

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆU SUẤT THIẾT BỊ TỔNG THỂ (OEE) TRONG LĨNH VỰC SẢN XUẤT CƠ KHÍ

ASSESSING OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) IN THE MECHANICAL MANUFACTURING INDUSTRY

TS. Ngô Gia Việt

Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email: vietng.vck@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT

Trong kỷ nguyên công nghiệp ứng dụng công nghệ cao, tối ưu hóa năng lực sản xuất là yếu tố quan trọng và sống còn đối với các doanh nghiệp cơ khí. Nghiên cứu này tập trung phân tích và đánh giá chỉ số Hiệu suất thiết bị tổng thể (Overall Equipment Effectiveness - OEE) nhằm nhận diện và định lượng các tổn thất trong quá trình vận hành máy móc. Thông qua việc phân tích dữ liệu thực tế từ các hệ thống máy gia công cơ khí (máy CNC, máy đột dập, hệ thống bọc/mạ), nghiên cứu chỉ ra rằng các doanh nghiệp cơ khí thường đối mặt với thách thức lớn về Tỷ lệ hiệu suất (Performance) do tốc độ vận hành không đạt thiết kế và thời gian dừng máy chuẩn bị sản xuất kéo dài. Kết quả đánh giá thực nghiệm cho thấy chỉ số OEE trung bình trong lĩnh vực này dao động quanh mức 60-70%, thấp hơn đáng kể so với tiêu chuẩn chung (85%). Nghiên cứu cũng đề xuất các giải pháp chiến lược như áp dụng bảo trì năng suất toàn diện (TPM) và công cụ chuyển đổi nhanh (SMED) để nâng cao hiệu suất đối với ngành sản xuất cơ khí.

Từ khóa: Sản xuất tinh gọn; Cơ khí chế tạo; Hiệu suất thiết bị tổng thể; Tỷ lệ sẵn sàng; Tỷ lệ hiệu suất; Tỷ lệ chất lượng.

ABSTRACT

In the era of high-tech industrial application, optimizing production capacity is a vital factor for survival in mechanical engineering enterprises. This study focuses on analyzing and evaluating the Overall Equipment Effectiveness (OEE) index to identify and quantify losses during machinery operation. By analyzing empirical data from mechanical processing systems (including CNC machines, punching machines, and coating/plating systems), the research indicates that mechanical enterprises frequently face significant challenges regarding the Performance rate due to suboptimal operating speeds and prolonged setup times. Experimental results show that the average OEE in this sector fluctuates between 60% and 70%, significantly lower than the world-class benchmark of 85%. Furthermore, the study proposes strategic solutions such as the implementation of Total Productive Maintenance (TPM) and Single-Minute Exchange of Die (SMED) tools to enhance operational efficiency within the mechanical manufacturing industry.

Keywords: Lean manufacturing; Mechanical engineering; Overall equipment effectiveness (OEE); Availability; Performance; Quality.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành sản xuất cơ khí đóng vai trò là xương sống của nền kinh tế, cung cấp máy móc, thiết bị và công cụ cho mọi ngành sản xuất khác. Tuy nhiên, các doanh nghiệp cơ khí hiện nay đang phải đối mặt với áp lực ngày càng tăng về việc giảm chi phí, rút ngắn thời gian giao hàng và nâng cao chất lượng sản phẩm trong bối cảnh giá nguyên vật liệu và chi phí nhân công biến động.

Thực tế tại nhiều nhà máy cơ khí, việc quản lý máy móc vẫn còn dựa nhiều vào kinh nghiệm cảm tính. Những lãng phí như máy chờ lệnh sản xuất, thời gian thay khuôn kéo dài, hay máy chạy dưới tốc độ thiết kế thường bị bỏ qua hoặc không được định lượng chính xác. Điều này dẫn đến tình trạng doanh nghiệp đầu tư lớn vào hệ thống máy móc hiện đại nhưng không đạt được hiệu quả sản xuất như kỳ vọng do hiệu suất khai thác thấp.

