạo ra một hệ thống được áp dụng cùng nhau, góp phần loại bỏ lãng phí.

Các bước và nguyên tắc quản lý tinh gọn:

- Thiết lập tầm nhìn chiến lược;
- Xác định và thành lập các nhóm;
- Xác định giá trị sản phẩm;
- Xác định các quy trình;
- Xem lại sơ đồ bố trí nhà máy;
- Chọn chiến lược thích hợp;
- Không ngừng cải thiện;

Trong quản lý tinh gọn, các nghiên cứu được thực hiện trong các ngành sản xuất cho thấy rằng bất kỳ tổ chức, doanh nghiệp nào cũng có khả năng áp dụng các thực hành lean bất kể quy mô của tổ chức, doanh nghiệp [Mirzaei P. Lean production: introduction and implementation barriers with SME's in Sweden. Master thesis from School of Engineering, Jonkoping; 2011]. Tuy nhiên, doanh nghiệp nhỏ hoặc lớn đều có lợi ích riêng của việc triển khai quản lý tinh gọn (Hình 4.1).



*Hình 4.1. Ưu điểm của doanh nghiệp nhỏ và lớn trong triển khai tinh gọn*

*Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [Mirzaei P. Lean production: introduction and implementation barriers with SME's in Sweden. Master thesis from School of Engineering, Jonkoping; 2011].*

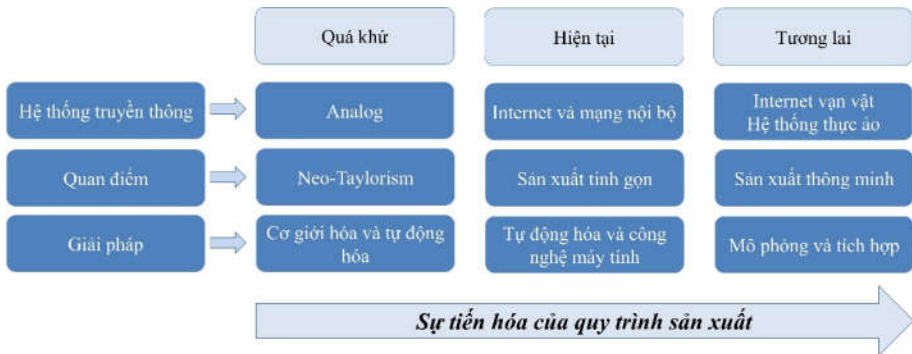
#### **4.1.2. Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (Industry 4.0)**

Làn sóng tiên bộ công nghệ thứ tư trong sản xuất được cung cấp bởi 09 công nghệ nền tảng: Hệ thống thực tế ảo, Sản xuất bồi đắp (In 3D), Công nghệ đám mây, An ninh mạng, Internet vạn vật công nghiệp, Tích hợp hệ thống, Mô phỏng, Phân tích dữ liệu lớn, Robot tự động.

Khái niệm Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể được coi là một chiến lược để cạnh tranh trong tương lai, tập trung vào việc tối ưu hóa các chuỗi giá trị do sản xuất năng động và được kiểm soát tự động.

Để đạt được sự tự động hóa ngày càng tăng, các khái niệm công nghệ của “Hệ thống thực ảo” (Cyber Physical Systems, CPS) có thể được sử dụng để hoạt động tự chủ và tương tác với môi trường sản xuất thông qua vi điều khiển, bộ truyền động, cảm biến và giao diện truyền thông. CSP và Internet of Things được cho là bắt đầu cả quá

trình tiến hóa mới của sản xuất trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (Hình 4.2).



Hình 4.2. Quá trình tiến hóa trong sản xuất  
(quá khứ, hiện tại và tương lai)

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [Wyrwicka MK. *Rewolucja czy ewolucja w logistyce?* [Revolution or evolution in logistics?]. *Logistyka* 2014;3:9-11]; [Wyrwicka MK. *Kultura techniczna a rozwój przedsiębiorstwa* [Technical culture and development of enterprise]. In: Szymańska K, editor].

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đang phát triển, và có một tiềm năng to lớn, với những biểu hiện như:

- Cung cấp các giải pháp chuyên biệt cho từng ngành công nghiệp và khách hàng cá nhân. Trường hợp sản xuất các mặt hàng một lần, số lượng ít vẫn bảo đảm thu được lợi nhuận.

- Tăng tính cạnh tranh và tính linh hoạt do cấu trúc động của các quy trình kinh doanh, hỗ trợ điều chỉnh các thay đổi về nhu cầu hoặc sự cố trong chuỗi giá trị.

- Tối ưu hóa việc ra quyết định.

- Tăng năng suất và hiệu quả sử dụng tài nguyên và nguồn lực.

- Tạo cơ hội giá trị, các dịch vụ sáng tạo, ngành nghề mới.

Các cảm biến, máy móc và hệ thống công nghệ thông tin được kết nối dọc theo chuỗi giá trị của một doanh nghiệp. Các hệ thống được

kết nối này có thể tương tác và phân tích dữ liệu để dự đoán, tự cấu hình lại và thích ứng với thay đổi. Từ đó, các nhà sản xuất có thể đạt đến cấp độ mới của hiệu suất hoạt động. Ví dụ: doanh nghiệp có thể chuyển từ “bảo trì dự phòng” sang “bảo trì dự đoán”. Điều đó có nghĩa là các nhiệm vụ bảo trì chỉ được thực hiện khi cần thiết.

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 cũng cho phép các doanh nghiệp chia sẻ lợi ích của công nghệ tự động hóa rộng rãi hơn trong tổ chức. Ví dụ, trang bị và đào tạo công nhân dây chuyền để tiếp nhận và áp dụng thông tin theo thời gian thực về hệ thống máy móc. Bằng cách tăng tính minh bạch, cải thiện khả năng dự đoán và cho phép các hệ thống tự kiểm soát, Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 thúc đẩy các quy trình của doanh nghiệp nhanh hơn, linh hoạt hơn và hiệu quả hơn. Các nhà sản xuất có thể áp dụng những lợi ích này để đạt được các mục tiêu rộng lớn hơn: sản xuất hàng hóa chất lượng cao hơn và giảm chi phí.

#### **4.2. Tương tác giữa quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4**

Theo Dombrowski và cộng sự, các tài liệu hiện có được cấu trúc thành hai quan điểm: Hoặc quản lý tinh gọn được coi là điều kiện tiên quyết để “giới thiệu” các công cụ Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 hoặc các công cụ Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 được coi là các công cụ “quảng bá” quản lý tinh gọn [U. Dombrowski, T. Richter and P. Krenkel, “Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems: A Use Cases Analysis,” *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 1061-1068, 2017].

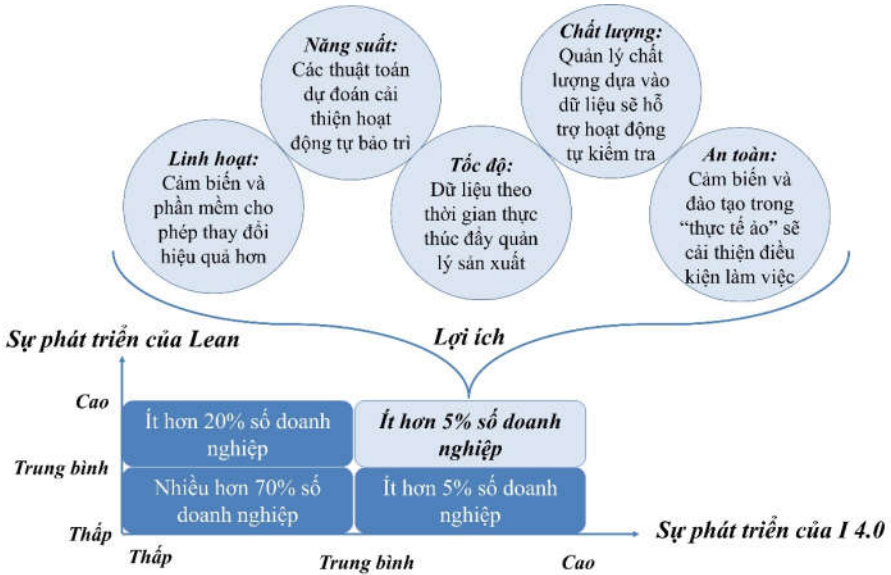
Một quan điểm được thừa nhận rộng rãi là sự kết hợp giữa quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 mang lại sự phối hợp tích cực.

Để tối ưu hóa hoạt động sản xuất, doanh nghiệp cần phải hiểu được sự tương tác giữa quản lý tinh gọn truyền thống và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 còn được gọi là Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 (*Lean Industry 4.0*). Quản lý tinh gọn

trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 là cách hiệu quả nhất để đạt đến cấp độ phát triển tiếp theo của quản lý tinh gọn.

Các doanh nghiệp triển khai thành công Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể giảm 40% chi phí trong 5 đến 10 năm qua. Tỷ lệ giảm này cao hơn nhiều so với mức giảm do triển khai riêng rẽ bởi Quản lý tinh gọn hoặc cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 giúp doanh nghiệp tăng trưởng doanh thu. Theo kết quả điều tra của Tập đoàn tư vấn Boston, dưới 5% các doanh nghiệp sản xuất đã đạt đến mức trưởng thành cao trong Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4. (Hình 4.3)



Hình 4.3. Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4, cơ hội tăng trưởng

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [When Lean Meets Industry 4.0 The Next Level of Operational Excellence, By Daniel Küpper, Ailke Heidemann, Johannes Ströhle, Daniel Spindelndreier, and Claudio Knizek, DECEMBER 14, 2017]



Nắm bắt những lợi ích tốt nhất, một doanh nghiệp phải điều chỉnh việc áp dụng Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 để giải quyết các thách thức cụ thể của doanh nghiệp ở cấp độ nhà máy và trong chuỗi cung ứng.

Một cuộc khảo sát gần đây của Tập đoàn tư vấn Boston (*The Boston Consulting Group*) cho thấy các doanh nghiệp công nghiệp hàng đầu nhận ra tầm quan trọng của Quản lý tinh gọn và số hóa trong kế hoạch dài hạn của doanh nghiệp. Trong một cuộc khảo sát với hơn 750 nhà quản lý sản xuất, 97% số người được hỏi cho rằng Quản lý tinh gọn sẽ có vai trò quan trọng vào năm 2030; 70% số người được hỏi cho rằng Quản lý tinh gọn sẽ có vai trò quan trọng trong giai đoạn hiện nay. 70% số người được hỏi cho rằng số hóa nhà máy sẽ có vai trò quan trọng vào năm 2030; 13% số người được hỏi cho rằng số hóa nhà máy sẽ có vai trò quan trọng trong giai đoạn hiện nay.

#### ***4.2.1. Quản lý tinh gọn là điều kiện thúc đẩy Cách mạng công nghiệp lần thứ 4***

Một số tác giả cho rằng Quản lý tinh gọn là điều kiện tiên quyết để giới thiệu thành công các giải pháp Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 [H. Künzel (ed.), *Erfolgsfaktor Lean Management 2.0: Wettbewerbsfähige Verschlinkung auf nachhaltige und kundenorientierte Weise*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer Gabler, 2016]; [B. Wang, J. Zhao, Z. Wan, J. Ma, H. Li and J. Ma, *Lean Intelligent Production System and Value Stream Practice*. 2016]. Điều này được Bill Gates khẳng định bằng giả thuyết rằng tự động hóa các quy trình không hiệu quả sẽ phóng đại sự kém hiệu quả của chúng. Ý kiến của quản lý tự động hóa đối với cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể được tóm tắt như sau:

Các quy trình được chuẩn hóa, minh bạch và có thể tái sản xuất có ý nghĩa cơ bản để giới thiệu Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 [6, 9, 10].

Người ra quyết định yêu cầu năng lực Quản lý tinh gọn để xem xét giá trị của khách hàng và tránh lãng phí [7].

Bằng cách giảm độ phức tạp của sản phẩm và quy trình, Quản lý tinh gọn cho phép sử dụng hiệu quả và kinh tế các công cụ của Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 [6, 14].

Do đó, các quy trình tinh gọn được coi là cơ sở để triển khai I4.0 hiệu quả và kinh tế. Tuy nhiên, Nyhuis et al. chú thích rằng việc thực hiện Quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể ảnh hưởng lẫn nhau. Do đó, sự tiến triển không nhất thiết là hoàn toàn tuần tự.

#### ***4.2.2. Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 thúc đẩy sự phát triển của quản lý tinh gọn***

Wagner và cộng sự mô tả rằng các quá trình quản lý tinh gọn có thể được ổn định và tinh chế bằng cách áp dụng Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 [T. Wagner, C. Herrmann and S. Thiede, “Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems,” *Procedia CIRP*, vol. 63, pp. 125-131, 2017].

Trong khi Ruettimann et al. nhấn mạnh khả năng cải thiện tính linh hoạt của các hệ thống quản lý tinh gọn hiện đại, trạng thái Kolberg và Zuehlke mà Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể tăng cường quản lý tinh gọn [B. G. Rüttimann and M. T. Stöckli, “Lean and Industry 4.0-Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification Regarding the Supposed Clash of Two Production Systems,” *Journal of Service Science and Management*, vol. 9, no. 6, pp. 485-500, 2016]; [D. Kolberg and D. Zühlke, “Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 48, no. 3, pp. 1870-1875, 2015].

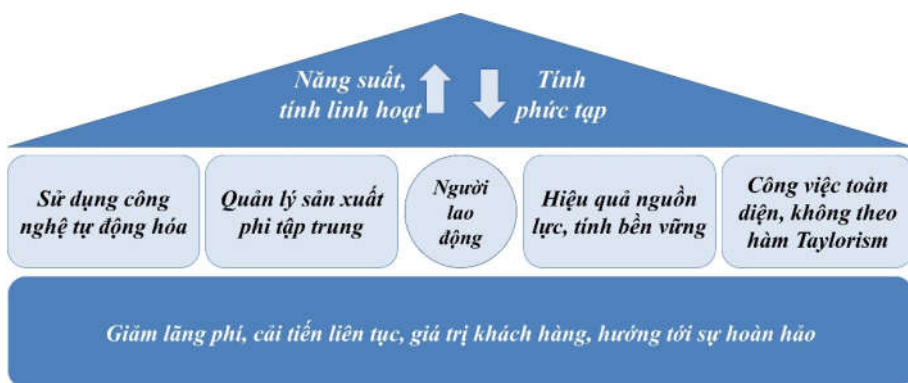
Do đó, Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 góp phần giải quyết các hạn chế của quản lý tinh gọn. Sản xuất kinh tế hàng hóa với quy mô

lớn là một cách để thúc đẩy các nền kinh tế sản xuất vượt ra ngoài quy mô kinh tế truyền thống. Dữ liệu trong thời gian thực cải thiện tính minh bạch và chất lượng thông tin. Hơn nữa, Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 hứa hẹn sẽ đối phó với nhu cầu thị trường biến động vượt trội so với sản xuất có mức độ trong quản lý tinh gọn. Cuối cùng, tính linh hoạt tăng lên thông qua Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 giúp đối phó với sự phức tạp đang gia tăng.

#### ***4.2.3. Mối tương quan giữa quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4***

Mrugalska và Wyrwicka ủng hộ tuyên bố cho rằng Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 và quản lý tinh gọn có thể cùng tồn tại và hỗ trợ lẫn nhau [B. Mrugalska and M. K. Wyrwicka, “Towards Lean Production in Industry 4.0,” *Procedia Engineering*, vol. 182, pp. 466-473, 2017].

Để kết hợp quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, các tài liệu biểu hiện còn tồn tại như lean 4.0, tự động hóa quản lý tinh gọn, quản lý tinh gọn thông minh và công nghiệp quản lý tinh gọn 4.0. Phần lớn các nhà nghiên cứu đều ủng hộ tính tương thích chung của quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Viễn cảnh này có thể được quy cho sự tương đồng liên quan đến các mục tiêu như giảm độ phức tạp, trụ cột trung tâm và các nguyên tắc quản lý tinh gọn như một điểm chung (xem Hình 4.4). Theo đó, cả hai mô hình được quản lý một cách phi tập trung. Kanban trong quản lý tinh gọn cũng như các hệ thống tự tổ chức trong Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 phân phối trách nhiệm trong các hệ thống con [6, 25]. Hơn nữa, quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 tập trung vào vai trò nòng cốt của nhân viên [6].



Hình 4.4. Điểm chung của Quản lý tinh gọn và I4.0

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [A. Mayr, M. Weigelt, A. Kühl, S. Grimm, A. Erll, M. Potzel, and J. Franke, "Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0". *Procedia CIRP* 72, no. 1, pp.622-628, 2018]

### 4.3. Lợi ích và tiềm năng cải tiến của Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4

#### 4.3.1. Lợi ích

Bằng cách sử dụng giải pháp Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4, các doanh nghiệp có thể đạt được nhiều lợi ích khác nhau. Các lợi ích cụ thể như sau:

- Tăng tính linh hoạt

Tính linh hoạt cho phép doanh nghiệp sử dụng một dây chuyền sản xuất để tạo ra nhiều sản phẩm. Tuy nhiên, tính linh hoạt cũng đòi hỏi cần nhiều thời gian để sử dụng máy móc và sản xuất các sản phẩm khác nhau. Triển khai các công cụ quản lý tinh gọn, doanh nghiệp có thể loại bỏ các hoạt động không tạo ra giá trị gia tăng, do đó đẩy nhanh quá trình sản xuất. Công nghệ 4.0 đã thúc đẩy triển khai các hoạt động này. Các cảm biến và phần mềm giúp máy móc có thể “tự động” nhận dạng sản phẩm, sử dụng các chương trình và công cụ phù hợp để thực hiện các hoạt động gia tăng giá trị mà không có sự tham gia trực tiếp của con người.

### - Cải thiện năng suất

Trong nhiều ngành sản xuất, sự cố và hỏng hóc thiết bị là một trong các nguyên nhân dẫn đến năng suất thấp. Các doanh nghiệp có thể sử dụng phương pháp quản lý tinh gọn (như bảo trì tự động, phòng ngừa...) để tăng Hiệu quả thiết bị tổng thể (*Overall Equipment Effectiveness, OEE*).

Các doanh nghiệp sử dụng các thuật toán phân tích tiên tiến và kỹ thuật “học máy” để phân tích lượng dữ liệu lớn được thu nhận bởi các cảm biến, qua đó xác định các khả năng sự cố có thể xảy ra. Những dự đoán như vậy giúp doanh nghiệp chủ động thực hiện bảo trì vào thời điểm tối ưu, do đó giảm sự gián đoạn, giảm thiểu thời gian ngừng hoạt động và giảm chi phí thay thế không cần thiết.

Ngoài việc cải thiện năng suất thông qua bảo trì, các công cụ quản lý tinh gọn sẽ thúc đẩy cải tiến liên tục, bảo đảm tính minh bạch cao hơn thông qua công nghệ dữ liệu lớn.

### - Tăng tốc độ sản xuất

Các doanh nghiệp ngày nay phải đối mặt với những khó khăn về kế hoạch sản xuất khi tăng số lượng các “phiên bản khác nhau” của sản phẩm, đồng thời giảm quy mô sản xuất. Doanh nghiệp áp dụng các công cụ cốt lõi của quản lý tinh gọn để đáp ứng với yêu cầu trong sản xuất, xác định và cập nhật về những thay đổi trong kế hoạch sản xuất. Tuy nhiên, các công cụ này không hiệu quả để lập kế hoạch và kiểm soát sản xuất theo thời gian thực. Bằng cách áp dụng một số thuật toán nhất định, các doanh nghiệp có thể vượt qua những thách thức này thông qua sử dụng các dữ liệu theo thời gian thực.

Dữ liệu theo thời gian thực cũng giúp tăng tốc độ cải tiến liên tục. Doanh nghiệp có thể sử dụng dữ liệu theo thời gian thực để xác định nguyên nhân về hiệu suất và tăng tốc độ cải tiến, từ đó cho phép triển khai nhanh hơn các biện pháp trong toàn bộ nhà máy.

#### - Kiểm soát chất lượng

Quá trình sản xuất không đạt yêu cầu nếu chất lượng sản phẩm không đáp ứng các thông số kỹ thuật. Đặc biệt, nếu doanh nghiệp cung cấp sản phẩm kém chất lượng cho khách hàng, doanh nghiệp sẽ phải chịu chi phí cao hơn và khách hàng có thể mất niềm tin vào doanh nghiệp. Nhiều công cụ quản lý tinh gọn (như: tự kiểm tra, poka yoke, và jidoka...) đã được phát triển để giảm khả năng xảy ra lỗi và tăng tốc độ phát hiện lỗi.

Kết quả phân tích của Tập đoàn tư vấn Boston cho thấy việc tự kiểm tra cải thiện quá trình, từ đó tăng tốc độ phát hiện lỗi, dẫn đến giảm số lượng lỗi từ 50% đến 70%. Tuy nhiên, để đạt được các khả năng xảy ra lỗi “bằng 0”, doanh nghiệp phải thực hiện tự kiểm tra bằng cách phân tích dựa trên dữ liệu để xác định nguyên nhân của lỗi. Các công nghệ của Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 hỗ trợ doanh nghiệp thực hiện hoạt động này thông qua việc cung cấp, theo dõi chi tiết nguồn dữ liệu đáng tin cậy.

#### - Bảo đảm an toàn

An toàn là một trong những KPI sản xuất quan trọng nhất của quá trình sản xuất. Để đảm bảo an toàn, quản lý tinh gọn sử dụng các “dấu hiệu cảnh báo an toàn”. Một cách tiếp cận quản lý tinh gọn khác được sử dụng theo dõi chi tiết các sự cố để xác định các vấn đề cần được cải thiện. Doanh nghiệp có thể sử dụng cảm biến không dây nâng cao hiệu quả của tính an toàn.