Chỉ số OEE (Overall Equipment Effectiveness) xuất hiện như một giải pháp chuẩn hóa để giải quyết bài toán này [1, 2]. Khác với các chỉ số đo lường đơn lẻ, OEE tích hợp ba khía cạnh sống còn: Tính Vận hành, Hiệu suất và Chất lượng vào một con số duy nhất [3-5]. Nghiên cứu này nhằm mục tiêu xây dựng một quy trình đánh giá OEE chuẩn cho lĩnh vực cơ khí, giúp các nhà quản lý nhận diện “6 tổn thất lớn” và đưa ra các quyết định cải tiến dựa trên dữ liệu thực tế thay vì suy đoán.

2. TỔNG QUAN VỀ HIỆU SUẤT THIẾT BỊ TỔNG THỂ (OEE)

2.1. Khái niệm về Hiệu suất thiết bị tổng thể (OEE)

OEE là một chỉ số đo lường mức độ thực sự hiệu quả của một thiết bị sản xuất so

với tiềm năng tối đa của nó [6-8]. Nó được tính bằng tích của ba thành tố:

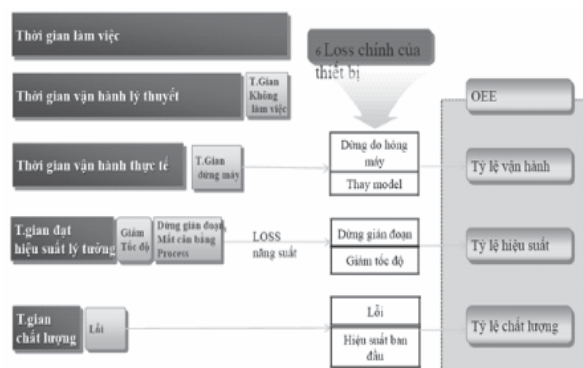
$$OEE = \text{Tỷ lệ vận hành (A)} \times \text{Tỷ lệ hiệu suất (P)} \times \text{Tỷ lệ chất lượng (Q)}$$

Trong đó:

- Tỷ lệ Vận hành (Availability - A): Phản ánh thời gian máy thực tế hoạt động so với thời gian được lập kế hoạch [9, 10]. Chỉ số này loại trừ các tổn thất do dừng máy như hỏng hóc thiết bị, thiếu nguyên vật liệu, hoặc thời gian cài đặt/thay đổi khuôn mẫu.

- Tỷ lệ Hiệu suất (Performance - P): Phản ánh tốc độ sản xuất thực tế so với tốc độ thiết kế (chu kỳ lý tưởng) [9, 10]. Chỉ số này tính đến các tổn thất về tốc độ như máy chạy chậm do hao mòn, máy chạy không tải, hoặc các điểm dừng vật dưới 5 phút mà nhân viên không ghi chép lại thành lỗi dừng máy.

- Tỷ lệ Chất lượng (Quality - Q): Phản ánh số lượng sản phẩm đạt chuẩn trên tổng sản phẩm làm ra [9, 10]. Chỉ số này phản ánh tổn thất về phế phẩm (Defect Loss), bao gồm hàng lỗi phải bỏ đi hoặc hàng cần gia công lại.



Hình 1. Sơ đồ xác định hiệu suất thiết bị tổng thể.

2.2. Hệ thống 6 tổn thất lớn (6 Big Losses)

Trong lĩnh vực cơ khí, 6 tổn thất này biểu hiện rất rõ nét, bao gồm:

1. Hồng học thiết bị: Các lỗi về hệ thống thủy lực, điện điều khiển CNC hoặc mòn cơ khí đột ngột.

2. Cài đặt và điều chỉnh: Thời gian thay dao, thay khuôn, căn chỉnh tọa độ phôi.

3. Dừng vật và chạy không tải: Máy dừng do kẹt phôi, chờ công nhân gá phôi hoặc các sự cố nhỏ dưới 5 phút.

4. Giảm tốc độ: Máy chạy chậm hơn tốc độ tiến dao (feed rate) tối ưu để đảm bảo độ bóng bề mặt hoặc do máy cũ.

5. Lỗi quy trình: Sản phẩm bị sai kích thước, dung sai không đạt do rung động hoặc sai số máy.

6. Hao hụt khí khởi động: Các chi tiết đầu tiên sau khi thay dao thường phải chạy thử và dễ thành phế phẩm.

3. TÍNH TOÁN HIỆU SUẤT THIẾT BỊ TỔNG THỂ (OEE) TRÊN DÂY CHUYỀN SẢN XUẤT CƠ KHÍ

Nhằm tính toán hiệu suất thiết bị tổng thể (OEE) và đánh giá hiệu quả trong điều kiện sản xuất thực tế, trong phạm vi nghiên cứu đã tiến hành các bước đo đạc và tiến hành thực nghiệm đối với dây chuyền sản xuất dây cáp điện tại Công ty TNHH Tâm Chiến, Hải Phòng [11].

3.1. Thu thập dữ liệu

Dữ liệu được trích xuất từ phần mềm theo dõi sản xuất của Công ty TNHH Tâm Chiến. Chuỗi số liệu được ghi nhận đối với 3 cụm thiết bị chính: Máy bọc 1, Máy bọc 2 và Máy bọc 3 trong khoảng thời gian từ ngày 05/11/2025 đến ngày 16/11/2025. Hệ thống ghi nhận các thông số bao gồm: Lịch sử sản xuất (sản lượng đầu ra kế hoạch/thực tế, thời gian bắt đầu/kết thúc, Cycle time), lịch sử dừng máy (nguyên nhân, thời gian dừng) và báo cáo OEE tổng hợp.

Bảng 1. Minh họa theo dõi dữ liệu lịch sử sản xuất

Ngày SX	Sản xuất	Mã máy	SL đầu ra KH	TG bắt đầu thực tế	TG kết thúc sản xuất	SL đầu ra thực tế
5/11/2025	1x1.0 NISHAN đỏ	Máy bọc 2	18,000	7:25:00 AM	11:01:00 AM	18,008
5/11/2025	1x1.0 NISHAN vàng	Máy bọc 2	17,000	11:17:00 AM	2:29:00 PM	16,704
5/11/2025	1x1.0 NISHAN xanh	Máy bọc 2	15,000	2:49:00 PM	6:30:00 PM	15,000
5/11/2025	1.5 CL2 đỏ	Máy bọc 2	50,000	7:30:00 PM	12:30:00 AM	50,000
6/11/2025	4.0 PTE đỏ	Máy bọc 2	20,000	1:00:00 AM	2:45:00 AM	20,100
6/11/2025	4.0 PTE trắng	Máy bọc 2	20,000	2:45:00 AM	4:45:00 AM	20,000
6/11/2025	2.5 PTE trắng	Máy bọc 2	25,000	5:00:00 AM	7:48:00 AM	25,243
6/11/2025	2.5 PTE đỏ	Máy bọc 2	25,000	7:51:00 AM	10:35:00 AM	25,260

6/11/2025	1.5 PTE đỏ	Máy bọc 2	40,000	10:42:00 AM	2:48:00 PM	40,000
6/11/2025	1.5 PTE trắng	Máy bọc 2	40,000	2:52:00 PM	7:00:00 PM	40,000
6/11/2025	1.5 HDHTL3 trắng	Máy bọc 2	34,000	7:15:00 PM	10:40:00 PM	34,300
6/11/2025	1.5 HDHTL3 đỏ	Máy bọc 2	34,000	10:45:00 PM	2:15:00 AM	34,300
7/11/2025	1.5 HDHTL3 đỏ	Máy bọc 2	40,000	2:35:00 AM	7:00:00 AM	40,200
7/11/2025	2.5 NISHAN	Máy bọc 2	40,000	7:04:00 AM	11:00:00 AM	40,200
7/11/2025	3x1.5 TAT trắng	Máy bọc 2	20,000	11:10:00 AM	1:55:00 PM	19,670
7/11/2025	3x1.5 TAT đỏ	Máy bọc 2	20,000	1:59:00 PM	5:00:00 PM	19,660
7/11/2025	3x1.5 TAT đen	Máy bọc 2	20,000	5:05:00 PM	7:45:00 PM	19,700
7/11/2025	0.75 CL2	Máy bọc 2	50,000	8:00:00 PM	1:15:00 AM	50,300

Bảng 2. Minh họa theo dõi dữ liệu lịch sử dùng máy.