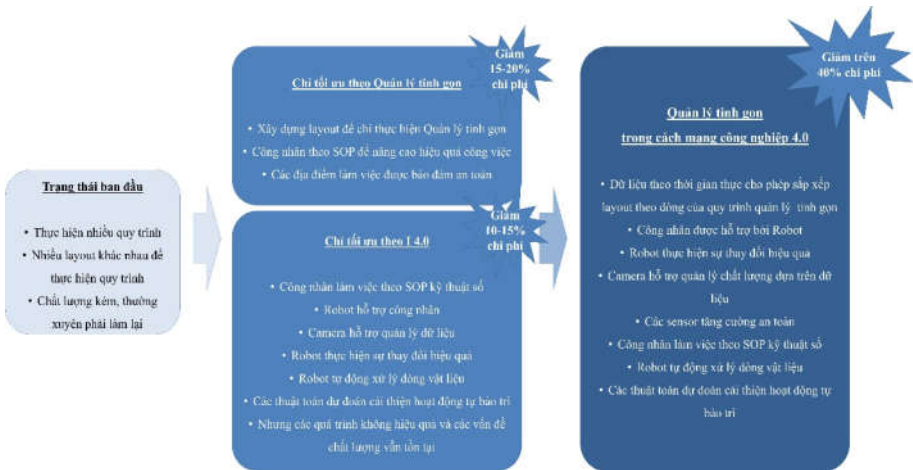
Doanh nghiệp có thể giải quyết các yêu cầu an toàn thông qua công nghệ thực tế ảo để đào tạo người lao động. Đào tạo tại chỗ trong môi trường ảo sẽ hiệu quả hơn so với đào tạo trong môi trường thực tế, đặc biệt là cách tiếp cận hấp dẫn thế hệ lao động trẻ.

#### ***4.3.2. Tiềm năng cải tiến***

Tiềm năng cải tiến của phương pháp tích hợp Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 là rất đáng kể. Nghiên cứu của

Tập đoàn tư vấn Boston cho thấy: nếu chỉ áp dụng một trong hai cách tiếp cận Quản lý tinh gọn hoặc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, doanh nghiệp chỉ có thể giảm khoảng 15% chi phí. Tuy nhiên, các doanh nghiệp sử dụng phương pháp tích hợp Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể giảm tới 40% chi phí (Hình 4.5)

Tiềm năng cải tiến của Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 lớn hơn tổng số các cải tiến đạt được bằng cách tiếp cận độc lập Quản lý tinh gọn hoặc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Tích hợp Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 hỗ trợ thúc đẩy lợi ích vượt quá giới hạn của từng phương pháp riêng lẻ. Sử dụng các cảm biến và dữ liệu để cung cấp thông tin minh bạch cho phép doanh nghiệp áp dụng các công cụ quản lý tinh gọn để cải thiện hiệu quả thiết bị tổng thể của doanh nghiệp.



Hình 4.5. Tiềm năng Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [When Lean Meets Industry 4.0 The Next Level of Operational Excellence, By Daniel Küpper, Ailke Heidemann, Johannes Ströhle, Daniel Spindelndreier, and Claudio Knizek, DECEMBER 14, 2017]

#### 4.4. Xây dựng phương pháp Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4

Xây dựng phương pháp Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 bao gồm ba giai đoạn chính: đổi mới, thí điểm và quy mô. (Hình 4.6)



Hình 4.6. Giai đoạn chính của Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở [When Lean Meets Industry 4.0 The Next Level of Operational Excellence, By Daniel Küpper, Ailke Heidemann, Johannes Ströhle, Daniel Spindelndreier, and Claudio Knizek, DECEMBER 14, 2017].

Giai đoạn Đổi mới: Để bắt đầu giai đoạn đổi mới, doanh nghiệp phải hình thành sự minh bạch về nhu cầu và thách thức kinh doanh của doanh nghiệp; đánh giá toàn diện, làm rõ hiện trạng và xác định các ưu tiên để cải thiện nhằm áp dụng Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

Giai đoạn Pilot: doanh nghiệp thử nghiệm các giải pháp cụ thể trong một phần của nhà máy hoặc chuỗi cung ứng để áp dụng những kiến thức về Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Mục tiêu của giai đoạn Pilot là nhanh chóng phát triển một giải pháp khả thi và sau đó cải thiện các giải pháp này. Doanh nghiệp tiếp cận các cơ hội để tạo ra giá trị. Trên cơ sở đó, doanh nghiệp có thể thực hiện triển khai Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 tại một số phần khác của nhà máy hoặc chuỗi cung ứng.

Giai đoạn Quy mô: Các giải pháp Quản lý tinh gọn trong cách



mạng công nghiệp lần thứ 4 đã được thử nghiệm và cải tiến thành công trong các Pilot được áp dụng ở quy mô tại toàn nhà máy và trên toàn chuỗi cung ứng. Tại thời điểm này, doanh nghiệp nên tiến hành triển khai theo trình tự hợp lý cho phép tích hợp các giải pháp hiệu quả khi được triển khai ở quy mô đầy đủ. Tiến trình hướng tới trạng thái mục tiêu cần được theo dõi chặt chẽ.

Để đạt mục tiêu xuất sắc trong hoạt động, doanh nghiệp không thể chỉ dựa vào quản lý tinh gọn hoặc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 một cách riêng rẽ. Quản lý tinh gọn là phương pháp cần thiết để ngăn ngừa tự động hóa lãng phí, đồng thời “là chìa khóa” để tiếp cận các tiềm năng của Cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Công nghệ trong Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 cũng là các yếu tố cần thiết để hỗ trợ các công cụ quản lý tinh gọn đạt được mức độ tác động cao hơn. Do đó, một doanh nghiệp phải thiết kế sáng tạo để kết hợp các công cụ quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, áp dụng Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 để trở thành các nhà vô địch xuất sắc trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

Phương pháp Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 được đánh giá theo 05 nội dung sau:

- Theo nhu cầu và thách thức kinh doanh:

Việc đánh giá phương pháp Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 bắt đầu bằng việc nắm vững các nhu cầu và thách thức kinh doanh của doanh nghiệp. Các nhu cầu và thách thức quan trọng nhất thường xuất hiện theo thời gian để đáp ứng với những yêu cầu của khách hàng và thị trường. Các nhu cầu và thách thức này xảy ra từ giai đoạn đầu đến giai đoạn cuối của quá trình sản xuất trong nhà máy và trong chuỗi cung ứng. Xu hướng về nhu cầu và thách thức kinh doanh của doanh nghiệp làm tăng tính linh hoạt trong dây chuyền sản xuất của doanh nghiệp.

- Theo mức độ cải tiến hoạt động:

Tiếp theo, cần đánh giá các điểm chính trong từng chức năng hoạt

động của doanh nghiệp, qua đó xác định các cách thức để giải quyết vấn đề thông qua ứng dụng tích hợp Quản lý tinh gọn và Cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Để áp dụng Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 thành công, doanh nghiệp cần thực hiện việc cải tiến các chức năng hoạt động trên toàn bộ chuỗi giá trị (bao gồm: mua sắm, kỹ thuật, sản xuất, bảo trì, chất lượng, logistic...). Để đảm bảo việc tiếp cận toàn diện, mỗi chức năng được cải tiến đều hỗ trợ tốt nhất cho doanh nghiệp để giải quyết các nhu cầu kinh doanh và các chức năng có thể phối hợp, tương tác cùng với nhau để tạo ra giá trị vượt trội trong quy trình sản xuất.

- Theo yêu cầu quản lý hiệu suất:

Trước hết, cần xác định các khía cạnh cụ thể của hiệu suất có thể được đo lường. Các số liệu đo được sẽ cho phép doanh nghiệp cải thiện hoạt động để hướng tới tầm nhìn mục tiêu của doanh nghiệp. Cảm biến cung cấp nhiều dữ liệu về hiệu suất theo thời gian thực hơn, do đó, có thể được sử dụng để quản lý hiệu suất trong nhà máy. Ngoài ra, công nghệ trực quan hóa theo thời gian thực cho phép doanh nghiệp có thể phát hiện, sửa lỗi ngay lập tức trong quy trình sản xuất.

- Theo yêu cầu quản lý con người:

Đánh giá, xem xét các khía cạnh liên quan đến quản lý con người trong Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 nhằm đánh giá các chương trình đào tạo truyền thống, xác định và áp dụng các cách thức mà công nghệ có thể giúp cải thiện sự hợp tác giữa người lao động trong doanh nghiệp. Với việc triển khai Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4, hoạt động phát triển và đào tạo người lao động giữ vai trò ngày càng quan trọng bởi vì những người lao động này cần được chuẩn bị cho những cách làm việc mới, tương tác với công nghệ.

- Theo nền tảng Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4:

Nền tảng triển khai Quản lý tinh gọn trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 gồm: chiến lược, lộ trình, mô hình quản trị, cơ sở hạ

tầng công nghệ thông tin và áp dụng hệ thống bảo mật dữ liệu... là những yếu tố rất quan trọng. Việc kiểm tra mức độ áp dụng công nghệ thông tin được thực hiện thông qua tích hợp dữ liệu, tính tương tác và kết nối của hệ thống. Việc kiểm tra thông tin dữ liệu hiện có sẽ được sử dụng để tối ưu hóa quy trình sản xuất.

#### **4.5. Tác động của một số công cụ của cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đối với quản lý tinh gọn**

##### **4.5.1. Công cụ Sản xuất bồi đắp (*Additive manufacturing*)**

Sản xuất bồi đắp (Additive Manufacturing, AM) là một phương thức chế tạo sản phẩm bằng cách “đắp” từng lớp vật liệu lên nhau, mô phỏng theo thiết kế đã được vẽ sẵn trên phần mềm CAD, tương tự với cách thức hoạt động của In 3D (3D printing). Với quy trình sản xuất truyền thống, để có được sản phẩm hoàn chỉnh đòi hỏi người thợ phải khoan, dập khuôn, tiện trên một khối vật liệu. Với AM, từng lớp vật liệu cực kỳ mỏng được đắp chồng lên nhau để tạo một sản phẩm ba chiều hoàn chỉnh. Lớp sau kết dính với những lớp trước bằng cách nấu chảy hoàn toàn (hoặc một phần) nguyên liệu làm nên sản phẩm.

AM và sản xuất tinh gọn là thực sự tương thích. Sử dụng AM có thể giúp doanh nghiệp đạt được mô hình sản xuất tinh gọn, vì quy trình AM có nguyên tắc chính là sản xuất tinh gọn.

AM thực sự giúp giảm chi phí, tránh lãng phí vật liệu, tránh tồn kho và chỉ tạo ra những gì khách hàng yêu cầu. Quy trình sản xuất này thực sự cải thiện chất lượng sản phẩm và rút ngắn thời gian sản xuất.

AM giúp doanh nghiệp giải quyết một cách hiệu quả một số vấn đề sau:

- Vận chuyển “không tạo giá trị”: AM cho phép giảm các vận chuyển “không tạo giá trị” trong doanh nghiệp. Doanh nghiệp không phải thực hiện nhiều bước sản xuất trong khi sử dụng AM: chỉ cần lấy các sản phẩm ra khỏi máy AM.

- Quản lý kho: Trong khi sử dụng AM, doanh nghiệp chỉ sản

xuất những gì khách hàng yêu cầu, do đó, sẽ giảm đáng kể chi phí quản lý kho.

- Chuyển động: Không có chuyển động “vô nghĩa” trong AM, các “không tạo giá trị” được in trong máy. Sản phẩm được sản xuất hoàn toàn ở một nơi, người lao động không phải lắp ráp các bộ phận.

- Thời gian chờ: AM giảm thời gian thực hiện, không có các bước khác nhau để làm theo. Khi sản phẩm được sản xuất, nó sẽ được gửi đi.

- Sản xuất thừa: Doanh nghiệp chỉ sử dụng số lượng nguyên liệu đủ để sản xuất sản phẩm bằng công nghệ AM, không phải sản xuất nhiều hơn yêu cầu của khách hàng.

- Kiểm duyệt: Công nghệ AM sản xuất các sản phẩm gắn với kiểm soát chất lượng. Sau khi các sản phẩm được in, quy trình kiểm soát chất lượng sẽ bảo đảm sản phẩm đúng với đặt hàng của khách hàng.

AM giúp doanh nghiệp cải thiện sản phẩm nhờ AM:

- Sản xuất tinh gọn cũng là một công cụ để cải thiện sản phẩm liên tục, để tránh việc phải sản xuất lại. AM có thể cải thiện quy trình sản xuất của doanh nghiệp, nhưng AM cũng có thể cho phép doanh nghiệp tự cải thiện sản phẩm.

- AM là một phương pháp để tạo mẫu (*Prototype*). Doanh nghiệp có thể tạo nguyên mẫu với chi phí thấp hơn, bằng cách chọn vật liệu “tốt nhất”. Trên phần mềm mô hình 3D, doanh nghiệp sử dụng các thiết kế và cải tiến sản phẩm trước quá trình in. Hơn nữa, vì quá trình tạo mẫu rẻ hơn, doanh nghiệp sẽ có thể thực hiện nhiều lần in sản phẩm mẫu trước khi đưa vào sản xuất.

#### **4.5.2. Công cụ Cắm và phát (*Plug and play*)**

Phương pháp cắm và phát (*Plug and Play, PnP*) là sự kết hợp giữa hỗ trợ phần cứng và phần mềm cho phép hệ thống máy tính nhận biết và thích ứng với các thay đổi cấu hình phần cứng, trong đó ít hoặc không có sự can thiệp của người sử dụng. Người sử dụng có thể thêm

thiết bị vào và xóa thiết bị khỏi hệ thống máy tính mà không phải thực hiện việc cấu hình bằng phương pháp thủ công truyền thống.

Phần mềm hệ thống hỗ trợ cho PnP, cùng với trình điều khiển PnP cung cấp các thông tin sau:

- Tự động và nhận dạng động của phần cứng được cài đặt: phần mềm hệ thống nhận ra phần cứng trong quá trình cài đặt hệ thống ban đầu, nhận ra các thay đổi phần cứng PnP xảy ra giữa các lần khởi động hệ thống và phản ứng với các “sự kiện” phần cứng trong thời gian chạy.

- Phân bổ và phân bổ lại tài nguyên phần cứng: quản lý PnP xác định tài nguyên phần cứng được yêu cầu bởi mỗi thiết bị và gán tài nguyên phần cứng một cách thích hợp. Quản lý PnP cấu hình lại các tài nguyên khi cần thiết, chẳng hạn như khi một thiết bị mới được thêm vào hệ thống yêu cầu tài nguyên đã được sử dụng.

- Tải điều khiển thích hợp: quản lý PnP xác định điều khiển nào được yêu cầu để hỗ trợ từng thiết bị và tải các trình điều khiển đó.

Vô số chức năng IoT hiện có sẵn với bộ công cụ IoT PnP. Một ví dụ phổ biến là việc sử dụng các cảm biến cho phép theo dõi tình trạng kỹ thuật số cho bất kỳ loại máy móc nào. Một tập tin đính kèm trực tiếp có nghĩa để thực hiện các phép đo như độ rung và nhiệt độ để tạo điều kiện cho các kế hoạch bảo trì.

Hiện nay, nhiều nhà sản xuất và phát triển thiết bị tự động hóa công nghiệp đang sản xuất các thiết bị của riêng họ để cạnh tranh trên thị trường. Các kỹ sư khó có thể chọn được giải pháp tốt nhất cho doanh nghiệp và ứng dụng của doanh nghiệp. Vì máy móc công nghiệp thường có tuổi thọ cao, ví dụ, một trung tâm điều khiển động cơ có thể tồn tại trong 20 năm nếu được bảo trì chính xác, nhiều doanh nghiệp sẽ phải đối mặt với vấn đề nan giải này mỗi lần họ chọn mua thiết bị mới. Do đó, PnP là một cách tối đa hóa khả năng tương thích giữa các sản phẩm mới và các hệ thống hiện có.

### 4.5.3. Xe tự hành (*Automated guided vehicles*)

Xe tự hành (Automatic Guided Vehicles) là phương tiện không người lái được sử dụng để tăng hiệu quả trong các nhà máy và kho. AGV đã được sử dụng trong sản xuất suốt sáu thập kỷ qua. Các loại AGV bao gồm: Tải trọng đơn vị; Xe đẩy có hướng dẫn tự động (Automatic Guided Carts, AGC); Xe lai dắt (Tow or tuggers); Xe nâng (Forked vehicles); Xe tùy chỉnh (Custom vehicles)

Ứng dụng AGV trong sản xuất: giao hàng tận nơi các bộ phận, dụng cụ; lắp ráp; tổ hợp; di chuyển liên tục; không định hướng; Loại bỏ lãng phí...

AGV cải thiện sản xuất thông qua:

- Giảm chi phí: Chi phí lao động (So với xe nâng và phương pháp thủ công; không mất thời gian...); chuyển động có thể dự đoán với tốc độ phù hợp; cài đặt nhanh chóng, dễ dàng và hiệu quả chi phí so với băng tải.

- Tính linh hoạt tối đa: dễ dàng sửa đổi hướng dẫn; dễ thay đổi để phù hợp với những thay đổi sản phẩm trong tương lai; có thể mở rộng (thêm hoặc bớt xe để thay đổi công suất); cho phép xe sạc trong quá trình.

- Cải thiện an toàn: ít tai nạn hơn so với xe lai dắt; cải thiện an toàn lao động cho nhân viên.

- Giảm không gian nhà máy: yêu cầu ít không gian nhà máy hơn băng tải; không có thiết bị cố định như băng tải; không cản trở giao thông khác; tùy chỉnh hướng dẫn phù hợp với không gian nhà máy (đường dẫn có thể xoắn, xoay quanh các cấu trúc mà không phải chuyển băng tải tốn kém)

- Tăng năng suất và hiệu quả: AGV hoạt động độc lập so với băng tải (có thể tăng tốc độ bất cứ lúc nào; một AGV bị hỏng sẽ không dừng toàn bộ hệ thống); giảm thời gian chu kỳ; tích hợp dễ dàng với các thiết bị và hệ thống quản lý khác; đáp ứng mục tiêu sản xuất tinh gọn dễ dàng hơn.

#### **4.5.4. Công cụ Tương tác người và máy (Human-computer interaction)**

Human-computer interaction viết tắt HCI là sự tương tác giữa con người và máy tính: nghiên cứu thiết kế và sử dụng công nghệ máy tính, tập trung vào các giao diện giữa người dùng và máy tính.

Các nhà nghiên cứu thuộc lĩnh vực HCI đều quan sát cách con người tương tác với máy tính và thiết kế công nghệ để con người tương tác với máy tính theo những cách mới lạ.

HCI là một lĩnh vực nghiên cứu, tương tác giữa con người và máy tính nằm ở điểm giao nhau của khoa học máy tính, khoa học hành vi, thiết kế, nghiên cứu phương tiện truyền thông và một số lĩnh vực nghiên cứu khác.

Việc đưa máy tính vào môi trường sản xuất đã dẫn tới một tác động đáng kể đến năng suất và chất lượng sản phẩm. Máy tính trong sản xuất có thể được sử dụng để thực hiện xử lý thông tin, kiểm soát và giám sát quá trình sản xuất và hỗ trợ các hoạt động sản xuất trong nhà máy. Việc sử dụng máy tính không tự cải thiện hoặc làm giảm mức độ kỹ năng theo yêu cầu của người vận hành. Đây là một chức năng quản lý. Các nhà quản lý, thiết kế sản phẩm và nhân viên sản xuất đưa ra các lựa chọn để xác định cách thức máy móc và con người sẽ tương tác. Khi được áp dụng trong môi trường thích hợp, các hệ thống sản xuất tích hợp máy tính sẽ tăng mức sử dụng máy, giảm chi phí sản xuất và cải thiện năng suất. Những nghiên cứu về các yếu tố của hệ thống tương tác giữa người và máy tính và xác định các yêu cầu để sử dụng máy tính đúng cách trong sản xuất.

#### **4.5.5. Công cụ điện toán đám mây (cloud computing)**

Áp dụng các nguyên tắc sản xuất tinh gọn trong chuỗi phân phối dịch vụ đám mây để cho phép các nhà cung cấp dịch vụ cơ sở hạ tầng và ứng dụng đạt được thời gian ngắn nhất, chất lượng tốt nhất.

Điện toán đám mây trong quản lý tinh gọn cung cấp cho các nhà cung cấp dịch vụ công nghệ thông tin một phương tiện để loại bỏ lãng

phí khỏi chuỗi giá trị và chuyển sang mô hình hoạt động theo nhu cầu hiệu quả. Bằng cách áp dụng các nguyên tắc tinh gọn vào quản lý năng lực, các nhà cung cấp dịch vụ có thể giảm thiểu năng lực lãng phí, nâng cao hiệu quả hoạt động và tạo ra tiết kiệm chi phí bền vững.

Áp dụng các nguyên tắc tinh gọn trong chuỗi cung cấp dịch vụ đám mây, các nhà cung cấp dịch vụ cơ sở hạ tầng đều có thể giảm lãng phí và cải thiện hiệu suất. Thay vì cố gắng chuyển chi phí sang các bên khác trong chuỗi cung cấp dịch vụ, các tổ chức tăng cường năng lực quản lý tinh gọn, hiệu quả hơn trong chuỗi cung cấp dịch vụ để tất cả các bên đều được hưởng lợi.

Điện toán đám mây tinh gọn cho phép các tổ chức cung cấp dịch vụ đám mây và ứng dụng làm việc cùng nhau để đạt được thời gian dẫn ngắn nhất, chất lượng, giá trị tốt nhất và sự hài lòng của khách hàng cao nhất với chi phí thấp nhất.

“Tôn trọng” và “cải tiến liên tục” là hai trụ cột của điện toán đám mây trong quản lý tinh gọn. Tôn trọng có nghĩa là làm việc trong chuỗi cung cấp dịch vụ để loại bỏ công việc lãng phí khỏi luồng giá trị, cả trong các tổ chức và giữa các đối tác. Cải tiến liên tục một cách có phương pháp xác định và loại bỏ lãng phí từ chuỗi cung cấp dịch vụ.

Việc chuyển đổi sang điện toán đám mây tinh gọn thành công sẽ cho phép các nhà cung cấp cơ sở hạ tầng và ứng dụng đám mây:

- Tối ưu hóa tài nguyên vật lý, tài nguyên ảo và quản lý năng lực ứng dụng bằng cách rút ngắn thời gian thực hiện các hành động thực hiện năng lực và đưa ra các quyết định lập kế hoạch năng lực theo nhu cầu thường xuyên, theo nhu cầu

- Tăng hiệu quả hoạt động với quản lý nhu cầu làm “phẳng các đỉnh nhu cầu”, chuyển nhu cầu sang các giai đoạn thấp điểm, giảm yêu cầu năng lực vật lý và tăng cường sử dụng tài nguyên vật lý.

- Tạo ra sự tiết kiệm chi phí bền vững bằng cách loại bỏ lãng phí và các hoạt động phi giá trị gia tăng ra khỏi chuỗi giá trị dịch vụ.



Điện toán đám mây tinh gọn sẽ biến đổi công nghệ thông tin bằng cách cho phép nhu cầu của người dùng “kéo” năng lực dịch vụ thay vì buộc các nhà cung cấp dịch vụ “đẩy” nguồn cung hiện có ra thị trường. Sự thay đổi trong trọng tâm này sẽ giúp các nhà cung cấp trở nên nhanh nhẹn và đáp ứng nhu cầu của người dùng.

#### ***4.5.6. Công cụ phân tích dữ liệu lớn (Big data analysis)***

Theo McKinsey & Co., dữ liệu lớn có thể mang lại giá trị hàng chục tỷ đô la cho các nhà sản xuất Lean trong ngành công nghiệp ô tô, hóa chất và dược phẩm. Các tập dữ liệu lớn hơn, sức mạnh tính toán nhanh hơn và các công cụ phân tích tinh vi hơn cho phép tiến bộ đáng chú ý trên một loạt các ưu tiên cho công cụ Lean. Các ứng dụng dữ liệu lớn sẽ tìm đường vào bộ công cụ Lean của các nhà sản xuất lớn trên một loạt các ngành công nghiệp trên toàn cầu.

Khi nào Dữ liệu lớn trở thành "Dữ liệu tinh gọn"?

Hệ thống thực thi sản xuất (Manufacturing Execution System, MES) được triển khai tốt sẽ tạo ra dữ liệu chính xác, thời gian thực với độ chính xác về thời gian lãng phí, cũng như bối cảnh xung quanh dữ liệu đó.

Một vài nghiên cứu trường hợp dữ liệu lớn trong ngành sản xuất:

- Tăng năng suất bằng cách cải thiện quy trình: Một công ty dược phẩm sinh học đã sử dụng các tế bào biến đổi gen sống và theo dõi 200 biến số để đo độ tinh khiết của quy trình sản xuất vắc-xin và các thành phần máu. Tuy nhiên, công ty phát hiện ra rằng hai lô chất giống nhau được sản xuất bằng quy trình giống hệt nhau cho thấy sự thay đổi năng suất từ 50% đến 100%. Công ty đã quyết định phân đoạn các quy trình sản xuất của mình thành các lĩnh vực hoạt động. Sau đó, sử dụng phân tích dữ liệu lớn, nhóm nghiên cứu đã đánh giá sự phụ thuộc lẫn nhau của quá trình và xác định 9 tác động ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất vắc-xin. Bằng cách sửa đổi các quy trình mục tiêu, công ty đã có thể tăng sản xuất vắc-xin lên 50 phần trăm, dẫn đến tiết kiệm từ 5 đến 10 triệu đô-la hàng năm.

- Tù y chnh thit k s n ph m: M t c ng ty tr g i 2 t y đ l t o r a ph n l n đ o n h thu c u a m ình b n g c h s n x u t c c s n ph m đ đ t h àng. S ù d n g ph n t ích d ù l i u l n, h o đ ã ph n t ích h ành v i l p l i c u a kh ách h àng v i đ i u n ày r t q u n t r o n g đ e h i u c ách g i a h àng k íp t h o i v à c ó l o i n h u ậ n. Ph n l n c c ph n t ích t p t r u n g v à o c ách đ m b o c ách h o p đ o n g đ u o c đ u a r a. C n g ty c ũ n g ch u y ể n s a n g s n x u t L e a n đ e x á c đ ì n h s n ph m n à o kh á t h i h o ặ c d ù p h o n g.

- Đ m b o ch t l u o n g: I n t e l đ ã k h a i t h á c d ù l i u l n c h o s n x u t b o x ù l ý c u a m ình t r o n g m o t t h o i g i a n. C n g ty p h a i k i ể m t r a t ũ n g c o n c h i p t r o n g d a y c h u y ể n s n x u t c u a m ình. T r u o c k h i s ù d n g d ù l i u l n, m o i c h i p s ẽ p h a i t r á i q u a 19.000 b à i k i ể m t r a. S ù d n g d ù l i u l n đ e p h n t ích d ù đ o á n, I n t e l c ó t h ẽ g i ả m đ á n g k ẽ s ó l u o n g t h ù n g h i ệ m c à n t h i ệ t đ e đ m b o ch t l u o n g. B n g c ách p h n t ích d ù l i u t ù c q u y t r ì n h s n x u t, h o c ó t h ẽ c ắ t g i ả m t h o i g i a n t h ù n g h i ệ m v à t p t r u n g v à o c ách t h ù n g h i ệ m c ũ t h ẽ. K ết q u ả l à t i ế t k i ể m đ u o c 3 t r i ệ u đ o - l a c h i p h í s n x u t c h o m o t đ o n g b o x ù l ý I n t e l C o r e. B n g c ách m o r o n g s ù d n g d ù l i u l n t r o n g s n x u t c h i p, c n g ty h y v o n g s ẽ t i ế t k i ể m t h ẽ m 30 t r i ệ u đ o - l a.

Lo i b o l ả n g p h í: M o t n h à s n x u t t h ế p h àng đ àu s ù d n g c ách p h n t ích đ e x á c đ ì n h c ách c o i c à i t h i ệ n l o i n h u ậ n t r i g i á h o n 200 t r i ệ u đ o l a m o i n ă m t r o n g c h u o i g i á t r i s n x u t c u a m ình. S ù d n g m o t m o p h o n g M o n t e C a r l o, n h à s n x u t t h ế p đ ã c h à y h àng n g àn m o p h o n g s ù d n g d ù l i u t h ực v ậ t l ích s ù đ e p h á t t r i ể n m o t "b ú c t r a n h" p h ú c t ậ p h o n v ề c ách q u y t r ì n h c u a n ó. C ách m o p h o n g đ ã p h á t h i ệ n r a h a i n ú t t h ấ t c h u a đ u o c b i ế t t r u o c đ ó c ó kh á n ă n g l à m t e l i ệ t t r i ể n v o n g. V o i c ái n h ì n m o i n ày, c n g ty đ ã t h ực h i ệ n c ách t ậ p g i ả i q u y ết v ấ n đ e c ó c áu t r ú c đ e t ì m r a n h ũ n g c ách c à i t i ế n m o i v à k ì n h t ế h o n. S a u k h i c à i t h i ệ n t ính kh á d ũ n g c u a b a t h i ế t b i c h ính, n h à s n x u t t h ế p đ ã t h ấ y m ũ c t ă n g s ó h àng c h u y ể n đ u o c t r o n g m o t k h o ả n g t h o i g i a n c h ính 20%, đ ã c h u y ể n t h à n h h o n 50 t r i ệ u đ o l a c à i t i ế n.

"D ù l i u t ì n h g o n" m a n g l ậ i l o i íc h g i c h o m o i n g ũ o i?

"D ù l i u t ì n h g o n" k h o n g c h i c ó t i ề m n ă n g c à i t h i ệ n t r i ệ t đ e c ách

quy trình. "Dữ liệu tinh gọn" có thể đóng một vai trò quan trọng trong việc hình thành các nền văn hóa Lean. Với khả năng giải quyết các vấn đề không thể giải quyết trước đây và đưa ra quyết định hoạt động tốt hơn trong thời gian thực, các doanh nghiệp áp dụng "Dữ liệu tinh gọn" có thể phát triển thành các tập đoàn lớn, đặc biệt nếu họ sử dụng lợi ích của dữ liệu lớn để khuyến khích việc ra quyết định và trao quyền cho lực lượng lao động.

Thúc đẩy các vấn đề liên quan đến dữ liệu ở các cấp thấp hơn của doanh nghiệp củng cố văn hóa cải tiến liên tục, tư duy khoa học và tập trung liên tục vào khách hàng. Việc trao quyền cho các nhà khai thác "Dữ liệu tinh gọn" sẽ giúp tập trung hoàn toàn vào các hoạt động giá trị gia tăng.

Nhưng để Lean và dữ liệu lớn hoạt động cùng nhau, hầu hết các tổ chức đã phải điều chỉnh cách tiếp cận theo thói quen của họ đối với kaizen, triết lý cải tiến liên tục. Chiến lược phổ biến nhất là thiết lập các phòng thí nghiệm tối ưu hóa dữ liệu đặc biệt hoặc các nhóm nhỏ các chuyên gia và thống kê kinh tế lượng trong các đơn vị tổ chức để giúp xác định các cơ hội cho các dự án cải tiến và áp dụng các kỹ năng giải quyết vấn đề Lean.

Bằng cách tận dụng dữ liệu lớn, các doanh nghiệp Lean có thể chuyển sang các vấn đề chiến lược hơn về sự gắn bó, lòng trung thành và mối quan hệ của khách hàng thân thiết, đảm bảo sự trung thành của khách hàng đối với một thương hiệu, ngay cả khi đối thủ cạnh tranh đưa ra mức giá tốt hơn.

#### **4.6. Một số công cụ Quản lý tinh gọn 4.0 trong tương lai**

Do kết quả tổng quan rộng rãi các tài liệu hiện có và các đánh giá hợp lý của các tác giả, Bảng 4.1 mô tả một ma trận để minh họa các công cụ Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 nào có thể được sử dụng để hỗ trợ các phương pháp Quản lý tinh gọn được phân tích. Các công cụ Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 được lựa chọn dựa trên việc xem xét các ấn phẩm học thuật cũng như của doanh nghiệp.

Công cụ Lean Công cụ I4.0	JIT/ JIS	Heijunka	Kanban	VSM	TPM			SMED	VM			Poka- yoke
					1*	2**	3***		5 S	Zoning	Andon	
Sản xuất bồi đắp (AM)	x					x		x				
Plug and play							x	x				
Xe có hướng dẫn tự động (AGV)	x		x									
Tương tác người và máy (HCI)			x	X	x				x	x	x	x
Đại diện ảo (Virtual representation, VR)	x				x			x	x	x		x
Hộp thông minh (Intelligent bins)	x		x									
Auto-ID	x		x	X	x			x	x	x		x
Bộ nhớ đối tượng KTS (Digital object memory)	x				x			x				x
Mô phỏng kỹ thuật số (Digital simulation)	x	x	x	x		x	x	x	x			

Công cụ Lean Công cụ I4.0	JIT/ JIS	Heijunka	Kanban	VSM	TPM			SMED	VM			Poka- yoke
					1*	2**	3***		5 S	Zoning	Andon	
Điện toán đám mây (Cloud computing)	x			x	x	x						x
Điện toán thời gian (Real-time computing)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Phân tích dữ liệu lớn (Big data analytics)	x	x	x	x		x						x
Máy học (Machine learning)				x	x			x				x

#### ***4.6.1. Chỉ trong thời gian / chỉ trong chuỗi 4.0 (Just-in-time/just-in-sequence 4.0)***

JIT xuất phát từ Nhật Bản và được phát minh bởi Kiichiro Toyota và Taiicho Ohno vào năm 1950. Giữa tất cả những hệ thống quản lý khác, JIT đã được áp dụng thành công trong nhà máy Toyota, và mang đến sự tăng trưởng vượt bậc cho năng suất. JIT dựa trên hệ thống Kanban, một quy trình phục vụ hậu cần và sản xuất bằng cách sử dụng các tín hiệu như thẻ màu, bảng hiệu, cờ hoặc đèn.

Phương pháp JIT được sử dụng để xác định số lượng hàng tồn kho. Bằng cách sử dụng đúng ứng dụng, tính hiệu quả, chất lượng và độ tin cậy trong công ty sẽ tăng lên. Việc phân phối và sản xuất cần phải được đồng bộ hóa sao cho hàng tồn kho cần giữ là ít nhất có thể.

Phương pháp tinh gọn just-in-time/just-in-Sequence (JIT/JIS) nhằm mục đích cung cấp đúng sản phẩm, đúng thời điểm, địa điểm và chất lượng với số lượng phù hợp với chi phí phù hợp.

Một số công cụ Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể đóng góp thực hiện mục tiêu này như được đề cập nêu trên.

Chẳng hạn, công cụ xe hướng dẫn tự động (Automated guided vehicles, AGV) có thể tự động vận chuyển các đối tượng theo định hướng. Điều này giảm thiểu các vận chuyển “sai sót” do tác động của con người. Trong trường hợp có chướng ngại vật, hệ thống vận chuyển sẽ tự động dịch chuyển theo một hướng đi khác.

Bên cạnh công cụ xe hướng dẫn tự động, các thùng, sản phẩm thông minh (intelligent bins and smart products) được tự tối ưu hóa nhờ Cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Bộ nhớ kỹ thuật số trong các thùng, sản phẩm thông minh sẽ lưu trữ các tham số sản xuất cần thiết để điều hướng các phương tiện vận chuyển tự động một cách hiệu quả nhất. Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 giúp doanh nghiệp xây dựng mạng lưới logistic mạnh để phục vụ sản xuất.

Ngoài ra, công nghệ Auto-ID (như RFID...) có thể được áp dụng để theo dõi vật liệu theo thời gian thực và định vị chính xác các đối tượng trong chuỗi giá trị. Điều này giúp doanh nghiệp giảm thời gian tìm kiếm và cải thiện tính minh bạch của quy trình. Ngoài ra, công nghệ này cũng cho phép xác định loại bỏ các thành phần không cần thiết trong chuỗi giá trị. Việc lựa chọn tự động nhờ thẻ RFID cho phép theo dõi các vật liệu, sản phẩm một cách liên tục, qua đó làm giảm mức độ tồn kho của doanh nghiệp. [N. Fescioglu-Unver, S. Choi, D. Sheen and S. Kumara, “RFID in production and service systems: Technology, applications and issues,” *Information Systems Frontiers*, vol. 17, no. 6, pp. 1369-1380, 2015]

Phương pháp JIT/JIS 4.0 áp dụng công nghệ phân tích dữ liệu và dữ liệu lớn để phân tích chi tiết thông tin quy trình theo thời gian thực, cung cấp các tham số giúp xác định xu hướng chính xác hơn, qua đó doanh nghiệp thực hiện điều chỉnh hệ thống sản xuất [K. Ding and P. Jiang, “RFID-based production data analysis in an IoT-enabled smart job-shop,” *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, pp. 1-11, 2017].

Phân tích dữ liệu lớn giúp doanh nghiệp thực hiện hoạt động sản xuất liên tục nhờ khả năng dự đoán bảo trì máy móc, thiết bị. Giảm thời gian ngừng hoạt động của máy đóng góp tăng hiệu suất của doanh nghiệp trong toàn bộ chuỗi cung ứng [G. Srinivasan and G. Ganesh Prasad, “The role of Intelligent Automation, Big Data and Internet of Things in Manufacturing - A Survey,” *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, vol. 3, no. 5, pp. 934-940, 2017].

Nhìn chung, JIT/JIS 4.0 giúp cải thiện tính linh hoạt và giảm thời gian thực hiện mục tiêu cung cấp đúng sản phẩm, đúng thời điểm, địa điểm và chất lượng với số lượng phù hợp.

#### ***4.6.2. Cân bằng dây chuyền sản xuất 4.0 (Heijunka 4.0)***

Phương pháp cân bằng dây chuyền sản xuất (Heijunka) là phương pháp sản xuất để cân bằng giữa loại sản phẩm và lượng sản xuất của

quá trình lắp ráp cuối cùng, nhằm điều chỉnh quá trình sản xuất theo sự thay đổi của yêu cầu khách hàng. Heijunka là một trong những công cụ để đạt được trình độ sản xuất “Vừa - đúng - lúc” (Just-In-Time/JIT). Đó là kỹ thuật để giúp loại bỏ các lãng phí dựa trên nguyên tắc: tạo ra sản phẩm trung gian theo một tốc độ ổn định nhằm cho phép quá trình tiếp theo cũng được thực hiện theo một tốc độ ổn định và có thể dự báo trước được.

Mục tiêu của Heijunka là “cân bằng”, điều chỉnh sản xuất, bằng cách chỉ sản xuất theo nhu cầu của khách hàng, giảm mọi lãng phí, dư thừa trong sản xuất.

Một số công cụ Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 góp phần cải thiện Heijunka.

Ví dụ: phân tích dữ liệu lớn giúp nâng cao chất lượng dự báo. Việc lập kế hoạch sản xuất của doanh nghiệp được “cân bằng” ổn định nhờ sử dụng dữ liệu kết hợp với sự hiểu biết tốt hơn về nhu cầu của khách hàng và các phân tích chuyên sâu về thị trường.

Một số công cụ phần mềm dựa trên công nghệ thông tin mới được phát triển để sử dụng hỗ trợ quá trình lập kế hoạch của doanh nghiệp. Ví dụ, phần mềm AnaPro tự động cung cấp chương trình, kế hoạch sản xuất dựa trên thông tin về quy trình công nghệ, đặc điểm kỹ thuật sản phẩm, địa điểm sản xuất, kinh doanh... [K. Zywicki, P. Rewers and M. Bozek, “Data Analysis in Production Levelling Methodology,” in *Recent Advances in Information Systems and Technologies*, Á. Rocha, A. M. Correia, H. Adeli, L. P. Reis and S. Costanzo, Ed. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017, pp. 460-468].

Áp dụng lợi ích Heijunka 4.0 nhằm giảm thiểu sản xuất thừa, cân bằng chương trình sản xuất thông qua việc lập kế hoạch tự động và điều chỉnh “linh hoạt” để đáp ứng yêu cầu khách hàng và thị trường.



### **4.6.3. Kanban 4.0**

Kanban là một công cụ để vận hành hệ thống JIT. Đó một chiếc nhãn hoặc thẻ, thường được bọc bên trong một bao bì nhựa. Trên Kanban, thường chứa những thông tin sau: Tên chi tiết, sản phẩm được sản xuất; Sức chứa của thùng Kanban; Địa chỉ, ký hiệu của quy trình làm việc trước; Địa chỉ, ký hiệu của quy trình sau. Ngoài các thông tin chủ yếu đó, thì tùy vào loại Kanban và tùy vào tình hình cụ thể của mỗi doanh nghiệp mà có thể có thêm những thông tin khác.

Kanban đặt mục tiêu duy trì dòng nguyên liệu liên tục bằng cách duy trì mức tồn kho được xác định trước để đảm bảo nguồn cung nguyên liệu không bị gián đoạn.

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 có thể góp phần tăng cường phương pháp quản lý tinh gọn này.

Áp dụng công nghệ mô phỏng theo thời gian thực, các vòng lặp kanban mới có thể được tích hợp vào hệ thống sản xuất hiện có. Công nghệ mô phỏng đảm bảo xác định các thông số kanban một cách chính xác hơn.

Công nghệ Auto-ID giúp doanh nghiệp theo dõi các hoạt động liên tục của quá trình. Do đó, tính minh bạch của các dòng vật liệu trong quy trình sản xuất được tăng lên, qua đó loại bỏ các vật liệu không cần thiết trong quy trình. Mức nguyên liệu có thể được giảm đến mức tối thiểu.

Áp dụng các công cụ Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 trong Kanban, mức độ sử dụng nguyên liệu có thể được giảm thiểu, qua đó sẽ giúp doanh nghiệp tiết kiệm chi phí.

### **4.6.4. Lưu đồ chuỗi giá trị 4.0 (Value stream mapping 4.0)**

Bất cứ một hoạt động nào mà không mang lại giá trị cho thành phẩm cuối cùng đều được coi là lãng phí. Để phát triển được trong thị trường khốc liệt ngày nay, doanh nghiệp phải chắc chắn đạt được và

duy trì được sai số ở mức 0 trong quá trình kinh doanh. Phương pháp lưu đồ chuỗi giá trị (Value Stream Mapping, VSM), một dạng framework cao cấp của mô hình quản lý tinh gọn để cải tiến quy trình, xác định và loại bỏ lãng phí trong hoạt động của doanh nghiệp.

VSM là một hệ thống các phương pháp và công cụ nhằm giảm thiểu lãng phí, giảm thiểu thời gian không gia tăng giá trị, từ đó giảm thiểu thời gian sản xuất. VSM tăng cường tính minh bạch của luồng vật liệu và thông tin trong chuỗi tạo giá trị.

Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 dẫn đến một môi trường sản xuất được kết nối nơi dữ liệu có thể được truyền trong thời gian thực. Công nghệ dữ liệu lớn và phân tích dữ liệu tạo điều kiện thuận lợi cho việc hợp nhất thông tin, qua đó hỗ trợ việc đưa ra các quyết định dựa trên điều kiện thực tế.

Áp dụng các thiết bị tương tác giữa người và máy tính (human-computer interaction, HCI) cho phép nhận thông tin, kích hoạt các hoạt động và quy trình kiểm soát từ xa để tối ưu hóa quy trình. Ví dụ, cách mạng công nghiệp lần thứ 4 hỗ trợ nhân viên bảo trì theo dõi việc bảo trì máy móc, thiết bị từ xa để nâng cao hiệu suất máy, giảm thời gian “chết” hoặc không sử dụng của máy móc, thiết bị.

VSM 4.0 là một công cụ để giúp doanh nghiệp quản lý hoạt động hàng ngày nhằm giảm thiểu lãng phí, giảm thiểu thời gian không gia tăng giá trị. Máy học và phân tích dữ liệu lớn hỗ trợ tạo ra một dòng giá trị của doanh nghiệp thông qua việc xác định mục tiêu và tự động triển khai thực hiện. Cách tiếp cận này hỗ trợ quá trình cải tiến liên tục.

Lợi ích chính của VSM 4.0 là cải thiện tính minh bạch thông qua hiển thị thời gian thực các dòng giá trị. Điều này giúp xác định lãng phí trong các quy trình sản xuất và dẫn đến việc tạo ra giá trị quản lý tinh gọn.

#### ***4.6.5. Duy trì hiệu suất thiết bị tổng thể 4.0 (Total productive maintenance 4.0)***

Duy trì hiệu suất thiết bị tổng thể (Total Productive Maintenance, 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, người lao động 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. Khái niệm tự chủ bảo dưỡng (Autonomous Maintenance, AM) là một yếu tố quan trọng của TPM.

Việc thực hiện TPM là nhằm tối đa hóa hiệu suất thiết bị, nâng cao năng suất với một hệ thống bảo trì 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.

Trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4, số lượng đối tượng máy móc, thiết bị cần bảo trì trong nhà máy thông minh (smart factory) ngày càng tăng. Độ phức tạp kỹ thuật và các sự cố đột xuất về máy móc, thiết bị thường làm doanh nghiệp phải chịu các chi phí cao trong sửa chữa. Do đó, các hoạt động liên quan đến bảo trì sản xuất cũng được xác định là một hệ thống quản lý toàn diện.

Vòng đời sản phẩm ngắn hơn, sự đa dạng sản phẩm cao hơn và độ phức tạp của sản phẩm và dây chuyền sản xuất ngày càng tăng. Do đó, năng lực của các chuyên gia bảo trì gắn liền với việc thực hiện các biện pháp bảo trì phòng ngừa (hay còn gọi là bảo trì theo kế hoạch).

Một số công cụ Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 hỗ trợ hoạt động TPM. Đặc biệt, sự kết hợp của các công nghệ như thực tế ảo (Virtual Reality, VR) và thực tế tăng cường (Augmented Reality, AR) tạo điều kiện cho hoạt động đào tạo, hướng dẫn bảo trì.. Do đó, các

chuyên gia bảo trì có thể thực hiện các hoạt động bảo trì thông qua các phương pháp tương tác từ xa [S. Benbelkacem et. al., “Augmented Reality Platform for Collaborative E-Maintenance Systems,” in *Augmented Reality - Some Emerging Application Areas*, A. Y. C. Nee, Ed. London, UK: InTech, 2011].

Hơn nữa, các sản phẩm thông minh và công nghệ trong cách mạng công nghiệp lần thứ 4 cho phép tự giám sát, đánh giá liên tục về hoạt động, hao mòn và các “sai sót” của máy móc, thiết bị trong quá trình vận hành. Việc phát hiện và xác định sớm giúp giảm đáng kể thời gian “chết” của thiết bị, máy móc, qua đó ngăn ngừa thiệt hại do công tác bảo trì gây ra. [A. Jardine, D. Lin and D. Banjevic, “A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance,” *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 20, no. 7, pp. 1483- 1510, 2006]

Công nghệ phân tích, dự báo là một công cụ hữu ích để bảo trì thiết bị, máy móc theo kế hoạch vì công nghệ này cho phép phân tích mối tương quan giữa các tham số điều kiện và xác suất. Công nghệ phân tích, dự đoán sử dụng các thuật toán phức tạp để dự đoán lỗi dựa trên dữ liệu lớn. Công nghệ phân tích, dự đoán sẽ dự kiến chính xác về tuổi thọ của máy móc, thiết bị. Với phương pháp tiếp cận này, Lucke và cộng sự đã đề xuất một hệ thống bảo trì thông minh để tăng tính khả dụng và giảm chi phí bảo trì cũng như tiêu thụ năng lượng.

Trong quản lý sản phẩm và thiết bị, công nghệ số hóa góp phần loại bỏ sự gián đoạn truyền thông giữa các giai đoạn lập kế hoạch và thiết kế và giai đoạn sản xuất. Công nghệ “Plug and play” cho phép tích hợp tự động hệ thống kỹ thuật dựa trên các thiết kế mô-đun định hướng dịch vụ. Do đó, các nhà máy sản xuất có thể dễ dàng được điều chỉnh và tùy chỉnh hệ thống thiết bị phù hợp với hoạt động sản xuất và bảo trì.

#### ***4.6.6. Chuyển đổi nhanh 4.0 (Single minute exchange of die 4.0)***

SMED là viết tắt của Single minute exchange of die, là một trong những công cụ của hệ thống quản lý tinh gọn. Trong sản xuất, việc thay đổi dụng cụ và khuôn mẫu mất một khoảng thời gian đáng kể. Trong khi đang thay đổi dụng cụ hoặc khuôn mẫu, dây chuyền sản xuất phải ngừng hoạt động, dẫn đến mất thời gian và các chi phí liên quan. Ngoài ra, “thời gian chết” để thay đổi dụng cụ hoặc khuôn đúc gây ảnh hưởng đến các quyết định sản xuất khác.

SMED giúp giảm thời gian chuyển đổi thiết bị khi sản xuất từ sản phẩm này sang sản phẩm khác trong một quá trình sản xuất. Khi sản phẩm cuối cùng của dòng sản phẩm A được hoàn thành sản xuất, máy móc thiết bị trong hệ thống cần được dừng lại, khóa an toàn, dây chuyền sản xuất được bảo dưỡng sạch sẽ. Các dụng cụ được tháo ra và các dụng cụ mới sẽ được lắp đặt để sản xuất dòng sản phẩm B kế tiếp. Khi đó, thời gian dừng máy được xem là “thời gian chết”, không tạo ra giá trị (Non Value Added). Khoảng thời gian này có thể được cải tiến thông qua SMED. Hơn nữa là giảm đến “single-minute”, tức là giảm thời gian chuyển đổi xuống số phút chỉ còn là một con số, hay nói cách khác là giảm hẳn xuống dưới 10 phút.

Nyhuis et al. xác định các công nghệ trong Cách mạng công nghiệp lần thứ 4 để cung cấp thông tin hỗ trợ giảm thời gian thay đổi dụng cụ hoặc khuôn đúc để chuyển từ sản xuất sản phẩm này sang sản phẩm khác

Ngoài AR và plug and play, sản xuất in 3D (additive manufacturing, AM) dự kiến sẽ tác động đến việc giảm khoảng “thời gian chết” này. Quy trình sản xuất in 3D làm giảm tối thiểu thời gian để lựa chọn, tìm kiếm và điều chỉnh các công cụ để sản xuất sản phẩm. Tuy nhiên, một số thay đổi trong quá trình sản xuất in 3D vẫn xảy ra như điều chỉnh nhiệt độ, hoạt động làm sạch hệ thống... Do đó, Feldmann và Gorji cho rằng SMED cũng có thể được áp dụng cho sản

xuất in 3D. Tuy nhiên, tác động của SMED tới sản xuất in 3D dự kiến sẽ khá nhỏ vì yếu tố “thời gian chết” đã giảm đến mức tối thiểu.

#### **4.6.7. Quản lý trực quan 4.0 (Visual management 4.0)**

Quản lý trực quan là sử dụng các công cụ mang tính trực quan mà con người có thể quan sát và nhìn thấy được nội dung cần thực hiện cũng như thấy được ý nghĩa của nó. Mục đích của quản lý trực quan là chỉ dẫn công việc thông qua các hình ảnh ...nhằm giúp người lao động nắm bắt nhanh thông tin sản xuất, các hướng dẫn công việc. Không những vậy nó còn giúp cho người quản lý quản lý đơn giản hơn và hiệu quả hơn.

Mục đích của Quản lý trực quan là tăng cường tính minh bạch. Điều này sẽ thực hiện được thông qua chuyển các mục tiêu, tiêu chuẩn và thông số kỹ thuật thành các thông tin trực quan. Tầm quan trọng của Quản lý trực quan ngày càng tăng khi lượng dữ liệu trong quá trình sản xuất tăng lên. Các phương thức để thực hiện Quản lý trực quan là 5S, phân vùng và andon.

5S là một cách tiếp cận có hệ thống để tổ chức nơi làm việc và nhằm mục đích cải thiện sự rõ ràng thông qua việc giữ cho không gian làm việc sạch sẽ và sắp xếp các công cụ một cách hợp lý. Do đó, lãng phí được loại bỏ ở nơi làm việc. Auto-ID và AR có thể hỗ trợ thực hiện 5S hiệu quả hơn. RFID đảm bảo nhận dạng và “đánh dấu” các đối tượng để giúp giảm thời gian tìm kiếm.

Phân vùng cho phép đánh dấu điểm đến bằng cách sử dụng phương tiện trực quan. Việc sử dụng màu sắc làm tăng giá trị thông tin. Phân vùng có một số nhược điểm trong đó, phương pháp này không phù hợp để điều chỉnh sản xuất linh hoạt. HCI và AR giúp khắc phục sự thiếu linh hoạt này. Koch và cộng sự, Neges et al. mô tả một hệ thống để điều hướng bằng phương tiện AR dựa trên các dấu hiệu tự nhiên như các dấu hiệu cảnh báo.

Andon được áp dụng để hình dung tình trạng và sự gián đoạn trong sản xuất và do đó hỗ trợ nguyên tắc quản lý tinh gọn jidoka.

Ngoài ra, bảng andon hiển thị giá trị thực tế và mục tiêu để hiển thị độ lệch. Đối với bảng andon kỹ thuật số, một số nhà cung cấp giải pháp đã thực hiện trực quan hóa dữ liệu và quy trình phức tạp theo thời gian thực. Ví dụ về dữ liệu liên quan là tình trạng máy, tiến độ sản xuất, trạng thái đơn hàng và việc sử dụng công suất. Lấy thông tin này từ các thiết bị di động hỗ trợ truy cập và sử dụng độc lập với vị trí.

#### **4.6.8. Poka-yoke 4.0**

Poka-yoke được dịch ra là “chống sai lỗi” hay “ngăn ngừa lỗi vô ý”, được đặt ra với mục đích để loại bỏ các lỗi trong sản xuất bằng cách hướng sự chú ý đến những lỗi hay mắc phải nhất. Người sáng tạo ra khái niệm poka-yoke là một kỹ sư tên là Shigeo Shingo. Ông đã phát triển và ứng dụng poka-yoke trong các dây chuyền sản xuất lắp ráp của hãng xe hơi Toyota, giúp hạn chế tối đa các sai phạm mà công nhân thường xuyên mắc phải.

Poka-yoke mô tả các cơ chế giúp người vận hành tránh sai lầm. Do đó, nó thúc đẩy việc phát hiện và loại bỏ các điều kiện bất thường để ngăn chặn các sản phẩm bị lỗi rời khỏi quy trình. Điều này đặc biệt quan trọng trong các ngành công nghiệp với nhiều loại sản phẩm. Poka -yoke được nhận ra bằng cách tạo ra các chuỗi bắt buộc hoặc bằng cách xem xét quá trình trong quá trình thực thi và dừng lại trong trường hợp xảy ra lỗi. [F. Brunner, *Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production System GD3 - Lean Development*, 2nd ed. München, Germany: Hanser, 2011]

Auto-ID đảm bảo nhận dạng và gán chính xác. Bộ nhớ sản phẩm kỹ thuật số cho phép các thành phần cần thiết và giúp xác định việc giao hàng không chính xác. Bằng cách sử dụng các cảm biến thông minh và học máy, máy móc có thể tự động điều chỉnh các bất thường để đảm bảo chất lượng sản phẩm tối ưu. AR và đầu đọc RFID có thể được sử dụng để thực hiện lựa chọn “không xảy ra lỗi”.

## Chương 5

### ĐỊNH HƯỚNG VỀ NĂNG SUẤT: CHỈ SỐ TIẾP CẬN CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

#### **5.1. Xác định Chỉ số sẵn sàng tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp**

Về cơ bản, có 03 “hiện tượng” của doanh nghiệp mà dễ dàng nhận thấy trong bối cảnh doanh nghiệp tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0. Cụ thể như sau:

- Thứ nhất, doanh nghiệp ý thức được cách mạng Công nghiệp 4.0 sẽ tác động đến việc chuyển đổi sản xuất.

- Thứ hai, số lượng các doanh nghiệp tiếp cận, áp dụng công nghiệp ngày càng tăng (theo các báo cáo gần đây, một tỷ lệ cao (từ 60% đến 80%) các doanh nghiệp ở Châu Âu và Châu Á đều có kế hoạch dự kiến triển khai các giải pháp cách mạng Công nghiệp 4.0 vào năm 2020).

- Thứ ba, cách mạng Công nghiệp 4.0 vẫn được doanh nghiệp xem là một vấn đề mới với nhiều “bí ẩn” (nhiều doanh nghiệp vẫn chưa quen thuộc với các khái niệm cách mạng Công nghiệp 4.0; doanh nghiệp không biết làm thế nào để bắt đầu tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0; doanh nghiệp còn lúng túng, thiếu cách tiếp cận có hệ thống đối với cách mạng Công nghiệp 4.0...).

Doanh nghiệp thực hiện việc tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0 thông qua một số bước chính sau:

- Bước 1: Xây dựng khả năng tương tác: hệ thống thực-ảo, máy móc, thiết bị và con người trong các nhà máy thông minh có khả năng kết nối và liên lạc với nhau thông qua IoT và IoS.



- Bước 2: Thực hiện ảo hóa: Một bản sao ảo của nhà máy thông minh được tạo ra bằng cách sử dụng các dữ liệu thu được từ hệ thống cảm biến và công nghệ mô phỏng. Các dữ liệu được sử dụng để mô phỏng mô hình của nhà máy trên một không gian ảo. Nhà máy thực và nhà máy ảo được kết nối với nhau.

- Bước 3: Xây dựng và triển khai mô hình phân cấp: sử dụng hệ thống thực-ảo trong các nhà máy thông minh giúp doanh nghiệp tự đưa ra quyết định chính xác, có hiệu quả cao nhất.

- Bước 4: Kết nối theo thời gian thực: cung cấp, thu thập và phân tích dữ liệu về thông tin trong quá trình sản xuất thực tế của nhà máy theo thời gian thực.

- Bước 5: Xây dựng các giải pháp dịch vụ: cung cấp dịch vụ (của hệ thống thực-ảo, máy móc, thiết bị và con người... trong nhà máy thông minh) thông qua IoS

- Bước 6: Hình thành các mô đun riêng lẻ: bảo đảm khả năng thích ứng linh hoạt của các nhà máy thông minh đáp ứng các yêu cầu của khách hàng và thị trường.

Cách mạng Công nghiệp 4.0 đang là một chủ đề được các quốc gia trên thế giới quan tâm. Các doanh nghiệp cũng coi cách mạng Công nghiệp 4.0 là “đòn bẩy” để tăng cường tổ chức, năng suất và hoạt động kinh doanh một cách hiệu quả.

Tuy nhiên, khả năng tiếp cận, áp dụng cách mạng Công nghiệp 4.0 không đồng đều giữa các ngành và doanh nghiệp khác nhau. Một số doanh nghiệp trong một quốc gia và trên toàn cầu đang “vật lộn” với khái niệm cách mạng Công nghiệp 4.0 và giá trị mà cách mạng Công nghiệp 4.0 có thể mang lại. Đối với các doanh nghiệp này, một số câu hỏi thường xuyên như: cách mạng Công nghiệp 4.0 là gì và làm thế nào cách mạng Công nghiệp 4.0 có thể mang lại lợi ích cho doanh nghiệp? Doanh nghiệp nên bắt đầu từ đâu? Khoảng trống của doanh

ngành để tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0 là gì? Cơ hội của doanh nghiệp ở đâu? ...

Việc xác định hiện trạng mức độ tiếp cận của doanh nghiệp đối với cách mạng Công nghiệp 4.0 có vai trò quan trọng trong việc:

- Giúp doanh nghiệp trả lời được một số vấn đề cốt lõi về cách mạng Công nghiệp 4.0 như: khái niệm cách mạng Công nghiệp 4.0; những lợi ích hữu hình mà cách mạng Công nghiệp 4.0 có thể mang lại cho doanh nghiệp; mức độ tiếp cận đối với cách mạng Công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp; chiến lược, kế hoạch cải thiện mục tiêu hiện nay; lộ trình tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0 hiệu quả...

- Giúp các doanh nghiệp xác định thời điểm bắt đầu tiếp cận các “sáng kiến”, công nghệ của cách mạng Công nghiệp 4.0, chuyển đổi số để mở rộng quy mô sản xuất bền vững của doanh nghiệp.

- Có chỉ số cụ thể xác định hiện trạng mức độ tiếp cận của doanh nghiệp đối với cách mạng Công nghiệp 4.0. Trên cơ sở đó, doanh nghiệp có thể xem xét toàn diện các yếu tố chính tác động đối với doanh nghiệp, bảo đảm sự cân bằng giữa mục tiêu và khả năng thực tế của doanh nghiệp trong bối cảnh của cách mạng Công nghiệp 4.0.

Do đó, Chỉ số sẵn sàng tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0 đã được phát triển để giải quyết những thách thức này. Hiện nay, trên thế giới, có khá nhiều các chỉ số đánh giá khả năng sẵn sàng với cách mạng Công nghiệp 4.0 như: Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 của Đài Loan (Manufacturing industry Productivity Again, iBench 4.0), Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức (Digital Innovation Quotient, DIQ), Chỉ số sẵn sàng cho ngành công nghiệp thông minh của Singapore (Smart Industry Readiness Index, SIRI), Chỉ số đánh giá hoạt động năng suất đổi mới sáng tạo của Vietnam (Vietnam innovation Productivity Assessment, ViPA)...

## **5.2. Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 của Đài Loan (iBench 4.0)**

Chỉ số đánh giá năng suất iBench 4.0 đánh giá các khía cạnh khác nhau của doanh nghiệp gồm: chiến lược tổ chức, sản xuất thông minh, định hướng đối với các công nghệ thông minh, giá trị đổi mới.

### **5.2.1. Về chiến lược tổ chức**

Doanh nghiệp cam kết sẽ nhìn nhận và lấy Công nghiệp 4.0 làm giá trị cốt lõi của doanh nghiệp, đồng thời khám phá các cơ hội nhằm gia tăng giá trị cho doanh nghiệp thông qua các quy trình sản xuất hiệu quả và thông minh hơn. Có 04 yếu tố về chiến lược tổ chức của doanh nghiệp:

- Yếu tố 1: Tầm nhìn của lãnh đạo

Doanh nghiệp có khả năng thực hiện tầm nhìn đối với yêu cầu đa dạng, “tùy biến” của khách hàng và thị trường, đồng thời thực hiện trách nhiệm với xã hội và cộng đồng.

Ban lãnh đạo chủ động tìm hiểu các khái niệm và các đặc điểm của Công nghiệp 4.0, tạo điều kiện cho nhân viên tìm hiểu và “hấp thụ” các kiến thức của Công nghiệp 4.0.

Với mục tiêu sẵn có, Ban lãnh đạo cần xây dựng kế hoạch chi tiết về tầm nhìn và đánh giá việc quản lý của doanh nghiệp một cách thường xuyên.

Tầm nhìn của doanh nghiệp trong Công nghiệp 4.0 cần có sự kết hợp giữa tuyên bố và việc thực hiện các trách nhiệm xã hội của doanh nghiệp, từ đó giúp doanh nghiệp nhận ra giá trị cốt lõi của doanh nghiệp.

- Yếu tố 2: Hoạch định chiến lược

Các doanh nghiệp có thể tận dụng các năng lực cốt lõi của mình để phát triển các chiến lược đổi mới và tạo ra các mô hình kinh doanh mới đảm bảo chuyển đổi thành công từ các hoạt động kinh doanh

thành sự tăng trưởng bền vững và có lợi nhuận. Cụ thể, doanh nghiệp cần định vị giá trị về lĩnh vực của doanh nghiệp (các công nghệ chính, dịch vụ, nhóm khách hàng đặc biệt...); về hoạch định chiến lược (sử dụng có hệ thống các công nghệ thông minh để thu thập và xử lý dữ liệu nhằm hoàn thành tốt hơn các mục tiêu chiến lược trong kỷ nguyên của Công nghiệp 4.0); về năng lực cốt lõi (Khả năng sử dụng các công nghệ thông minh, công nghệ di động để phát triển và tối ưu hóa năng lực cốt lõi của doanh nghiệp trong sản xuất, xử lý dữ liệu và kết nối khách hàng...)

#### - Yếu tố 3: Quản lý kinh doanh

Doanh nghiệp có thể sử dụng các công nghệ như quản lý tinh gọn, phân tích dữ liệu lớn, IoT, robot thông minh và hệ thống tích hợp để ra quyết định và vận hành nhằm: đáp ứng để thay đổi (tối ưu hóa hiệu quả của các hoạt động kinh doanh thông qua quản lý lao động và nguyên liệu làm đầu vào sản xuất); ứng dụng công nghệ thông tin để quản lý dữ liệu thông minh (bất cứ khi nào có thể đưa ra các mô hình thu thập và phân tích dữ liệu hiệu quả về chi phí); ứng dụng các công cụ phân tích kinh doanh để hỗ trợ quá trình ra quyết định và cung cấp phản hồi theo thời gian thực.

#### - Yếu tố 4: Nhân sự

Doanh nghiệp cần xác định và phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao theo nhu cầu và xu hướng toàn cầu thông qua: quản lý nguồn nhân lực (tiến hành đánh giá thường xuyên cơ cấu nhân sự, tuyển dụng nhân tài với chuyên môn liên quan đến Công nghiệp 4.0); xây dựng văn hoá học tập của tổ chức (nỗ lực để duy trì, tìm kiếm và dễ dàng truy cập các tài nguyên tri thức của doanh nghiệp); thực hành chuẩn doanh nghiệp (tăng cường việc học tập trong doanh nghiệp bằng cách tính điểm chuẩn thực hành tốt nhất được thu thập từ các bộ phận nội bộ, đối thủ bên ngoài hoặc các doanh nghiệp trong các lĩnh vực khác nhau).

### **5.2.2. Về sản xuất thông minh**

Sản xuất thông minh là một giải pháp quản lý sản xuất hoàn chỉnh. Quá trình sản xuất được đặc trưng bởi việc áp dụng rộng rãi các thiết bị thông minh và thay thế lao động của con người bằng robot. Máy móc và thiết bị sẽ tự động thu thập dữ liệu liên quan đến sản xuất và kiểm soát chất lượng. Đơn vị bán hàng và nhà cung cấp sẽ được kết nối với hệ thống, sau đó họ sẽ được nhận báo cáo về thông tin và chi tiết làm việc để thực hiện các yêu cầu đặt hàng. Có 04 yếu tố về sản xuất thông minh trong doanh nghiệp:

#### **- Yếu tố 1: Quản lý tinh gọn**

Quá trình đồng bộ và liên tục được áp dụng cho dây chuyền sản xuất của doanh nghiệp. Dây chuyền được chuẩn hoá theo nguyên tắc JIT (Just in time), đáp ứng nhu cầu cho các đơn đặt hàng tùy chỉnh hàng loạt. Doanh nghiệp thực hiện việc cắt giảm sự thừa thãi, chất thải liên quan đến sản xuất, đồng thời giảm thiểu thời gian lưu trữ và tỷ lệ hàng tồn kho. Cụ thể, doanh nghiệp xây dựng quy trình sản xuất ổn định; sản xuất đồng bộ và liên tục; hệ thống sản xuất cung cấp sự linh hoạt đối với tất cả các quy trình (từ nhận đơn hàng đến vận chuyển sản phẩm).