NGÀY	THIẾT BỊ	SỰ CỐ	THỜI GIAN DỪNG (phút)	Level 1	Level 2	Level 3
5/11/2024	Máy bọc 2	Đổi khuôn	20	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Đổi khuôn
5/11/2024	Máy bọc 2	Đẩy nhựa thay mẫu	5	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Đẩy nhựa thay mẫu
5/11/2024	Máy bọc 2	Thay màu	16	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay màu
5/11/2024	Máy bọc 2	Thay màu	20	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay màu
5/11/2024	Máy bọc 2	Vệ sinh cuối ca	30	Loss không sản xuất	Không có KHSX	Vệ sinh cuối ca
5/11/2024	Máy bọc 2	Thay màu	30	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay màu
6/11/2024	Máy bọc 2	Thay dây	30	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay dây
6/11/2024	Máy bọc 2	Thay dây	15	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay dây
6/11/2024	Máy bọc 2	Thay lô	3	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay lô
6/11/2024	Máy bọc 2	Nổi lô	4	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Nổi lô

6/11/2024	Máy bọc 2	Đổi khuôn	7	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Đổi khuôn
6/11/2024	Máy bọc 2	Thay lô	4	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay lô
6/11/2024	Máy bọc 2	Thay dây	15	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay dây
6/11/2024	Máy bọc 2	Thay lô	5	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay lô
7/11/2024	Máy bọc 2	Thay dây	20	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay dây
7/11/2024	Máy bọc 2	Thay lô	4	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay lô
7/11/2024	Máy bọc 2	Thay lô	3	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay lô
7/11/2024	Máy bọc 2	Thay dây	10	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay dây
7/11/2024	Máy bọc 2	Thay màu	4	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay màu
7/11/2024	Máy bọc 2	Thay màu	5	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay màu
7/11/2024	Máy bọc 2	Thay dây	15	Loss vận hành không hiệu quả	Chuẩn bị sản xuất	Thay dây

3.2. Tính toán hiệu suất thiết bị tổng thể OEE

Theo kết quả tổng hợp dữ liệu, các thông số đầu vào cơ bản của toàn bộ hệ thống máy bọc trong một chu kỳ sản xuất như sau:

- Tổng thời gian chạy máy theo kế hoạch: 38880 phút.
- Thời gian vận hành thực tế: 36420 phút.
- Thời gian vận hành tính năng: 34555 phút.
- Tổng sản lượng sản xuất: 2.384.584mm.
- Chu kỳ thời gian thiết kế (Takt time): 0.6126 phút/sản phẩm.

Dựa trên các dữ liệu trên, các thành phần của OEE được tính toán như sau:

- Bước 1 – Tính Tỷ lệ vận hành (Availability - A):

$$A = (\text{Thời gian vận hành thực tế}) / (\text{Tổng}$$

thời gian kế hoạch) = $36420 / 38880 = 0.9367$ (93.67%)

- Bước 2 – Tính Tỷ lệ hiệu suất (Performance - P):

$$P = (\text{Thời gian vận hành tính năng}) / (\text{Thời gian vận hành thực tế}) - \text{Loss Giảm tốc} = 34555 / 36420 - 0.2954 = 0.6535$$
 (65.34%)

Dữ liệu tính toán từ hệ thống cho kết quả $P = 0.6534$ (65.34%), trong đó tổn thất do giảm tốc độ (Loss-speed) chiếm tỷ trọng rất lớn (29.54%).

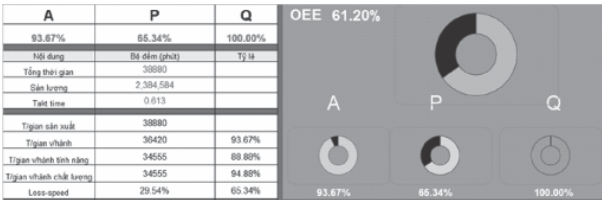
- Bước 3 – Tính Tỷ lệ chất lượng (Quality - Q):

Theo dữ liệu ghi nhận, số lượng hàng phế phẩm (SL NG) bằng 0, do đó Tỷ lệ chất lượng $Q = 1.0$ (100%). Thời gian vận hành chất

lượng bằng với thời gian vận hành tính năng (34555 phút).

• Bước 4 – Tính Hiệu suất thiết bị tổng thể (OEE):

$$OEE = A \times P \times Q = 93.67\% \times 65.33\% \times 100\% = 61.20\%.$$



Hình 2. Kết quả tính toán hiệu suất thiết bị tổng thể OEE.