#### **- Yếu tố 2: Sản xuất thông minh**

Sản xuất thông minh cho phép dữ liệu được liên kết trực tiếp với máy móc thông qua việc trang bị các cảm biến tự động, qua đó thu thập dữ liệu sản xuất và thực hiện quy trình báo cáo theo thời gian thực. Các thông số thiết bị được tự động điều chỉnh theo nhu cầu, do đó có thể đạt được trạng thái sản xuất tự động, chuyển đổi hoặc thay đổi các mô-đun, dây chuyền sản xuất. Yếu tố sản xuất thông minh được thực hiện thông qua: quản lý đơn hàng tùy chỉnh (đảm bảo tính minh bạch thông tin về tình trạng đơn hàng qua tất cả các giai đoạn từ nhận đơn hàng, mua nguyên liệu, sản xuất đến vận chuyển sản phẩm); tự động liên lạc giữa máy với máy (các máy tự động trao đổi với nhau

và đưa ra các quyết định liên quan đến sản xuất, từ đó tự động cấu hình các tham số sản xuất và hoàn thành việc chuyển đổi dây chuyền sản xuất); phối hợp máy tự động nhằm thực hiện xử lý tự động, phát hiện, phản hồi và cảnh báo với cấu hình tham số tự động; xử lý vật liệu (nguyên liệu thô được tự động xử lý và sẽ tự động được tải và chuyển sang quy trình tiếp theo).

#### - Yếu tố 3: Dịch vụ thông minh

Dữ liệu bán hàng được cung cấp cho các nhà cung cấp và đối tác kinh doanh. Các nhà cung cấp nhận được thông tin thị trường theo thời gian thực và thực hiện việc lên lịch các hoạt động sản xuất, tiếp thị phù hợp. Mô hình dịch vụ tiếp thị và sản xuất tích hợp dựa trên chuỗi cung ứng có thể dự báo nhu cầu trong tương lai thông qua: hoạt động hợp tác và sản xuất trong doanh nghiệp; hoạt động giữa khách hàng và doanh nghiệp; hoạt động về nhu cầu thị trường.

#### - Yếu tố 4: Đánh giá hiệu suất

Doanh nghiệp đặt ra các mục tiêu trung và dài hạn phù hợp với tầm nhìn của doanh nghiệp và chuyển các mục tiêu đó thành một kế hoạch hành động hàng năm. Các chỉ số KPI được sử dụng để liên kết các mục tiêu của doanh nghiệp với giá trị của từng bộ phận, qua đó cho phép phân tích và cải thiện hiệu suất theo thời gian thực. Văn hóa thúc đẩy tăng trưởng của doanh nghiệp cần phải được thiết lập để phát triển và khuyến khích hiệu quả đầu ra của nhân viên. Đánh giá hiệu suất của doanh nghiệp thông qua: hệ thống báo cáo chỉ số KPI (được thiết lập như một công cụ để đánh giá sản lượng và giá trị của doanh nghiệp và các bộ phận trong doanh nghiệp); theo dõi sự tăng trưởng sản lượng bình quân đầu người trong doanh nghiệp.

### ***5.2.3. Về định hướng đối với các công nghệ thông minh***

Các công nghệ thông minh có thể cải thiện độ chính xác của dữ liệu và đảm bảo hệ thống sản xuất đáp ứng với yêu cầu quản lý với

“độ trễ” ngắn nhất. Định hướng đối với các công nghệ thông minh được thể hiện thông qua 4 yếu tố sau:

- Yếu tố 1: Hệ thống thông minh

Hệ thống thông minh hỗ trợ quá trình ra quyết định phù hợp thông qua trích xuất, tích hợp và phân tích dữ liệu về: lập kế hoạch nguồn lực doanh nghiệp (các hệ thống phần mềm và phần cứng được kết nối chặt chẽ được thực hiện để tối ưu hóa giữa các bộ phận trong quy trình kinh doanh như: tài chính, sản xuất, hậu cần, nhân sự...); quản lý khu vực sản xuất (quy trình được chuẩn hóa và có hệ thống, qua đó hệ thống công nghệ thông tin được sử dụng để kiểm soát và theo dõi các dữ liệu liên quan đến nhân viên, máy móc, vật liệu và nơi làm việc); bảo mật thông tin (chính sách bảo mật thông tin được áp dụng với các công cụ giám sát và kiểm soát thích hợp).

- Yếu tố 2: Kết nối hệ thống bên ngoài

Hệ thống quản lý chia sẻ dữ liệu được kết nối thông qua các chương trình để đạt được sự minh bạch thông tin và tạo ra giá trị chung. Kết nối dữ liệu được thể hiện thông qua: quản lý quan hệ khách hàng (hệ thống hỗ trợ công nghệ thông tin được áp dụng để quản lý các quy trình kinh doanh như bán hàng, tiếp thị và dịch vụ khách hàng, qua đó tạo điều kiện giao tiếp tốt hơn với khách hàng); xây dựng nền tảng thiết kế hợp tác (cho phép hiểu rõ hơn tất cả các khía cạnh của sản phẩm trong suốt vòng đời của sản phẩm, từ đó đạt được tối ưu hóa thiết kế); xây dựng hệ thống chuỗi cung ứng tích hợp (kết nối hiệu quả các đầu mối cung ứng dọc theo chuỗi cung ứng, bao gồm nhà cung cấp, nhà sản xuất, kho, trung tâm phân phối và nhà bán lẻ, qua đó giảm thời gian trong việc đặt hàng, sản xuất, mua và vận chuyển sản phẩm).

- Yếu tố 3: Điện toán di động cho doanh nghiệp

Thiết bị di động và mạng truyền thông di động được sử dụng cho

các giao dịch kinh doanh trực tuyến và phân tích và quyết định chính xác được thực hiện với các nền tảng điện toán đám mây. Điện toán di động cho doanh nghiệp được thực hiện thông qua: truyền thông xã hội (sử dụng dữ liệu số và phương tiện xã hội tương tác để tăng cường hoạt động tiếp thị của doanh nghiệp thông qua việc thu thập các sở thích và nhu cầu của khách hàng, áp dụng các công cụ phân tích dữ liệu lớn để xem xét các sản phẩm và dịch vụ hiện có và xác định các nhu cầu mới); ứng dụng cảm biến di động (nền tảng cung cấp các chức năng giao tiếp, tính toán được hỗ trợ bởi công nghệ cảm biến và các dịch vụ dựa trên đám mây); nền tảng điện toán đám mây (cung cấp các chức năng lưu trữ dữ liệu, tính toán được hỗ trợ bởi phần mềm và phần cứng dựa trên nền tảng dịch vụ công nghệ thông tin).

- Yếu tố 4: Tích hợp hệ thống thực-ảo

Sử dụng phương tiện truyền thông xã hội, kinh doanh di động và kinh nghiệm bán hàng trực tuyến để đảm bảo tính nhất quán trong việc: thu thập dữ liệu (máy móc, thiết bị sản xuất được trang bị cảm biến và thiết bị thu thập dữ liệu thu thập và truyền dữ liệu thông qua các kết nối mạng); phân tích dữ liệu chính về các vấn đề liên quan đến quản lý kinh doanh và sản xuất (các mô hình toán học được phát triển để cho phép dự báo tình huống sẽ xảy ra trong tương lai); hỗ trợ ra quyết định tích hợp (các loại dữ liệu và dự báo được tạo bởi các mô hình phân tích, qua đó giúp các nhà quản lý ra quyết định để nâng cao hiệu suất).

#### ***5.2.4. Về giá trị đổi mới***

Một doanh nghiệp cần xây dựng kế hoạch lộ trình đổi mới, quy trình đổi mới, quản lý đổi mới và văn hóa đổi mới để tạo ra giá trị đổi mới dựa trên định hướng khách hàng, chia sẻ thông tin, qua đó xây dựng một “hệ sinh thái kinh doanh” để tạo ra giá trị hợp tác. Giá trị đổi mới gồm 4 yếu tố:



### - Yếu tố 1: Lộ trình đổi mới

Lộ trình đổi mới xác định một hướng đi rõ ràng cho sự phát triển của doanh nghiệp, xây dựng sự đồng thuận giữa các bên quan tâm, đồng thời đảm bảo các nguồn lực để giúp doanh nghiệp đạt được các mục tiêu của mình. Lộ trình đổi mới được thực hiện thông qua: thiết lập mục tiêu liên quan đến tăng trưởng (doanh nghiệp cần xây dựng lộ trình mới để “làm quen” với nhu cầu của khách hàng); xây dựng sự đồng thuận cho các mục tiêu mới (cần đảm bảo các bộ phận nội bộ và các bên quan tâm của doanh nghiệp được nhận thức đầy đủ các mục tiêu liên quan đến tăng trưởng); đánh giá liên doanh mới (doanh nghiệp cần có các công cụ để đánh giá, xem xét liên doanh mới theo thời gian).

### - Yếu tố 2: Quy trình đổi mới

Một quy trình đổi mới giúp doanh nghiệp biến ý tưởng thành mô hình kinh doanh. Quy trình đổi mới được thực hiện thông qua: nguồn ý tưởng đổi mới (tiếp cận các ý tưởng đổi mới; thành lập một nhóm chịu trách nhiệm thu thập ý tưởng đổi mới từ các bên quan tâm; lưu trữ cơ sở dữ liệu ý tưởng đổi mới); tích hợp quá trình đổi mới với tổ chức và văn hóa của doanh nghiệp; xác minh kết quả bằng cách thực hiện các thử nghiệm xác nhận kỹ thuật (Engineering Validation Tests, EVT), thử nghiệm xác nhận thiết kế (Design Validation Tests, DVT) và thử nghiệm xác nhận sản xuất (Production Validation Test, PVT).

### - Yếu tố 3: Quản lý đổi mới

Quản lý đổi mới được thực hiện thông qua: cam kết nguồn lực đổi mới (phân bổ một tỷ lệ nhất định doanh thu hàng năm (10%) cho nghiên cứu và phát triển những đổi mới); chia sẻ tài nguyên đổi mới và kết quả đổi mới; ra quyết định đổi mới.

### - Yếu tố 4: Văn hóa đổi mới

Doanh nghiệp xây dựng văn hóa cho phép thất bại, qua đó doanh

nghiệp sẽ thu được bài học và phát triển mạnh mẽ hơn. Văn hóa đổi mới được thực hiện thông qua: phát triển văn hóa thân thiện với đổi mới; tập hợp tài năng liên quan đến đổi mới; xây dựng hệ thống khen thưởng với đổi mới.

### **5.3. Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức (DIQ)**

Chỉ số đổi mới kỹ thuật số của Đức không chỉ giới hạn việc đánh giá ở đổi mới công nghệ và sản phẩm mà còn giải quyết 05 vấn đề đổi mới sau:

- **Đổi mới sản phẩm:** Đổi mới sản phẩm giải quyết các vấn đề liên quan đến sản phẩm như chức năng, chất lượng và thiết kế sản phẩm. Đổi mới sản phẩm bao gồm một sự thay đổi đối với một sản phẩm mà một doanh nghiệp cung cấp trên thị trường hoặc giới thiệu một sản phẩm hoàn toàn mới. Đây là loại đổi mới dễ nhận biết nhất vì người tiêu dùng tận mắt nhìn thấy những thay đổi của sản phẩm.

- **Đổi mới dịch vụ:** Đổi mới dịch vụ bao gồm giới thiệu dịch vụ hoàn toàn mới hoặc thay đổi dịch vụ mà doanh nghiệp cung cấp trên thị trường. Đối với các doanh nghiệp hoạt động trong ngành dịch vụ, đây là hoạt động đổi mới quan trọng nhất. Tuy nhiên, các doanh nghiệp sản xuất cũng có thể thực hiện thành công về đổi mới sản phẩm thông qua đổi mới dịch vụ.

- **Đổi mới quy trình:** Đổi mới quy trình giải quyết các thay đổi trong quy trình cốt lõi của một doanh nghiệp. Thông thường những kết quả này từ những thay đổi trong quy trình công nghệ của doanh nghiệp. Thông thường, các quy trình này là “vô hình” đối với người tiêu dùng nhưng là yếu tố rất quan trọng đối với việc định vị mức độ cạnh tranh của một sản phẩm hoặc dịch vụ của doanh nghiệp.

- **Đổi mới tổ chức:** Đổi mới tổ chức giải quyết các thay đổi trong cơ cấu tổ chức của một doanh nghiệp. Những thay đổi này bao gồm ví dụ: sự chuyển đổi chức năng từ một tổ chức sang một tổ chức khác.

Đổi mới tổ chức liên quan đến những thay đổi của tổ chức trong việc tích hợp các tổ chức, đối tác bên ngoài.

- **Đổi mới mô hình kinh doanh:** Một mô hình kinh doanh mô tả cách một doanh nghiệp tạo ra, bán và cung cấp giá trị cho khách hàng của doanh nghiệp. Có ba lĩnh vực chính mà mô hình kinh doanh có thể thúc đẩy sự đổi mới: đề xuất giá trị (những gì được bán), cách thức bán hàng và thúc đẩy các khách hàng mục tiêu.

Cụ thể, Chỉ số đổi mới kỹ thuật số đánh giá các khía cạnh khác nhau của doanh nghiệp gồm: chiến lược đổi mới, văn hoá và tổ chức đổi mới, quản lý vòng đời, quản lý ý tưởng, phát triển sản phẩm, quy trình và dịch vụ, cải tiến liên tục, các yếu tố trong doanh nghiệp, kết quả đổi mới.

### ***5.3.1. Về chiến lược đổi mới***

- Sự tồn tại của một tầm nhìn cho sự đổi mới: Tầm nhìn cho đổi mới là điều kiện tiên quyết để quản lý đổi mới thành công. Tầm nhìn này cần phải được mô tả rõ ràng và thông báo cho các nhóm liên quan (nội bộ và bên ngoài) như: nhân viên, đối tác đổi mới, các tổ chức tài chính...

- Phát triển một cách có hệ thống một chiến lược đổi mới để định hướng rõ ràng cho các hoạt động đổi mới của doanh nghiệp: Chiến lược đổi mới xác định tư thế của doanh nghiệp hướng tới môi trường cạnh tranh về: kế hoạch phát triển các sản phẩm, dịch vụ, quy trình và mô hình kinh doanh mới. Chiến lược đổi mới dựa trên quy trình lập kế hoạch, trong đó phân tích có hệ thống các khu vực, lĩnh vực kinh doanh tiềm năng để đổi mới (có tính đến các yếu tố bên trong và bên ngoài). Chiến lược đổi mới là đầu ra của quy trình lập kế hoạch có hệ thống và định hướng dẫn tất cả các hoạt động quản lý đổi mới của doanh nghiệp.

- **Phổ biến về chiến lược đổi mới:** Một chiến lược đổi mới chỉ có giá trị nếu nó được thực hiện thành công. Chiến lược đổi mới phải

được thông báo cho tất cả các cấp, các nhân viên để có thể được thúc đẩy thành công trong doanh nghiệp.

- Cân bằng đến rủi ro và lợi nhuận để đạt được sự thành công các dự án đổi mới: Các dự án đổi mới cần phải được cân đối với rủi ro và lợi nhuận, nguồn lực của các dự án đổi mới và khung thời gian cho chiến lược hiện tại của doanh nghiệp.

### **5.3.2. Về văn hoá và tổ chức đổi mới**

- Sẵn sàng về văn hóa để cân bằng đổi mới giữa sáng tạo và định hướng kinh doanh: Để thành công, hoạt động đổi mới cần phải được cân bằng với các chuẩn mực và giá trị của văn hóa doanh nghiệp. Không chỉ ở cấp độ quản lý, các nhân viên đang làm việc ở các cấp thấp hơn cũng cần hình thành văn hóa đổi mới. Cả hai quá trình sáng tạo và quy trình thương mại hóa cần được cân bằng trong doanh nghiệp.

- Năng lực cao cho sự đổi mới là phải được nhận thức và nhìn nhận bởi bên ngoài: Cam kết và động lực của mọi người đối với sự đổi mới là một yếu tố văn hóa quan trọng và cung cấp cái nhìn sâu sắc về năng lực đổi mới. Động lực này cần được nhìn nhận và công nhận từ các tổ chức bên ngoài vì động lực này sẽ tác động đến giá trị của doanh nghiệp.

- Thúc đẩy quan hệ đối tác trong suốt quá trình đổi mới: các doanh nghiệp vừa và nhỏ cần hợp tác với các đối tác bên ngoài vì các doanh nghiệp này thường thiếu các nguồn lực để thực hiện đổi mới. Chỉ khi doanh nghiệp phát triển, duy trì và sử dụng các mối quan hệ với các đối tác của mình, doanh nghiệp mới có thể tạo ra lợi thế cạnh tranh.

- Tăng cường hiệu quả và năng suất trong việc hợp tác đổi mới: Cường độ hợp tác với các đối tác đổi mới ảnh hưởng đến sự thành công của các hoạt động đổi mới của một doanh nghiệp.

### 5.3.3. Về quản lý vòng đời

- Rút ngắn thời gian thu lợi nhuận, kéo dài thời gian vòng đời của sản phẩm, dịch vụ: rút ngắn thời gian để thu lợi nhuận là yếu tố thành công quan trọng của doanh nghiệp trong cạnh tranh khốc liệt hiện nay. Để vượt lên trước đối thủ cạnh tranh và tạo ra giá trị, các doanh nghiệp phải hành động để rút ngắn thời gian thu lợi nhuận và kéo dài thời gian vòng đời của sản phẩm, dịch vụ.

- Rút ngắn thời gian trên thị trường: rút ngắn thời gian trên thị trường cũng là một yếu tố thành công quan trọng cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Tỷ lệ thời gian trên thị trường càng ngắn và vòng đời càng cao sẽ giúp doanh nghiệp đạt được vị thế mạnh trong 1 số phân khúc thị trường, qua đó tăng khả năng vô hiệu hoá lợi thế cạnh tranh của đối thủ.

- Tỷ lệ thành công cao của các dự án đổi mới: Để “đánh thức” các giá trị và mang lại những ý tưởng sáng tạo thành công, doanh nghiệp cần phải bắt đầu với các dự án đổi mới phù hợp. Tỷ lệ thành công của các dự án đổi mới là một chỉ số quan trọng để chứng minh doanh nghiệp đã lựa chọn chiến lược đúng đắn thông qua việc quản lý tất cả các giai đoạn (từ việc tạo ra ý tưởng đầu tiên cho đến khi ra mắt sản phẩm thành công).

- Vòng đời đổi mới tích hợp đầy đủ: Để quản lý vòng đời đổi mới một cách có hệ thống, doanh nghiệp cần được áp dụng các chức năng phù hợp. Những yếu tố thành công trong một vòng đời đổi mới tích hợp bao gồm việc tự đánh giá giữa các nhóm và phải có tiêu chí rõ ràng (từ mục tiêu của chiến lược đổi mới).

- Thực hiện thành công các “vòng phản hồi”: “Vòng phản hồi” của một quy trình đổi mới là một yếu tố quan trọng, thúc đẩy thành công trong quản lý đổi mới. Vòng phản hồi là yếu tố quan trọng để sử dụng và khai thác các nguồn ý tưởng mới.

#### **5.3.4. Về quản lý ý tưởng**

- Tạo ra một hệ thống với số lượng lớn các ý tưởng có giá trị để tăng giá trị: Các ý tưởng có giá trị được liên kết với chiến lược đổi mới để trở thành một “đầu ra” quan trọng của giai đoạn tạo ý tưởng.

- Lựa chọn hiệu quả các ý tưởng, đưa các ý tưởng thành các dự án đổi mới: Chỉ những ý tưởng được biến thành dự án đổi mới mới có thể tạo ra giá trị trong doanh nghiệp. Tỷ lệ giữa số lượng ý tưởng được chọn/số ý tưởng được tạo ra, tỷ lệ giữa số ý tưởng được chuyển thành dự án đổi mới/số ý tưởng được tạo ra sẽ cung cấp cái nhìn sâu sắc về sự thành công của các hoạt động quản lý ý tưởng của một doanh nghiệp.

#### **5.3.5. Về phát triển sản phẩm, quy trình và dịch vụ**

- Xây dựng một quy trình để phát triển các sản phẩm, dịch vụ và quy trình: Một quy trình được xây dựng, phát triển với các giai đoạn rõ ràng sẽ tạo cơ sở cho sự phát triển thành công các ý tưởng mới thành sản phẩm, dịch vụ, quy trình hoặc mô hình kinh doanh mới.

#### **5.3.6. Về cải tiến liên tục**

- Khởi động có hệ thống các dự án đổi mới dựa trên quy định mục tiêu rõ ràng: Đặt các mục tiêu cụ thể nhằm cung cấp cơ sở cho việc khởi động có hệ thống các dự án đổi mới của doanh nghiệp.

- Đánh giá và phân tích thường xuyên dữ liệu khách hàng và phản hồi của khách hàng: Dữ liệu khách hàng, phản hồi của khách hàng và đánh giá sự hài lòng của khách hàng cung cấp thông tin có giá trị trong việc thực hiện đổi mới. Đây là các chỉ số hiệu suất rất quan trọng khi đánh giá các hoạt động cải tiến liên tục của một doanh nghiệp.

- Xác định các tham số quy trình cụ thể cho quản lý đổi mới và liên tục cải thiện các tham số đó: thiết lập các tham số quy trình đổi mới là yếu tố thành công quan trọng để liên tục cải thiện quản lý

vòng đời. Quản lý để cải thiện các tham số quy trình đổi mới sẽ cung cấp cái nhìn tổng thể, sâu sắc về hiệu suất và cải tiến liên tục trong doanh nghiệp.

### **5.3.7. Về các yếu tố trong doanh nghiệp**

- Chính sách thúc đẩy các hoạt động đổi mới: để khuyến khích các hoạt động đổi mới, quản lý đổi mới phải dựa vào các cơ chế, chính sách ưu đãi khuyến khích cho nhân viên trong doanh nghiệp.

- Thực hiện thành công các bài học kinh nghiệm từ các dự án trước đây trong các hoạt động đổi mới hiện tại: Quản lý đổi mới ngụ ý xây dựng kế hoạch hiện tại của các dự án đổi mới dựa trên những bài học rút ra từ các dự án trước đó. Yếu tố đầu vào này là một chỉ số quan trọng để đo lường hiệu suất triển khai các hoạt động đổi mới hiện tại của doanh nghiệp.

- Quản lý các mục tiêu cụ thể của dự án: Để quản lý thành công các dự án đổi mới, doanh nghiệp cần xác định các yếu tố thành công để triển khai các mục tiêu cụ thể dự án, trên cơ sở mục tiêu chung của dự án đổi mới của doanh nghiệp.

- Phân bổ nguồn lực dài hạn: Quản lý đổi mới thành công bao gồm việc phân bổ nguồn lực thực hiện kế hoạch đổi mới dài hạn (5 năm hoặc dài hơn vòng đời trung bình của nhóm sản phẩm, dịch vụ).

### **5.3.8. Về kết quả đổi mới**

- Tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm trong tổng thu nhập: Dữ liệu thu nhập của 4 năm qua là cơ sở để tính tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm trong thu nhập trong doanh nghiệp.

- Thu nhập trung bình từ các sản phẩm, dịch vụ không quá 3 năm: Tỷ lệ thu nhập được tạo ra từ các sản phẩm, dịch vụ không quá 3 năm là một chỉ số để đo lường về hiệu quả kinh tế của các hoạt động đổi mới.

- Chi tiêu cho đổi mới: Đánh giá các chi phí cho hoạt động đổi mới trong quá khứ của doanh nghiệp.

- Tăng trưởng trung bình hàng năm: Lợi nhuận hoạt động trong 04 năm qua của doanh nghiệp là cơ sở để tính mức tăng trưởng trung bình hàng năm trong chia sẻ lợi nhuận hoạt động (tính theo% thu nhập).

- Lợi nhuận hoạt động trung bình từ đổi mới: Tỷ lệ lợi nhuận hoạt động được tạo ra từ đổi mới (tính theo tỷ lệ phần trăm của tổng lợi nhuận hoạt động) là một chỉ số để đo lường sản lượng kinh tế chung của các hoạt động đổi mới.

- Phân bổ lợi nhuận hoạt động được tạo ra từ đổi mới: Tác động của các loại đổi mới khác nhau đối với lợi nhuận của một doanh nghiệp sẽ cho biết các lĩnh vực (cốt lõi) trong hệ thống đổi mới của doanh nghiệp; tác động của kết quả đổi mới đến kết quả chung, tăng trưởng giá trị của doanh nghiệp.

- Chi phí trung bình được tạo ra từ đổi mới (đổi mới tổ chức và quy trình): đánh giá thông qua tỷ lệ giảm chi phí đạt được trong 04 năm qua.

- Tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm về số lượng nhân viên: Dữ liệu việc làm của 04 năm qua sẽ cung cấp cơ sở để tính tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm trong dữ liệu việc làm của doanh nghiệp

#### **5.4. Chỉ số sẵn sàng cho ngành công nghiệp thông minh của Singapore (SIRI)**

Chỉ số sẵn sàng tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0 được xác định dựa trên 03 trụ cột cốt lõi và 08 trụ cột chính.

03 trụ cột cốt lõi trong Chỉ số sẵn sàng tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0 gồm: trụ cột cốt lõi về công nghệ, trụ cột cốt lõi về quá trình và trụ cột cốt lõi về tổ chức. 03 trụ cột cốt lõi này phải được áp dụng để đánh giá cho bất kỳ doanh nghiệp nào để xem xét khả năng sẵn sàng tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0, khả năng chuyển đổi thành mô hình nhà máy thông minh trong tương lai.



Nền tảng của 03 trụ cột cốt lõi là 08 trụ cột chính, đại diện cho các vấn đề quan trọng mà các doanh nghiệp phải quan tâm, cải thiện để nâng cao khả năng sẵn sàng tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0 của doanh nghiệp.

#### **5.4.1. Trụ cột cốt lõi về công nghệ**

Tiến bộ công nghệ là nền tảng của 03 cuộc cách mạng công nghiệp lớn gần đây. Việc phát hiện ra năng lượng hơi nước đã cho phép “bùng nổ” cuộc cách mạng công nghiệp đầu tiên, trong khi những đổi mới về năng lượng điện đã “xúc tác” cho cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ hai. Theo cách tương tự, cách mạng công nghiệp lần thứ ba được hỗ trợ “đắc lực” bởi sự ra đời của các hệ thống điện tử và công nghệ thông tin. Các tiến bộ công nghệ này đã cho phép các doanh nghiệp dễ dàng thực hiện được quá trình sản xuất với mức độ chính xác và hiệu quả cao thông qua các hệ thống tự động hóa.

Có thể nói, công nghệ là yếu tố quan trọng trong cách mạng Công nghiệp 4.0. Các công nghệ kỹ thuật số mới (như: dữ liệu lớn, điện toán đám mây, học máy, IoT...) đang tạo ra một ngành công nghiệp “siêu kết nối”, nơi các máy móc, thiết bị sản xuất được tích hợp với các hệ thống kinh doanh, qua đó cho phép thực hiện các hoạt động trao đổi, phân tích dữ liệu một cách liên tục theo thời gian thực. Hệ thống thực ảo hỗ trợ cho các nhà máy thông minh sản xuất nhanh hơn, linh hoạt hơn và “thông minh” hơn.

Để hiện thực hóa cách mạng Công nghiệp 4.0, dựa trên nền tảng sản xuất hiện tại, doanh nghiệp cần tiếp tục áp dụng các công nghệ mới để tăng cường mức độ kết nối, tự động hóa và “thông minh” hơn. Để cụ thể hóa vấn đề này, trụ cột cốt lõi công nghệ có thể được chia thành 03 trụ cột chính là: trụ cột về tự động hóa, trụ cột về kết nối và trụ cột về thông minh.

#### ***5.4.2. Trụ cột cốt lõi về quá trình***

Để tối đa hóa hiệu quả và giá trị, trụ cột cốt lõi về công nghệ phải luôn được áp dụng đồng thời với trụ cột cốt lõi về quá trình. Việc sử dụng công nghệ để số hóa một quá trình “kém” sẽ dẫn đến một quá trình kỹ thuật số “kém”; ngược lại, việc áp dụng công nghệ vào một quá trình “tốt” sẽ nâng cao hiệu quả của quá trình và tạo ra giá trị hoàn toàn mới.

Trong giai đoạn trước đây, doanh nghiệp tập trung cải thiện hiệu quả của các quá trình riêng lẻ. Doanh nghiệp cải tiến các quá trình để giảm chi phí, rút ngắn thời gian đưa sản phẩm ra thị trường. Trong bối cảnh của cuộc cách mạng Công nghiệp 4.0, khái niệm cải tiến quá trình được mở rộng, trong đó tập trung vào việc tích hợp các quá trình trong một mô hình điều hành, một chuỗi cung ứng hoặc một vòng đời sản phẩm. Điều này bắt nguồn từ đặc điểm mới về tính kết nối, thông minh giữa các bộ phận, quá trình trong doanh nghiệp, giữa các doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng.

Khi các mô hình điều hành, chuỗi cung ứng hoặc vòng đời sản phẩm được tích hợp, các yếu tố này sẽ được hội tụ thành một hệ thống thống nhất, trong đó nguồn dữ liệu duy nhất có thể được chia sẻ, xử lý, tích hợp và sử dụng thống nhất trên quy mô toàn doanh nghiệp. Việc cùng khai thác một nguồn dữ liệu duy nhất là tiền đề quan trọng để tạo ra bước “nhảy vọt” tiếp theo về tính linh hoạt và hiệu quả sản xuất và kinh doanh của doanh nghiệp.

#### ***5.4.3. Trụ cột cốt lõi về tổ chức***

Tổ chức là trụ cột cốt lõi thứ ba được sử dụng để đánh giá mức độ sẵn sàng của doanh nghiệp trong việc tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0. Thường bị đánh giá thấp hơn, tuy nhiên, trong bối cảnh cách mạng Công nghiệp 4.0, trụ cột cốt lõi về tổ chức lại đóng vai trò quan trọng không kém bên cạnh trụ cột cốt lõi về công nghệ và trụ cột cốt

lỗi về quá trình. Để duy trì sự phát triển trong bối cảnh cạnh tranh ngày càng tăng, doanh nghiệp phải điều chỉnh cơ cấu tổ chức và quy trình, qua đó cho phép người lao động được trang bị các kỹ năng cần thiết để “theo kịp” tác động của cuộc cách mạng Công nghiệp 4.0.

Cách mạng Công nghiệp 4.0 yêu cầu doanh nghiệp cần tập trung nhiều hơn vào hai thành phần chính có thể ảnh hưởng đến hiệu quả của một tổ chức. Thành phần đầu tiên là những người tạo nên tổ chức (hay nói cách khác là toàn bộ nguồn nhân lực từ cấp quản lý cao nhất cho đến các cấp hoạt động sản xuất trực tiếp). Thành phần thứ hai là các hệ thống, thể chế chi phối phương thức tổ chức, hoạt động của doanh nghiệp.

Để bảo đảm đầy đủ lợi ích của doanh nghiệp, cả hai thành phần này cần được quan tâm và xem xét. Ví dụ, một đội ngũ lãnh đạo giỏi và nguồn nhân lực có kỹ năng cũng khó phát huy hết các tiềm năng nếu như các hệ thống, thể chế “cứng nhắc”, không nhất quán hoặc các quá trình trong hệ thống lại “trì trệ”.

Tương tự như vậy, một hệ thống, thể chế mở cho sự hợp tác và đổi mới sẽ không hoạt động hiệu quả nếu đội ngũ lãnh đạo và nguồn nhân lực không tích cực tham gia. Như vậy, hệ thống, thể chế và nguồn nhân lực là hai yếu tố cùng “đồng hành” để hỗ trợ doanh nghiệp trong việc tiếp cận cách mạng Công nghiệp 4.0.

Do đó, để một doanh nghiệp có thể thực hiện chiến lược cách mạng Công nghiệp 4.0 một cách hiệu quả, dưới góc độ trụ cột cốt lõi về tổ chức, các cải tiến cần được thực hiện đồng thời với 2 trụ cột: trụ cột về sự sẵn sàng nhân lực và trụ cột cấu trúc và quản lý.

### **5.5. Chỉ số đánh giá hoạt động năng suất đổi mới sáng tạo của Việt Nam (ViPA)**

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ số, sự kết nối giữa “thế giới thực” và “thế giới ảo” đang diễn ra ngày càng mạnh mẽ trên

thế giới và khu vực. Trong bối cảnh đó, việc nâng cao hoạt động năng suất, xây dựng lộ trình chuyển đổi số đã trở thành một nhu cầu cấp thiết đối với doanh nghiệp Việt Nam, giúp doanh nghiệp nâng cao năng lực cạnh tranh trong bối cảnh cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư.

Được sự hỗ trợ của Tổ chức Năng suất Châu Á (Asian Productivity Organization, APO), Viện Năng Suất Việt Nam, đại diện Việt Nam tại APO, đã phát triển Bộ công cụ đánh giá hoạt động năng suất của doanh nghiệp (Vietnam Innovation Productivity Assessment, ViPA). Bộ công cụ đánh giá 16 tiêu chí về các khía cạnh quản lý của doanh nghiệp bao gồm: quản lý doanh nghiệp, quản lý năng suất, cơ sở hạ tầng cho chuyển đổi số và sản xuất thông minh.

Bộ công cụ có chức năng hỗ trợ doanh nghiệp xác định được hiện trạng về hoạt động năng suất của doanh nghiệp, giúp doanh nghiệp xây dựng lộ trình tiếp cận chuyển đổi số và sản xuất thông minh, qua đó doanh nghiệp có thể xây dựng kế hoạch (ngắn hạn và dài hạn) để nâng cao hoạt động năng suất, hướng tới chuyển đổi số và sản xuất thông minh trong tương lai.

### ***5.5.1. Quản lý doanh nghiệp***

Sự Lãnh đạo (gồm 4 nội dung: Tầm nhìn sứ mệnh; Chính sách/ Mục tiêu; Kế hoạch/ Chiến lược; Trách nhiệm xã hội và cộng đồng).

Doanh nghiệp định hướng khách hàng (gồm các nội dung: Doanh nghiệp định hướng khách hàng; Đáp ứng nhanh yêu cầu của thị trường; Thỏa mãn khách hàng; Năng lực cạnh tranh).

Phát triển nguồn nhân lực ( gồm các nội dung: Chương trình đào tạo kiến thức, kỹ năng nhằm phát triển nguồn nhân lực; Môi trường làm việc đảm bảo an toàn sức khỏe cho nhân viên; Chế độ chính sách khuyến khích người lao động; Chính sách thu hút và phát triển nhân tài).

Văn hóa đổi mới và cải tiến (gồm các nội dung: Dự án đổi mới

sản phẩm và quá trình; Cải tiến liên tục; Quản lý, chia sẻ tri thức; Chiến lược sở hữu trí tuệ).

### **5.5.2. Quản lý năng suất**

Tiêu chuẩn/ Công cụ quản lý (gồm các nội dung: Áp dụng các Hệ thống quản lý theo tiêu chuẩn ISO 9000, ISO 14000,...; ISO 56000, ISA 95, ISO 45000...); Áp dụng các công cụ nâng cao năng suất: 5S, Kaizen, TPM,...; Áp dụng các Công cụ nâng cao: Lean, Lean 6 Sigma, FMCA,...).

Mức độ áp dụng (gồm các nội dung: Áp dụng các Hệ thống quản lý theo tiêu chuẩn ISO 9000, ISO 14000,...; ISO 56000, ISA 95, ISO 45000...); Áp dụng các công cụ nâng cao năng suất: 5S, Kaizen, TPM,...; Áp dụng các Công cụ nâng cao: Lean, Lean 6 Sigma, FMCA,...).

Kiểm soát quá trình (gồm các nội dung: Đảm bảo chất lượng; Quản lý Hành chính; Điều hành sản xuất kinh doanh; Trao đổi thông tin)

Quản lý hiệu suất (gồm các nội dung: Sử dụng máy móc, thiết bị để đo lường hiệu suất quá trình; Có bộ phận chuyên trách thực hiện việc đo lường, phân tích hiệu suất; Định kỳ thực hiện đo lường hiệu suất sản xuất; Hàng năm đo lường hiệu suất hoạt động của doanh nghiệp).

### **5.5.3. Hệ thống hạ tầng chuyển đổi số**

Nền tảng cơ sở vật chất (gồm các nội dung: Máy tính, mạng; Nguồn nhân lực triển khai; Đầu tư thường xuyên cho công nghệ thông tin; Dự án công nghệ thông tin (nội bộ, hợp tác với bên ngoài)).

Chiến lược cho chuyển đổi số của doanh nghiệp (nội dung gồm: Nhận thức của Lãnh đạo; Chương trình thực hiện; Hoạch định nguồn lực (tài chính, nhân sự); Kế hoạch triển khai cụ thể, các giải pháp cụ thể).

Ứng dụng công nghệ thông tin để chuyển đổi số trong doanh nghiệp (nội dung gồm: Quản lý công việc qua mạng (chat, mạng xã

hội...); Ứng dụng các phần mềm quản lý (ISO online, đo lường năng suất...); Phát triển các phần mềm quản lý các quá trình nội bộ; Phát triển ứng dụng phần mềm quản lý kết nối trong chuỗi liên kết của doanh nghiệp (Nhà cung cấp; khách hàng, các bên liên quan...)).

Quản lý hoạt động đổi mới sáng tạo trong doanh nghiệp (nội dung gồm: Sản phẩm; Quá trình; Tổ chức quản lý; Mô hình kinh doanh).

#### ***5.5.4. Sản xuất thông minh***

Sử dụng hệ thống cảm biến để giám sát quá trình (sensor) (nội dung gồm: Layout tối ưu; Xác định điểm kiểm soát (Control Point); Kết nối tích hợp hệ thống thiết bị; Mức độ đồng bộ dữ liệu hóa từ các sensors).

Xây dựng các giải pháp công nghệ thông tin để khai thác và quản lý dữ liệu (nội dung gồm: Xây dựng các giải pháp quản lý sản xuất; Xây dựng các giải pháp quản lý kinh doanh (Kho, truy xuất nguồn gốc); Tích hợp các giải pháp quản lý sản xuất - kinh doanh (Liên kết các quá trình theo ISA95); Giải pháp quản lý chuỗi: Chưa có, đã định hướng, có kế hoạch, thuê bên ngoài, tự triển khai).

Tổng hợp và xây dựng cơ sở dữ liệu dựa trên nền tảng dự toán đám mây (nội dung gồm: Đồng bộ dữ liệu duy nhất; Có hệ thống dữ liệu trên nền tảng điện toán đám mây về sản xuất về kinh doanh; Khai thác dữ liệu về sản xuất-kinh doanh dựa trên điện toán đám mây).

Ứng dụng các giải pháp công nghệ 4.0 để khai thác dữ liệu, quản lý doanh nghiệp (nội dung gồm: Ứng dụng giải pháp 4.0 để Xây dựng các modul tích hợp sản xuất-kinh doanh để sản xuất linh hoạt đáp ứng yêu cầu riêng lẻ của khách hàng); Chiến lược, triển khai ứng dụng công nghệ tự động hóa, robot, in 3D... trong sản xuất của doanh nghiệp; Ứng dụng nền tảng Block Chain để quản lý doanh nghiệp; Sử dụng Big Data và AI để phân tích thị trường và xây dựng kế hoạch cho doanh nghiệp).

## Chương 6

# ĐỊNH HƯỚNG VỀ NĂNG SUẤT: NĂNG SUẤT TRONG LĨNH VỰC DỊCH VỤ CÔNG, KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VÀ ÁP DỤNG TẠI VIỆT NAM

### **6.1. Mô hình năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công**

Khái niệm “năng suất” được giới thiệu ở Việt Nam vào cuối những năm 1990, tuy nhiên chủ yếu tập trung trong khu vực tư nhân. Trong suốt giai đoạn đó, năng suất vẫn chưa được coi là thước đo chính để đánh giá hiệu quả hoạt động sản xuất kinh doanh của doanh nghiệp, thay vào đó, doanh nghiệp có xu hướng sử dụng các chỉ tiêu khác được như là lợi nhuận, doanh thu,...

Chỉ đến năm 2010, Chính phủ phê duyệt chương trình quốc gia về nâng cao năng suất chất lượng sản phẩm hàng hóa. Theo đó, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy và lan tỏa khái niệm “năng suất” ở cấp quốc gia. Tuy nhiên, chương trình vẫn chưa nhấn mạnh vai trò của năng suất trong lĩnh vực công.

Để thúc đẩy năng suất quốc gia, lĩnh vực dịch vụ công đóng vai trò quan trọng tạo ra nền tảng phát triển. Lĩnh vực dịch vụ công cũng giống như các lĩnh vực khác của nền kinh tế cung cấp sản phẩm và dịch vụ, cũng cần sử dụng hiệu quả các nguồn lực đầu vào (lao động, vốn, đầu vào trung gian) để tạo ra “đầu ra” có chất lượng nhằm nâng cao mức sống của người dân. Các lĩnh vực dịch vụ công bao gồm: Giáo dục, An ninh quốc phòng, Hành chính công, Y tế và các dịch vụ cộng đồng và xã hội khác.

Cải thiện năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công có nghĩa là đạt được hiệu suất và hiệu quả từ việc sử dụng nguồn lực của Chính phủ. Những cải thiện về hiệu suất và hiệu quả trong lĩnh vực công được hiện thực hóa thông qua các hoạt động như tăng cường tạo động lực và kỹ năng cho người lao động, cải thiện hệ thống quản lý và đo lường

hiệu suất.

Bên cạnh đó, các hoạt động khác như là hệ thống hóa quy trình làm việc, cải cách ngân sách, cải thiện chất lượng dịch vụ công và áp dụng khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo cũng được thực hiện.

Để đạt được mục tiêu năng suất đặt ra trong lĩnh vực dịch vụ công và cải thiện hiệu quả và chất lượng dịch vụ công, Tổ chức Năng suất Châu Á (APO) đã xây dựng và phát triển mô hình năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công và đã được nhiều quốc gia thành viên nghiên cứu và áp dụng.

Theo đó, mô hình đã chỉ ra những yếu tố quan trọng và then chốt để cải thiện năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công, cũng như đạt được những mục tiêu năng suất đặt ra.

Năm yếu tố then chốt được xác định là những trụ cột ưu tiên trong mô hình này, đó là, Lãnh đạo đổi mới sáng tạo (Innovation leadership), Chất lượng dịch vụ (Service quality), Chính phủ điện tử (e-Government), Cải cách hành chính (Regulatory reform), Dịch vụ công (Citizen centred services).

<b>Các trụ cột then chốt</b>	<b>Đối tượng</b>	<b>Phương pháp</b>	<b>Kết quả</b>
+ Trụ cột 1: Lãnh đạo đổi mới sáng tạo + Trụ cột 2: Chất lượng dịch vụ + Trụ cột 3: Chính phủ điện tử + Trụ cột 4: Cải cách hành chính + Trụ cột 5: Dịch vụ công	+ Chính phủ + Các cơ quan hành chính nhà nước ở cấp Trung ương (Bộ, cơ quan ngang bộ) + Cơ quan hành chính nhà nước ở cấp địa phương...	+ Đào tạo + Áp dụng công cụ Năng suất và Chất lượng (P&Q) + Đo lường + Xây dựng điển hình thực hành tốt	+ Mức độ hài lòng của người dân + Xây dựng niềm tin cho người dân + Hiệu quả chi phí + Năng lực cạnh tranh + Chất lượng của cuộc sống

**Trụ cột 1: Lãnh đạo đổi mới sáng tạo**



Lãnh đạo, người đứng đầu của một tổ chức phải đi đầu trong đổi mới sáng tạo thì mới tạo ra những sản phẩm và dịch vụ hiệu quả và hiệu suất cao, điều này sẽ hỗ trợ Chính phủ tác động đến nhiều chủ thể khác để hoàn thành nhiệm vụ công. Một nhà lãnh đạo đổi mới sáng tạo không cần phải là người tạo ra ý tưởng sáng tạo, mà chỉ đơn giản phát hiện ra một ý tưởng hay và chia sẻ ý tưởng đó với nhân viên, nhà cung cấp, các đối tác kinh doanh và sau đó định hướng để biến những ý tưởng đó thành hiện thực.