3.3. Phân tích hiệu suất thiết bị tổng thể OEE

Chỉ số OEE 61.20% cho thấy hệ thống thiết bị trên dây chuyền sản xuất cấp điện tại Công ty TNHH Tâm Chiến vẫn còn khoảng trống lớn để cải thiện so với tiêu chuẩn (OEE: 85%). Dưới đây là phân tích chi tiết về 3 khía cạnh:

* Phân tích Tỷ lệ vận hành (Availability - 93.67%)

Chỉ số Availability đạt 93.67% là một con số tương đối tích cực, cho thấy thời gian máy chạy thực tế chiếm tỷ lệ lớn. Tuy nhiên, trong 38880 phút tổng thời gian, hệ thống vẫn thất thoát 2.460 phút (tương đương 41 giờ) cho việc dừng máy. Phân tích lịch sử dừng máy cho thấy các nguyên nhân chính bao gồm:

1. Thời gian chuẩn bị sản xuất (Setup Time): Chiếm tỷ trọng lớn nhất trong các tổn thất vận hành không hiệu quả. Các thao tác “Thay dây”, “Thay màu”, “Thay lô”, “Đổi khuôn”, “Nối lô” diễn ra liên tục, trong đó mỗi lần thay dây hoặc thay màu mất từ 15 đến 60 phút. Máy bọc 2 là

thiết bị phải chuyển đổi mã hàng nhiều nhất, dẫn đến số phút hao phí lên tới 1.280 phút.

2. Chờ lệnh sản xuất (Waiting Time): Thuộc nhóm Loss không sản xuất. Dữ liệu ghi nhận những khoảng thời gian chờ lệnh cực kỳ dài, ví dụ ngày 16/11 Máy bọc 1 chờ lệnh sản xuất lên đến 960 phút (16 tiếng), Máy bọc 2 chờ lệnh 480 phút. Điều này phản ánh khâu lập kế hoạch sản xuất chưa tối ưu, dẫn đến máy có nhân lực nhưng không có việc để làm, hoặc không kết nối tốt giữa kho vật tư và lệnh sản xuất.

Bảng 3. Phân bổ lãng phí thời gian theo các cụm máy.

		Tổng Loss time (phút)
		2205
	LEVEL 1	LOSSTIME
Máy bọc 1	Loss không sản xuất	960
	Loss vận hành không hiệu quả	255
Máy bọc 2	Loss không sản xuất	990
	Loss vận hành không hiệu quả	1280
Máy bọc 3	Loss không sản xuất	510
	Loss vận hành không hiệu quả	330

3. Sự cố máy móc và Lỗi: Ghi nhận một số trường hợp “Đứt đồng” (30-50 phút/lần) hoặc thay đầu máy mất 120 phút. Tuy nhiên, tỷ lệ hỏng hóc cơ khí nghiêm trọng khá ít.

* Phân tích Tỷ lệ Hiệu suất (Performance - 65.33%)

Đây là vấn đề nghiêm trọng nhất kéo tụt hiệu suất thiết bị tổng thể OEE của cả dây chuyền sản xuất. Tỷ lệ hiệu suất chỉ đạt 65.33% chứng tỏ máy móc đang chạy với tốc độ chỉ bằng xấp xỉ 2/3 so với công suất chuẩn (Takt time).

Nguyên nhân của sự suy giảm hiệu suất quá lớn kể trên (mất đi hơn 1.865 phút vận hành tính năng) thường đến từ:

- Giảm tốc độ có chủ đích: Người vận hành cố tình giảm tốc độ máy chạy (chỉnh chiết áp, giảm số vòng quay) để tránh đứt dây, tránh lỗi bề mặt bọc nhựa, hoặc do cảm thấy máy rung lắc không an toàn khi chạy tốc độ cao.

- Dừng vặt (Minor Stops): Kẹt dây cáp nhỏ, nhựa đùn không đều, buộc phải dừng vài chục giây đến vài phút để căn chỉnh lại nhưng công nhân không nhập vào file lịch sử dừng máy. Những điểm dừng này tuy ngắn nhưng xảy ra liên tục, tạo ra tổn thất Speed Loss rất lớn.