Tổ chức Sở hữu trí tuệ thế giới (WIPO) hàng năm công bố Báo cáo xếp hạng chỉ số Đổi mới sáng tạo toàn cầu (gọi tắt là GII). Đây là bộ công cụ đánh giá xếp hạng năng lực đổi mới sáng tạo của các quốc gia được WIPO phối hợp với Viện INSEAD, Pháp và Đại học Cornell, Hoa Kỳ thực hiện. Để xếp hạng các quốc gia sẽ dựa vào 21 nhóm chỉ số và 80 tiểu chỉ số, chia thành bảy trụ cột chính bao gồm: Thể chế vĩ mô; Nguồn nhân lực và nghiên cứu; Cơ sở hạ tầng; Thị trường và môi trường kinh doanh; Trình độ phát triển của thị trường; Sản phẩm tri thức và công nghệ, Sản phẩm sáng tạo. Dựa trên các chỉ số này, năm 2018 Việt Nam tăng hai bậc, lên vị trí 45 trên 126 quốc gia/nền kinh tế được xếp hạng (cải thiện 14 bậc so với xếp hạng năm 2017). Đặc biệt, Việt Nam có điểm số cao trên mức trung bình trong cả bảy trụ cột. Bộ chỉ số này có thể được xem như là chuẩn đối sánh giúp các quốc gia so sánh năng lực đổi mới sáng tạo của mình với các quốc gia trong khu vực và trên thế giới, từ đó đánh giá điểm mạnh, điểm yếu và đề xuất các giải pháp cải thiện năng lực đổi mới sáng tạo của quốc gia.

## **Trụ cột 2: Chất lượng dịch vụ**

Chất lượng dịch vụ là một trụ cột quan trọng để đánh giá hiệu quả của cơ quan, tổ chức trong lĩnh vực công, vì sản phẩm đầu ra chính là dịch vụ.

Hiện nay, có nhiều công cụ quản lý khác nhau được áp dụng để

thúc đẩy dịch vụ trong các tổ chức công. Mô hình tinh gọn (Lean) là một trong những công cụ quản lý giúp chẩn đoán và phát hiện vấn đề thông qua hoạt động cải tiến liên tục. Mục tiêu chính là cung cấp cho khách hàng những giải pháp tốt nhất, để từ đó nâng cao năng suất và khai phá văn hóa đổi mới sáng tạo trong các cơ quan, tổ chức công.

Dưới đây là những ví dụ điển hình về các dự án Lean đã thành công trong các tổ chức dịch vụ công tại Malaysia:

<b>Tổ chức</b>	<b>Mục tiêu dự án</b>	<b>Phương pháp triển khai</b>	<b>Kết quả đạt được</b>
Kolej Kemahiran Tingi Mara Petaling Jaya (KKTMP)	Thiết kế các tài liệu đào tạo	Giảm thiểu thời gian thực hiện	Các kết quả đạt được về năng suất. Phát triển hệ thống online, cải thiện thời gian chờ đợi để nhận tài liệu đào tạo 75%.
Hospital Sultanah Nur Zaharah (HSNZ)	Giảm thiểu thời gian cấp thuốc kháng sinh cho bệnh nhân	Quy trình dòng chảy	Thỏa mãn nhu cầu của khách hàng Đã cải thiện tổng thể 30% về số lượng bệnh nhân nhận thuốc kháng sinh trong 1 giờ.
Tabyng Haji Johor	Cải tiến quy trình dịch vụ tại quầy để thỏa mãn khách hàng	Củng cố lại dịch vụ tại quầy	- Thỏa mãn nhu cầu khách hàng; - Phục vụ khách hàng trung bình 25 phút.

**Trụ cột 3: Chính phủ điện tử**

Trụ cột này tập trung vào việc sử dụng hiệu quả công nghệ thông tin và truyền thông trong điều hành các cơ quan, tổ chức công nhằm cải thiện năng suất tổng thể. Trụ cột này đã trở thành một phần không thể thiếu trong hầu hết các chương trình quốc gia.

Để nâng cao chất lượng dịch vụ, Chính phủ cần xây dựng, hoàn thiện thể chế tạo cơ sở pháp lý đầy đủ và toàn diện cho việc triển khai, xây dựng phát triển Chính phủ điện tử trong tất cả các tổ chức công nhằm cải thiện chất lượng dịch vụ theo hướng minh bạch và công bằng. Áp dụng hiệu quả những công cụ của Chính phủ điện tử có thể nâng cao hiệu quả trong lĩnh vực công theo nhiều cách khác nhau như giảm chi phí, giảm thiểu tham nhũng, cải thiện chất lượng dịch vụ và quản lý công.

Báo cáo Đổi mới sáng tạo (GII) của Tổ chức Sở hữu Trí tuệ toàn cầu (WIPO) hàng năm cũng công bố kết quả xếp hạng về hiệu quả của các quốc gia trong dịch vụ online của Chính phủ. Các quốc gia có thể dựa vào chỉ số này để đánh giá và so sánh hiệu quả về dịch vụ online của mình so với các quốc gia khác trên thế giới.

#### **Trụ cột 4: Cải cách hành chính**

Cải cách hành chính hỗ trợ Chính phủ cải thiện chất lượng hành chính thông qua cải cách quy định, quy chế nhằm loại bỏ những rào cản không cần thiết ảnh hưởng đến cạnh tranh, đổi mới sáng tạo và tăng trưởng, đồng thời đảm bảo các quy định, quy chế hiệu quả để phục vụ các mục tiêu xã hội quan trọng.

Phân tích tác động của các quy định (Regulatory impact analysis - RIA) là một phương pháp hệ thống hóa để đánh giá những ảnh hưởng tích cực và tiêu cực của những quy định, quy chế hiện tại và đang đề xuất. Phương pháp này được nhiều quốc gia OECD tiến hành thực hiện để đánh giá năng lực của Chính phủ trong việc đảm bảo những quy định và quy chế đạt hiệu quả, đồng thời đánh giá những tác động đến những thể hệ tương lai như cơ hội cho thế hệ trẻ, đầu tư, tạo việc

làm và đổi mới sáng tạo.

**Trụ cột 5: Dịch vụ công** Chính phủ cung cấp dịch vụ và nguồn lực để đáp ứng nhu cầu thực tiễn của người sử dụng, đó là người dân và những đối tượng có liên quan khác. Chính phủ cần sử dụng công nghệ như là một nền móng mới để cung cấp và tích hợp các chương trình và dịch vụ sẵn có cho người dân có thể dễ dàng tiếp cận thông qua tất cả các kênh thông tin khác nhau.

Chính phủ của nhiều quốc gia trên thế giới đang nỗ lực để cắt giảm phí cung cấp dịch vụ và tìm kiếm những phương thức khả thi hơn để tương tác với người dân và doanh nghiệp. Để giải quyết vấn đề này, Chính phủ cần phải cải thiện tính hiệu quả của dịch vụ công.

Singapore là một ví dụ điển hình và thành công trong việc xây dựng một dịch vụ công tốt. Singapore cho thấy khái niệm quốc gia thông minh là nơi công nghệ hỗ trợ người dân có một cuộc sống ý nghĩa hơn. Singapore đã xây dựng một số dự án chiến lược quốc gia, trọng tâm hướng tới quốc gia thông minh như là:

- National Digital Identity- Hệ thống nhận dạng điện tử hỗ trợ người dân và doanh nghiệp thực hiện các giao dịch điện tử một cách thuận tiện và an toàn;

- E-payments (Thanh toán điện tử)- Phương thức thanh toán đơn giản, nhanh chóng, mau lẹ và an toàn;

- Smart Nation Sensor Platform- triển khai các thiết bị cảm biến và thiết bị kết nối vạn vật để Singapore trở thành quốc gia đáng sống và an toàn;

- Smart Urban Mobility- Dữ liệu và công nghệ kỹ thuật số, bao gồm trí tuệ nhân tạo và tự động hóa để cải thiện giao thông công cộng.

Rõ ràng, dựa trên mô hình năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công do tổ chức APO nghiên cứu, mỗi quốc gia có thể đánh giá được năng suất trong lĩnh vực công dựa trên những trụ cột mà mô hình đưa ra.

Đồng thời, mô hình năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công cũng

chỉ rõ phương pháp thực hiện 5 trụ cột trên có thể áp dụng đó là: Đào tạo nhận thức cho các cán bộ tham gia lĩnh vực dịch vụ công; Triển khai áp dụng các mô hình hoặc công cụ cải thiện các trụ cột tương ứng nhằm nâng cao hiệu quả và năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công như là hệ thống quản lý ISO 9001, Mô hình quản lý tinh gọn...; Sử dụng các chỉ số đo lường của các tổ chức quốc tế như là Chỉ số Năng lực cạnh tranh toàn cầu (GCI) của Diễn đàn Kinh tế Thế giới (WEF), Chỉ số Đổi mới sáng tạo (GII) của Tổ chức Sở hữu trí tuệ (WIPO), Chỉ số Phát triển Chính phủ điện tử (eGDI) của Liên Hợp Quốc (UN)... làm thước đo chuẩn đối sánh để tìm kiếm những tổ chức dịch vụ công tốt nhất và phát triển thành các mô hình điểu cho các tổ chức khác học hỏi.

Kết quả đạt được từ nỗ lực cải tiến 5 trụ cột trên sẽ được đánh giá thông qua các chỉ tiêu cụ thể như là Mức độ hài lòng của người dân, Xây dựng niềm tin của người dân, Hiệu quả chi phí và Năng lực cạnh tranh quốc gia; Chất lượng cuộc sống.

Dưới đây là hai ví dụ điển hình về áp dụng Mô hình quản lý tinh gọn (Lean) để cải thiện trụ cột 2: “Chất lượng dịch vụ” cho lĩnh vực Y tế tại Malaysia và Việt Nam.

## **6.2. Thực tiễn áp dụng Mô hình quản lý tinh gọn (Lean) trong lĩnh vực Y tế để nâng cao hiệu quả hoạt động và cải thiện năng suất tại Malaysia**

Trong lĩnh vực dịch vụ công tại Malaysia, Y tế là lĩnh vực đi đầu trong việc áp dụng Lean bên cạnh lĩnh vực giáo dục và hành chính công.

Hiện nay, hệ thống y tế của Malaysia được chia thành hai nhóm chính đó là hệ thống y tế công và hệ thống y tế tư nhân. Đầu tư vào lĩnh vực y tế được kỳ vọng sẽ giúp Malaysia nhanh chóng đạt được mục tiêu trở thành một quốc gia có thu nhập cao vào năm 2020. Do đó, Malaysia rất chú trọng đến lĩnh vực y tế, với định hướng cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe không chỉ cho người dân mà còn cho

người nước ngoài và khách du lịch.

Tuy nhiên, lĩnh vực y tế của Malaysia cũng đang phải đối mặt với nhiều thách thức và cơ hội từ mong muốn của Chính phủ và người dân về việc không ngừng cải thiện chất lượng dịch vụ. Mô hình quản lý tinh gọn (Lean) được phát triển và áp dụng đầu tiên trong ngành công nghiệp ô tô tại Malaysia nhằm cung cấp sản phẩm và dịch vụ chất lượng cao đồng thời cải thiện hiệu quả hoạt động của tổ chức và nâng cao mức độ hài lòng khách hàng. Sau đó, một số tổ chức trong lĩnh vực y tế bao gồm: bệnh viện, phòng khám tư nhân và viện dưỡng lão đã bắt đầu áp dụng mô hình Lean tại Malaysia. Lean được xem là một công cụ hiệu quả để phát hiện và loại bỏ lãng phí trong mọi quy trình. Lợi ích và mục tiêu của việc áp dụng Lean trong lĩnh vực y tế đó là giảm thiểu lãng phí, cũng như giảm thời gian chờ đợi và di chuyển không cần thiết, đồng thời tạo dựng chất lượng, tốc độ và mức độ linh hoạt trong tổ chức.

Những yếu tố then chốt tác động tới thành công trong quá trình triển khai và áp dụng mô hình Lean trong lĩnh vực y tế tại Malaysia có thể kể tên đó là:

**Sự lãnh đạo:** Sự cam kết của lãnh đạo các tổ chức y tế trong việc triển khai áp dụng mô hình tinh gọn (Lean) đóng vai trò quan trọng quyết định đến cải thiện chất lượng dịch vụ trong lĩnh vực y tế.

**Sự tham gia của nhân viên:** Yếu tố quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến cải thiện chất lượng dịch vụ trong lĩnh vực y tế phải đến từ chính đội ngũ bác sỹ, và nhân viên trong các tổ chức y tế, bởi vì cách cư xử và thái độ của họ quyết định đến sự hài lòng của khách hàng về chất lượng dịch vụ. Do đó, tăng cường vai trò và sự tham gia của bác sỹ và nhân viên ý tế góp phần tăng sự hài lòng của họ, tăng cường sự cam kết trong công việc, từ đó cải thiện mức độ hài lòng của bệnh nhân.

**Văn hóa của tổ chức:** Xây dựng văn hóa tổ chức ngày càng được coi trọng trong quá trình cải cách lĩnh vực y tế tại Malaysia. Văn hóa tổ chức được xem là trụ cột then chốt để triển khai áp dụng Mô hình

Lean và các hệ thống quản lý chất lượng khác. Văn hóa tổ chức tạo động lực cho nhân viên y tế nói chung hoàn thành công việc với hiệu quả cao hơn, từ đó góp phần nâng cao năng suất của tổ chức y tế. Đồng thời, văn hóa tổ chức tác động tới hầu hết các quy trình cung cấp dịch vụ cho khách hàng. Do đó, bệnh viện với môi trường làm việc thân thiện và chuyên nghiệp chắc chắn sẽ nâng cao mức độ hài lòng của khách hàng.

Dịch vụ tập trung vào khách hàng: Mục tiêu của các sáng kiến Lean là tập trung vào nhu cầu của khách hàng thông qua việc xác định và loại bỏ lãng phí. Các tổ chức y tế đều xem bệnh nhân là khách hàng chính và là yếu tố then chốt cần xem xét khi xây dựng quy trình và cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe cho người bệnh. Hơn nữa, áp dụng Mô hình tinh gọn (Lean) yêu cầu bệnh viện phải luôn đặt mong muốn và nhu cầu của bệnh nhân lên trên hết để cung cấp dịch vụ ngày càng tốt hơn, nhằm mục đích chính là nâng cao mức độ hài lòng của bệnh nhân cũng như kết quả khám chữa bệnh. Do đó, bệnh viện cần quan tâm đến một số khía cạnh quan trọng như tăng tỷ lệ giữ chân nhân viên, giảm chi phí vận hành, giảm thiểu sai lỗi do sơ suất.

Mô hình tinh gọn (Lean) đã được triển khai áp dụng tại bệnh viện USM (Universiti Sains Malaysia) tại Malaysia thông qua một số dự án điềm.

Dự án điềm đầu tiên tập trung rút ngắn thời gian cấp thuốc cho bệnh nhân nội trú (từ quy trình chuẩn bị thuốc đến quy trình cấp phát thuốc cho bệnh nhân). Quá trình đánh giá thực trạng của bệnh viện cho thấy một số vấn đề đó là thời gian cấp thuốc chậm và thường xuyên không đạt được các chỉ tiêu KPI đặt ra; cấp thuốc theo liều sử dụng yêu cầu thời gian chặt chẽ, khâu đóng gói và dán nhãn thường xuyên có sai lỗi; nhân viên thường xuyên làm thêm giờ và khối lượng công việc nhiều. Mục tiêu của dự án đặt ra đó là néugiao thuốc trước 10h30 sáng, hoàn thành trong 1 giờ 45 phút; và nếu giao thuốc sau

10h30 sáng, hoàn thành trong 3 giờ. Sau khi áp dụng Mô hình tinh gọn (Lean), một số kết quả cải tiến được ghi nhận như sau:

Chỉ tiêu	Trước cải tiến	Sau cải tiến	Tỷ lệ cải tiến (%)
Tổng thời gian (LT)	17345 giây	9923 giây	36,69%
Thời gian chờ đợi	11181 giây	6088 giây	35,25%
Thời gian giao thuốc (PT)	6164 giây	3835 giây	38,35%
Tỷ lệ PT/LT	35,53%	38,65%	

Dự án điểm thứ hai đó là rút ngắn thời gian chờ đợi nhận kết quả X-Quang. Đối với dự án điểm này, một số thực trạng được đánh giá đó là Thời gian chờ đợi lâu để nhận kết quả X-Quang; Quy trình thực hiện công việc chưa được hệ thống và chuẩn hóa. Mục tiêu của dự án đó là giảm thiểu thời gian chờ đợi để nhận kết quả xuống 50%. Sau đi triển khai áp dụng Mô hình tinh gọn (Lean), dự án này đã đạt được một số kết quả sau:

Chỉ tiêu	Kết quả đạt được		Tỷ lệ cải thiện
	Trước	Sau	
Tổng thời gian	162 phút	55 phút	66%
Tổng khoảng cách	4065.87 ft	2178.63 ft	46,4%
Số nhân viên	12 người	9 người	25,9%
Tỷ lệ PE	16,67%	43,64%	61,8%

### 6.3. Diễn hình áp dụng Mô hình tinh gọn (Lean) để nâng cao



## **chất lượng khám chữa bệnh và hiệu quả hoạt động tại Bệnh viện Quận Thủ Đức**

Chương trình nâng cao năng suất trong lĩnh vực dịch vụ công vẫn chưa được phổ biến rộng khắp như trong lĩnh vực tư nhân, tuy nhiên, trong những năm qua, Viện Năng suất Việt Nam thuộc Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đã có cơ hội học hỏi mô hình áp dụng Lean trong lĩnh vực dịch vụ công từ Tổ chức Năng suất Châu Á (APO) và đã triển khai áp dụng thành công trong một số tổ chức dịch vụ công, trong đó có Bệnh viện Quận Thủ Đức.

Bệnh viện Quận Thủ Đức là bệnh viện đạt giải Nhì về cải tiến chất lượng bệnh viện năm 2016, giải nhất về ứng dụng công nghệ thông tin trong cải cách hành chính và mô hình bệnh viện không giấy tờ năm 2017 của TP HCM. Có tốc độ tăng trưởng nhanh nhất trong các BV của TP HCM hiện tại BV có số lượng bệnh nhân khám bệnh ngoại trú trung bình 6500-7000 bệnh nhân/ngày.

Năm 2013-2014, dự án Lean tại Bệnh viện Quận Thủ Đức đã chọn ra 4 dự án điểm tại các khoa phòng đang có nhiều sự không hài lòng của bệnh nhân về thời gian chờ đợi quá lâu. Do đó cả 4 dự án điểm đều có cùng mục tiêu là rút ngắn thời gian chờ đợi của bệnh nhân.

Tuy rất bận rộn với công việc khám chữa bệnh hàng ngày, các nhóm dự án đã quyết tâm thực hiện và đã kết thúc đúng tiến độ kế hoạch đề ra. Hai lợi ích lớn nhất của dự án đạt được là Mục tiêu rút ngắn thời gian chờ đợi của bệnh nhân đã đạt được. Phát biểu tại buổi Sơ kết dự án Lean, Bác sỹ Nguyễn Minh Quân, giám đốc bệnh viện rất phấn khởi cho biết, Ban Lãnh đạo bệnh viện đã thành lập nhóm đánh giá độc lập tiến hành khảo sát, đánh giá tại các khoa thực hiện dự án điểm ban đầu cho thấy bệnh nhân rất hài lòng vì thời gian chờ đợi kết quả xét nghiệm, chụp Xquang, cấp phát thuốc đã giảm đáng kể so với trước đây.

Lợi ích thứ hai là các nhóm thực hiện dự án đã tiếp thu được

phương pháp Lean để tiếp tục thực hiện các dự án cải tiến khác. Bác sỹ Quân cho biết, sờ dĩ lấy tên buổi lễ sơ kết dự án thay vì Tổng kết, vì bệnh viện sẽ tiếp tục thực hiện cải tiến liên tục nâng cao chất lượng khám chữa bệnh bằng phương pháp Lean, mỗi giai đoạn sẽ tập trung cho một mục tiêu ưu tiên.

Ngoài ra dự án còn đạt được những lợi ích khác như có rất nhiều ý tưởng cải tiến được đề xuất, tinh thần làm việc nhóm, liên phòng ban được nâng cao do trong quá trình đề xuất cũng như thực hiện giải pháp cải tiến cần có sự phối hợp của nhiều cá nhân, bộ phận khác nhau. Các nhóm dự án nhận thức được điều kiện cần cho một dự án thành công như sự hỗ trợ của Ban lãnh đạo, phân rõ vai trò trách nhiệm của từng cá nhân trong nhóm, tính tuân thủ kỷ luật, thời hạn cam kết...

Kết quả ban đầu của dự án khiến bệnh nhân hài lòng, sự khen thưởng, động viên kịp thời của Ban Lãnh đạo bệnh viện khiến tinh thần của các bác sỹ trong nhóm dự án rất hào hứng, hài lòng, nâng cao tinh thần học hỏi liên tục, nâng cao kiến thức, kỹ năng và trình độ cá nhân, tạo đà cho việc tạo nên văn hóa cải tiến tại Bệnh viện.

Một số kết quả đạt được từ các dự án triển khai như sau:

Kết quả Dự án 1: Cải tiến qui trình cấp phát thuốc BHYT ngoại trú

<b>Loại toa thuốc</b>	<b>Thời gian cấp thuốc trước cải tiến</b>	<b>Mục tiêu dự án</b>	<b>Kết quả đạt được</b>
Dưới 6 loại thuốc	7 - 15 phút	Dưới 10 phút	5-7 phút
Từ 7 - 15 loại thuốc	15 - 29 phút	Dưới 15 phút	15 phút

Kết quả của các giải pháp cải tiến ngay:

Giảm số bước do gộp bước lấy toa thuốc và đóng dấu, cắt bỏ bước di chuyển trong khu vực phân toa, từ 7 bước xuống còn 5 bước

Giảm thời gian lấy thuốc từ 29 phút giảm xuống còn 20 phút và 15 phút với 2 loại toa.

Giảm khoảng cách di chuyển từ 15m xuống còn 8m

Số lượng đơn được thực hiện từ 1904 lên 2476 với tổng số 18 người / ngày

Kết quả Dự án 2: Rút ngắn thời gian từ lúc bệnh nhân nhập cấp cứu tới nhập khoa lâm sàng.

<b>Thời gian cấp cứu trước cải tiến</b>	<b>Mục tiêu dự án</b>	<b>Kết quả đạt được</b>
123 phút	60 phút	60 phút

Kết quả Dự án 3: Rút ngắn thời gian chờ đợi kết quả sinh hóa - miễn dịch

<b>Thời gian trả kết quả xét nghiệm trước cải tiến</b>	<b>Mục tiêu dự án</b>	<b>Kết quả đạt được</b>
120 phút	60 phút	60 phút

Kết quả Dự án 4: Rút ngắn thời gian chờ đợi kết quả X-quang

<b>Loại kỹ thuật chụp X quang</b>	<b>Thời gian trả kết quả X-quang trước cải tiến</b>	<b>Mục tiêu dự án</b>	<b>Kết quả đạt được</b>
Cột sống thắt lưng	103 phút, mức 60 phút đáp ứng 25%	100% BN được trả kết quả trong 60 phút	75% BN được trả kết quả trong 60 phút

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

Hà Minh Hiệp, Sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0. Nhà xuất bản Chính trị quốc gia Sự thật, 2019

Hà Minh Hiệp, Doanh nghiệp với lộ trình tiếp cận cách mạng công nghiệp 4.0. Nhà xuất bản Chính trị quốc gia Sự thật, 2020

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

<https://myautomation.solutions/solutions/convergence-of-information-and-operational-technology/>

Schuh, G.; Lenders, M.; Nussbaum, C.; Kupke, D. (2009) Design for Changeability. In ElMaraghy, H. A. (Ed.): Changeable and Reconfigurable Manufacturing Systems. London: Springer, pp. 251-266

Philipp Gerbert, Markus Lorenz, Michael Rübmann, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufa

[https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Enhanced\\_productivity\\_through\\_optimization\\_and\\_automation](https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Enhanced_productivity_through_optimization_and_automation)  
cturing Industries, 2015, Boston Consulting Group

Lu, S. C-Y.; ElMaraghy, W.; Schuh, G.; Wilhelm, R. (2007) A Scientific Foundation of Collaborative Engineering. In CIRP Annals - Manufacturing Technology 56 (2), pp. 605-634

Bresnahan, T. F.; Trajtenberg, M. (1995) General purpose technologies 'Engines of growth'? In Journal of Econometrics 65 (1), pp. 83-108

Allen, R. C. (2006) The British Industrial Revolution in Global Perspective. How Commerce Created The Industrial Revolution and Modern Economic Growth. Nuffield College

Jorgenson, D. W (1984) The Role of Energy in Productivity Growth. In The American Economic Review 74 (2), pp. 26-30

Rai, L.; Lal, K. (2000) Indicators of the information revolution. In *Technology in Society* 22 (2), pp. 221-235

Davis, P. A (1990) The dynamo and the computer. In *The American Economic Review* 80 (2), pp. 355-361

Papp, R. (1999) Business-IT alignment: productivity paradox payoff? In *Industrial Management & Data Systems* 99 (8), pp. 367-373

Brynjolfsson, E. (1993) The productivity paradox of information technology. In *Communications of the ACM* 36 (12), pp. 66-77

Dewan, Sanjeen; Kraemer, Kenneth L. (1998). "International dimensions of the productivity paradox". *Communications of the ACM*. 41 (8): 56-62

Jones, Spencer S.; et al. (2012). "Unraveling the IT Productivity Paradox-Lessons for Health Care". *New England Journal of Medicine*. 366 (24): 2243-2245

Greenwood, J. (1999) *The Third Industrial Revolution. Technology, Productivity, and Income Inequality*. In American Enterprise Institute for Public Policy Research. ISBN: 0-8447-7093-0

Jovanovic, B.; Rousseau, P. L (2005) *General Purpose Technologies* National Bureau of Economic Research (Working Paper Series #11093)

Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Hausberg, C., Fränken, B.: Collaboration moves productivity to the next level. *Procedia CIRP* 17, 3-8 (2014) 3

Brynjolfsson, E.; Hitt, L. M (2000) Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. In *The Journal of Economic Perspectives* 14 (4), pp. 23-48

Evangelista, R.; Vezzani, A. (2010) The economic impact of technological and organizational innovations. A firm-level analysis. In *Research Policy* 39 (10), pp. 1253-1263

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

Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig J. (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Acatech. pp. 13-78

Atzori, L.; Iera, A.; Morabito, G. (2010) The Internet of Things: A survey. In *Computer Networks* 54 (15), pp. 2787-2805

Sztipanovits, J.; Koutsoukos, X.; Karsai, G.; Kottenstette, N.; Antsaklis, P.; Gupta, V.; Goodwine, B.; Baras, J.; Shige Wang (2012) Toward a Science of Cyber-Physical System Integration. In *Proceedings of the IEEE* 100 (1), pp. 29-44

Sztipanovits, J.; Koutsoukos, X.; Karsai, G.; Kottenstette, N.; Antsaklis, P.; Gupta, V.; Goodwine, B.; Baras, J.; Shige Wang (2012) Toward a Science of Cyber-Physical System Integration. In *Proceedings of the IEEE* 100 (1), pp. 29-44

<https://hbr.org/2012/05/collaboration-will-drive-the-n>

Brettel, M.; Friederichsen, N.; Keller, M.; Rosenberg, M. (2014) How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. In *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering* 8 (1), pp. 37-44

M. Broy, "Cyber-Physikal Systeme: Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme," 2010

Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig J. (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Acatech. pp. 13-78

G. Schuh, T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, and J.-P. Prote, "Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0," *Procedia CIRP*, vol. 19, pp. 51-56, 2014

Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Hausberg, C., Fränken, B.: Collaboration moves productivity to the next level. *Procedia CIRP* 17, 3-8 (2014) 3

Brynjolfsson, E.; Hitt, L. M (2000) Beyond Computation:

Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. In *The Journal of Economic Perspectives* 14 (4), pp. 23-48

Hilbert, M.; López, P. (2011) The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. In *Science* 1 April 2011 (332), pp.60-65

Hilbert, M.; López, P. (2011) The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. In *Science* 1 April 2011 (332), pp.60-65

Schuh, G.; Stich, V.; Brosze, T.; Fuchs, S.; Pulz, C.; Quick, J.; Schürmeyer, M.; Bauhoff, F. (2011) High resolution supply chain management: optimized processes based on self-optimizing control loops and real time data. In *Prod. Eng. Res. Devel.* 5 (4), pp. 433-442

Gecevska, V.; Veza, I.; Cus, F.; Anisic, Z.; Stefanic, N. (2012) Lean PLM - Information Technology Strategy for Innovative and Sustainable Business Environment. In *International Journal of Industrial Engineering and Management* 3 (1), pp. 15-23

Bose, R. (2006) Understanding management data systems for enterprise performance management. In *Industrial Management & Data Systems* 106 (1), pp. 43-59

Lin, K.-J.; Panahi, M. (2010) A Real-Time Service-Oriented Framework to Support Sustainable Cyber-Physical-Systems. In *IEEE 8th International Conference on Industrial Informatics 2010*. Osaka, pp.15-21

Wagels, C.; Schmitt, R. (2012) Benchmarking of Methods and Instruments for Self-Optimization in Future Production Systems. In *45th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2012*, pp. 161-166

Brynjolfsson, E. (1993) The productivity paradox of information technology. In *Communications of the ACM* 36 (12), pp. 66-77

Lu, S. C.-Y.; ElMaraghy, W.; Schuh, G.; Wilhelm, R. (2007) A Scientific Foundation of Collaborative Engineering. In *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 56 (2), pp. 605-634

Merriam-Webster Inc. "collaboration". Springfield, MA

Daugherty, P. J.; Richey, R. Glenn; Roath, A. S.; Min, S.; Chen, H.; Arndt, A. D.; Genchev, S. E. (2006) Is collaboration paying off for firms? In *Business Horizons* 49 (1), pp. 61-70

Cheab, N.; Otmame, S.; Mallem, M. (2011) A Machine-Machine Collaboration Formalism based on Web services for Groupware Tailorability. In Shen, W. (Ed.): *Proceedings of the 2011 15th international conference on computer supported cooperative work in design (CSCWD)*, pp. 238-245

Schuh, G.; Potente, T.; Wesch-Potente, C.; Hauptvogel, A (2013) Sustainable increase of overhead productivity due to cyber-physical-systems. In Selinger, G. (Ed.): *Proc. of the 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing*. TU Berlin, pp. 332-335

Bedwell, W. L., Wildman, J. L.; DiazGranados, D.; Salazar, M.; Kramer, W. S.; Salas, E. (2012) Collaboration at work: An integrative multilevel conceptualization. *Human Resource Management Review*, pp. 128-145

Gerosa, M. A.; Pimentel, M.; Fuks, H.; de Lucena, C. J. P. (2006) Development of Groupware Based on the 3C Collaboration Model and Component Technology. In *Groupware: Design, Implementation, and Use*: Springer, pp. 302-309

Grünig, R.; Kühn, R. (2009) *Successful Decision-making. A Systematic Approach to Complex Problems*. Berlin: Springer. ISBN: 978-3-642-00853-5

Borghoff, U. M.; Schlichter, J. H. (2000) *Computer-Supported Cooperative Work*. Springer. ISBN: 3-540-66984-1

Flanagin, A. J.; Bator, M. (2010) The Utility of Information and Communication Technologies in Organizational Knowledge Management. In Canary, H. E., McPhee, R. D. (Eds.): *Communication and Organizational Knowledge*. London: Routledge, pp. 173-188

Barrett, S.; Konsynski, B. (1982) *Inter-Organizational*



Information Sharing Systems. In *MIS Quarterly* 6 (Special Issue), pp. 93-105

Fiala, P. (2005) Information sharing in supply chains. In *Omega* 33 (5), pp. 419-423

Rice, R. E.; Atkin, C. K. (2001) *Public communication campaigns*. 3rd ed. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications. ISBN: 0-7619-2205-9

Cecez-Kecmanovic, D. (2004) A sensemaking model of knowledge in organisations. *Knowledge Management Research Practice*, pp. 155-168

Olson, G. M.; Malone, T. W.; Smith, J. B. (Eds.) (2001) *Coordination theory and collaboration technology*. Mahwah, NJ: Erlbaum

Salas, E.; Burke C. S.; Cannon- Bowers, J. A. (2000) Teamwork: emerging principles. In *International Journal of Management Reviews* 2 (4), pp. 339-356

Epstein, M. J.; Manzoni, J. F.; Dávila, A. (Eds.). (2010) *Performance Measurement and Management Control: Innovative Concepts and Practices*. Emerald

Samaddar, S.; Kadiyala, S. S. (2006) An analysis of interorganizational resource sharing decisions in collaborative knowledge creation. In *European Journal of Operational Research* 170 (1), pp. 192-210

Malone, T. W.; Crowston, K. (1994) The interdisciplinary study of coordination. In *ACM Computing Surveys*, 26 (1), pp. 87-119

Cao, M.; Zhang, Q. (2012) *Supply Chain Collaboration: Roles of Interorganizational Systems, Trust, and Collaborative Culture*: Springer. ISBN: 978-1-447-14590-5

Kohn, A. (1992) *No Contest: The Case Against Competition*: Houghton Mifflin. ISBN: 0-395-63125-4

Fitzroy, F. R.; Kraft, K. (1987) Cooperation, Productivity, and Profit Sharing. In *The Quarterly Journal of Economics* 102 (1), pp. 23-36

Malone, T. W. (1999) Is 'Empowerment' Just a Fad? Control, Decision Making, and Information Technology. In *BT Technology Journal*, p. 141

Windt, K.; Hülsmann, M. (2007) Changing Paradigms in Logistics - Understanding the Shift from Conventional Control to Autonomous Cooperation and Control. In Hülsmann, M., Windt, K. (Eds.): *Understanding Autonomous Cooperation and Control in Logistics*. Springer Berlin, pp. 1-16

Schuh, G.; Stich, V.; Brosze, T.; Fuchs, S.; Pulz, C.; Quick, J.; Schürmeyer, M.; Bauhoff, F. (2011) High resolution supply chain management: optimized processes based on self-optimizing control loops and real time data. In *Prod. Eng. Res. Devel.* 5 (4), pp. 433-442

Lucke, D.; Constantinescu, C.; Westkämper, E. (2008) Smart Factory. A Step towards the Next Generation of Manufacturing. In *Manufacturing Systems and Technologies for New Frontier*. Springer London, pp.115- 118

Kleijnen, Jack (2005) Supply chain simulation tools and techniques. In *International Journal of Simulation & Process* 1 (1/2), pp. 82-89

Gorroochurn, P. (2012) *Classic Problems of Probability*: Wiley. ISBN: 978-1-118-06325-5

Engwall, M.; Jerbrant, A. (2003) The resource allocation syndrome: the prime challenge of multi-project management? In *International Journal of Project Management* 21 (6), pp. 403-409

Lakshmanan, K.; Niz, D. de; Rajkumar, R.; Moreno, G. (2010) Resource Allocation in Distributed Mixed-Criticality Cyber-Physical Systems. In: *IEEE 30th International Conference on Distributed Computing Systems*. Genoa, pp. 169-178

Broy, M.; Cengarle, M. Victoria; Geisberger, E. (2012) Cyber-Physical Systems: Imminent Challenges. In: *Large-Scale Complex IT Systems. Development, Operation and Management*, vol. 7539. Springer Berlin Heidelberg, pp. 1-28

Mentzer John; DeWitt, W.; Keebler, J.S.; Min, S.; Nix, N.; Smith, C. (2001) Defining Supply Chain Management. In *Journal of Business Logistics* 22 (2), pp. 1-25

Frazzon, E. Morosini; Hartmann, J.; Makuschewitz, T.; Scholz-Reiter, B. (2013) Towards Socio-Cyber-Physical Systems in Production Networks. In *46th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013* 7 (0), pp. 49- 54

Brecher, C.; Jeschke, J. Schuh, G., Aghassi, S.; Arnoscht, J.; Bauhoff, F.; Fuchs, S.; Jooß, C.; Karmann, W. O.; Kozielski, S.; Orilski, S.; Richert, A.; Roderburg, A.; Schiffer, M.; Schubert, J.; Stiller, S.; Tönissen, S.; Welter, F. (2010) The Polylemma of Production. In *Integrative Production Technology for High-Wage Countries*. Berlin: Springer. ISBN: 978-3-642-21066-2, pp. 20-22

Schuh, G.; Potente, T.; Fuchs, S.; Thomas, C.; Schmitz, S.; Hausberg, C.; Hauptvogel, A.; Brambring, F. (2013) Self-Optimising Decision- Making in Production Control. In *Robust Manufacturing Control*. Berlin: Springer, pp. 443-454

Schuh, G.; Potente, T.; Varandani, R.; Hausberg, C.; Fränken, B. (2014) Collaboration Moves Productivity To The Next Level. To be published in *47th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2014*

Paasivaara, M.; Durasiewicz, S.; Lassenius, C. (2008) Distributed Agile Development: Using Scrum in a Large Project. In *2008 IEEE International Conference on Global Software Engineering*. Bangalore, pp. 87-95

Brecher, C.; Jeschke, J. Schuh, G., Aghassi, S.; Arnoscht, J.; Bauhoff, F.; Fuchs, S.; Jooß, C.; Karmann, W. O.; Kozielski, S.; Orilski, S.; Richert, A.; Roderburg, A.; Schiffer, M.; Schubert, J.; Stiller, S.; Tönissen, S.; Welter, F. (2010) Individualised Production. In *Integrative Production Technology for High-Wage Countries*. Berlin: Springer. ISBN: 978- 3-642-21066-2, pp. 77-239

Rink, D. R.; Swan, J. E. (1979) Product life cycle research: A literature review. In *Journal of Business Research* 7 (3), pp. 219-242

Schuh, G.; Potente, T.; Kupke, D.; Varandani, R. (2013) Innovative Approaches for Global Production Networks. In Robust Manufacturing Control. Berlin: Springer, pp. 385-397

Pfeifer, T. (2002) Quality and Economic Efficiency. In Quality Management. Hanser München Wien . ISBN 3-446-22003-8

Albers, R.; Yanik, M. (2007) Binomialverteilung. In Skript zur Vorlesung „Stochastik“. Universität Bremen. <http://www.math.unibremen.de/didaktik/ma/ralbers/Veranstaltungen/Stochastik12/>

Schleich, H.; Schaffer, J.; Scavarda, L.F. (2007) Managing Complexity in Automotive Production. In 19th International Conference on Production Research 2007. Valparaiso, Chile

The Economist ( 2012) The third industrial revolution. In The Economist April 21th 2012. [www.economist.com/node/21553017](http://www.economist.com/node/21553017)

Project Management Institute, A guide to project management body of knowledge (PMBOK Guide), 4th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute Inc, 2008

Peng, D. X, Heim, G. R, and Mallick, D. N, “Collaborative Product Development: The Effect of Project Complexity on the Use of Information Technology Tools and New Product Development Practices,” Production and Operations Management, vol. 23, no. 8, pp. 1421-1438, 2014

Peng, D. X, Heim, G. R, and Mallick, D. N, “Collaborative Product Development: The Effect of Project Complexity on the Use of Information Technology Tools and New Product Development Practices,” Production and Operations Management, vol. 23, no. 8, pp. 1421-1438, 2014

Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, “Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies,” Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS); January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018

Arsenyan, J, Büyüközkan, G, and Feyzioglu, O, "Modeling collaboration formation with a game theory approach," *Expert Systems with Applications*, no. 42, pp. 2073-2085, 2015

Schuh, G, Riesener, M, and Mattern, C, "Examining Collaboration in Interdisciplinary Product Development Focusing on Dependencies," *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*; January 3-6, 2018 Hawaii, pp. 155-163, 2018

Bart van Ark, 2016. "The Productivity Paradox of the New Digital Economy," *International Productivity Monitor, Centre for the Study of Living Standards*, vol. 31, pages 3-18

Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahlström, P., Wiesinger, A., & Subramaniam, A. (2018). *Skill shift: Automation and the future of the workforce*. Discussion Paper

French employees face challenge to short-hours culture, 26 April 2019, *Financial Times*

Why digitalisation is key to increasing productivity, 6 Oct 2017, *The Manufacturer*

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

When Lean Meets Industry 4.0 The Next Level of Operational Excellence, By Daniel Küpper, Ailke Heidemann, Johannes Ströhle, Daniel Spindelndreier, and Claudio Knizek, DECEMBER 14, 2017

G. Schuh, *Lean Innovation*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer Berlin Heidelberg, 2013

Shah R, Ward P. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management* 2003; 21:129-149

Mirzaei P. *Lean production: introduction and implementation*

barriers with SME's in Sweden. Master thesis from School of Engineering, Jonkoping; 2011

Mirzaei P. Lean production: introduction and implementation barriers with SME's in Sweden. Master thesis from School of Engineering, Jonkoping; 2011

Wyrwicka MK. Rewolucja czy ewolucja w logistyce? [Revolution or evolution in logistics?]. *Logistyka* 2014;3:9-11]; [Wyrwicka MK. Kultura techniczna a rozwój przedsiębiorstwa [Technical culture and development of enterprise]. In: Szymańska K, editor

U. Dombrowski, T. Richter and P. Krenkel, "Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems: A Use Cases Analysis," *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 1061-1068, 2017

H. Künzel (ed.), *Erfolgsfaktor Lean Management 2.0: Wettbewerbsfähige Verschlanung auf nachhaltige und kundenorientierte Weise*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer Gabler, 2016]; [B. Wang, J. Zhao, Z. Wan, J. Ma, H. Li and J. Ma, *Lean Intelligent Production System and Value Stream Practice*. 2016

T. Wagner, C. Herrmann and S. Thiede, "Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems," *Procedia CIRP*, vol. 63, pp. 125-131, 2017

B. G. Rüttimann and M. T. Stöckli, "Lean and Industry 4.0—Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification Regarding the Supposed Clash of Two Production Systems," *Journal of Service Science and Management*, vol. 9, no. 6, pp. 485-500, 2016]; [D. Kolberg and D. Zühlke, "Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 48, no. 3, pp. 1870-1875, 2015

B. Mrugalska and M. K. Wyrwicka, "Towards Lean Production in Industry 4.0," *Procedia Engineering*, vol. 182, pp. 466-473, 2017

A. Mayr, M. Weigelt, A. Kühl, S. Grimm, A. Erll, M. Potzel, and J. Franke, "Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0". *Procedia CIRP* 72, no. 1, pp.622-628, 2018

N. Fescioglu-Unver, S. Choi, D. Sheen and S. Kumara, "RFID in production and service systems: Technology, applications and issues," *Information Systems Frontiers*, vol. 17, no. 6, pp. 1369-1380, 2015

K. Ding and P. Jiang, "RFID-based production data analysis in an IoT-enabled smart job-shop," *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, pp. 1-11, 2017

G. Srinivasan and G. Ganesh Prasad, "The role of Intelligent Automation, Big Data and Internet of Things in Manufacturing - A Survey," *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, vol. 3, no. 5, pp. 934-940, 2017

K. Zywicki, P. Rewers and M. Bozek, "Data Analysis in Production Levelling Methodology," in *Recent Advances in Information Systems and Technologies*, Á. Rocha, A. M. Correia, H. Adeli, L. P. Reis and S. Costanzo, Ed. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017, pp. 460-468

S. Benbelkacem et. al., "Augmented Reality Platform for Collaborative E-Maintenance Systems," in *Augmented Reality - Some Emerging Application Areas*, A. Y. C. Nee, Ed. London, UK: InTech, 2011

A. Jardine, D. Lin and D. Banjevic, "A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance," *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 20, no. 7, pp. 1483- 1510, 2006

F. Brunner, *Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production System GD3 - Lean Development*, 2nd ed. München, Germany: Hanser, 2011

---

In ... cuốn, khổ ...cm, tại Công ty Cổ phần In Hà Nội - Lô 6B CN5  
Cụm Công nghiệp Ngọc Hồi - Thanh Trì - Hà Nội. Đăng ký kế hoạch  
xuất bản số .../CXBIPH/.../LĐ. Quyết định xuất bản số .../QĐ-  
NXBLĐ ngày ...

Mã số ISBN: ...

In xong và nộp lưu chiểu quý ... năm 2020.