* Phân tích Tỷ lệ Chất lượng (Quality - 100%)

Chỉ số Q đạt mức tối đa 1.0 (100%) theo dữ liệu thu thập. Chỉ số trên là đặc trưng cơ bản của dây chuyền sản xuất dây cáp điện, khi độ dài dây cáp được cắt để kiểm định chiếm tỉ lệ rất nhỏ so với độ dài cuộn cáp. Tuy nhiên, cũng cần tính tới số lượng sản phẩm lỗi bị trả về trong các công đoạn tiếp theo mà không được ghi nhận vào số lượng sản xuất, hoặc lượng phế liệu đã bị tái chế ngay lập tức mà không ghi chép vào báo cáo OEE.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu tập trung vào việc áp dụng phương pháp tính hiệu suất thiết bị tổng thể OEE nhằm đánh giá hiệu quả sản xuất trên các dây chuyền sản xuất cơ khí. Kết quả tính

toán thực nghiệm đối với dây chuyền sản xuất dây cáp điện với mức OEE trung bình 61.20%, cùng với việc phân tích các yếu tố nội hàm bên trong chỉ số OEE cho thấy nền tảng cơ bản tốt về duy trì tình trạng thiết bị với mức độ sẵn sàng cao, nhưng đang tồn tại các vấn đề về hao hụt hiệu suất và lãng phí trong quá trình chuẩn bị sản xuất.

Dựa trên kết quả nghiên cứu và tính toán, đối với quy trình sản xuất dây cáp điện nói trên cần tiến hành các biện pháp cải tiến với các đề xuất như sau:

- Chuẩn hóa quy trình Setup (SMED): Thiết kế các bộ gá nhanh, chuẩn bị dao cụ và chương trình CNC sẵn sàng trước khi dừng máy cũ để bắt đầu đơn hàng mới.

- Bảo trì năng suất toàn diện (TPM): Chuyển đổi từ bảo trì sửa chữa sang bảo trì dự phòng để tăng độ tin cậy của máy CNC.

- Số hóa dữ liệu sản xuất: Sử dụng hệ thống giám sát thời gian thực để ghi nhận chính xác các điểm dừng vặt và tốc độ thực tế của máy, thay vì dựa vào báo cáo giấy.

- Tối ưu hóa lập kế hoạch: Giảm thời gian chờ đợi bằng cách cân bằng chuyền và tối ưu hóa lộ trình di chuyển của phôi giữa các công đoạn.

Nội dung và kết quả trong phạm vi nghiên cứu là cơ sở nhằm xây dựng quy trình đánh giá hiệu quả và hiệu suất sử dụng thiết bị chung trên toàn bộ hệ thống sản xuất, cho phép đề ra các phương án cải tiến tối ưu trong lĩnh vực sản xuất cơ khí.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường 

Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số:
DT25-26.52.❖

Ngày nhận bài: **02/4/2026**

Ngày phản biện: **10/4/2026**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Albert Lester, “*Project Management, Planning, and Control*”, 6th Edition, 2017.
- [2]. Robert C. Hansen, “*Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/Maintenance Tool for Increased Profits*”, 2001.
- [3]. Nguyễn Đình Phan, Đặng Ngọc Sự, “*Quản trị chất lượng*”. NXB. Đại học Kinh tế Quốc dân, 2013.
- [4]. Đinh Bá Hùng Anh, “*Quản trị dự án*”. NXB. Tài chính, 2019.
- [5]. Nguyễn Như Phong, “*Quản lý sản xuất*”. NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2013.
- [6]. Nguyễn Văn Chung, “*Quản lý bảo trì công nghiệp*”. NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2012.
- [7]. Gavriel Salvendy, “*Handbook of Industrial Engineering*”, vol.3. Institute of Industrial Engineering, 2001.
- [8]. Trương Văn Tú, Trần Thị Song Minh, “*Hệ thống thông tin quản lý*”. NXB. Thống kê, 2000.
- [9]. Lindley R. Higgins, “*Maintenance Engineering Handbook*”, vol.6. McGraw-Hill, 2002.
- [10]. Theodore T. Allen, “*Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma*”. Ohio State University, 2006.
- [11]. Cổng thông tin điện tử Công ty TNHH Tâm Chiên: <https://tachiko.vn/>.