

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ ÁP DỤNG MES TRONG CẢI TIẾN QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG TẠI MỘT SỐ DOANH NGHIỆP SẢN XUẤT CƠ KHÍ Ở VIỆT NAM

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF MES IN IMPROVING QUALITY MANAGEMENT IN SELECTED MECHANICAL MANUFACTURING ENTERPRISES IN VIETNAM

Phạm Anh Đức, Phạm Minh Ngọc*

Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email: ngocpm.mtb@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo đánh giá hiệu quả áp dụng hệ thống điều hành sản xuất MES (Manufacturing Execution System) trong cải tiến quản lý chất lượng tại một số doanh nghiệp sản xuất cơ khí ở Việt Nam thông qua ba trường hợp nghiên cứu điển hình được mã hóa ẩn danh. Phương pháp nghiên cứu được sử dụng là nghiên cứu trường hợp kết hợp với so sánh trước-sau áp dụng MES dựa trên các chỉ số như tỷ lệ hàng NG Final, tỷ lệ lỗi công đoạn, tỷ lệ khiếu nại khách hàng và tỷ lệ lỗi theo tiêu chí kỹ thuật. Kết quả cho thấy, trước khi áp dụng MES, các doanh nghiệp đều gặp những hạn chế như thu thập dữ liệu thủ công, thông tin phân tán và khó kiểm soát sai lỗi kịp thời. Sau khi triển khai MES kết hợp với các giải pháp như số hóa dữ liệu kiểm tra, quản lý bản vẽ, barcode, QMS điện tử, control chart, Poka-Yoke, đào tạo kỹ năng và 5S, các chỉ số chất lượng đều được cải thiện tích cực. Kết quả nghiên cứu cho thấy MES góp phần chuẩn hóa quy trình, tăng khả năng truy xuất, kiểm soát lỗi tại nguồn và nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng trong doanh nghiệp sản xuất cơ khí.

Từ khóa: MES; Quản lý chất lượng; Doanh nghiệp sản xuất cơ khí; Cải tiến chất lượng; Chuyển đổi số.

ABSTRACT

This paper evaluates the effectiveness of the Manufacturing Execution System (MES) in improving quality management in selected mechanical manufacturing enterprises in Vietnam through three anonymized case studies. The study employs a case study approach combined with a before-and-after comparative analysis based on key indicators such as final NG rate, process defect rate, customer complaint rate, and technical defect rate. The results show that, prior to MES implementation, the enterprises faced common limitations including manual data collection, fragmented information, and weak real-time defect control. After MES implementation, together with supporting solutions such as digital inspection records, drawing management, barcode identification, electronic QMS, control charts, Poka-Yoke, skill training, and 5S practices, the quality indicators improved significantly. The findings indicate that MES contributes to process standardization, better traceability, in-process defect control, and improved quality management performance in mechanical manufacturing enterprises.

Keywords: MES; Quality management; Mechanical manufacturing enterprises; Quality improvement; Digital transformation.

1. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh cạnh tranh ngày càng gia tăng, chất lượng sản phẩm là một trong những yếu tố quyết định năng lực cạnh tranh và sự phát triển bền vững của doanh nghiệp sản xuất. Đối với doanh nghiệp sản xuất cơ khí, yêu cầu này càng trở nên quan trọng do sản phẩm thường đòi hỏi độ chính xác cao, tính ổn định lớn và khả năng đáp ứng nghiêm ngặt các yêu cầu kỹ thuật của khách hàng. Sai lỗi chất lượng không chỉ làm tăng chi phí sản xuất, sửa chữa và làm lại, mà còn ảnh hưởng trực tiếp đến uy tín doanh nghiệp và hiệu quả vận hành.

Tuy nhiên, tại nhiều doanh nghiệp sản xuất ở Việt Nam, hoạt động quản lý chất lượng vẫn còn bộc lộ những hạn chế đáng kể. Dữ liệu chất lượng ở nhiều công đoạn vẫn được thu thập thủ công thông qua biểu mẫu giấy hoặc nhập liệu rời rạc, dẫn đến nguy cơ sai sót, chậm cập nhật và khó truy xuất. Bên cạnh đó, thông tin về lỗi chất lượng, bản vẽ kỹ thuật, trạng thái công đoạn và kết quả kiểm tra thường chưa được liên kết trong một hệ thống thống nhất, làm giảm khả năng phát hiện sớm sai lỗi và hạn chế hiệu quả cải tiến.

Trong bối cảnh chuyển đổi số, hệ thống điều hành sản xuất MES (Manufacturing Execution System) được xem là một giải pháp quan trọng nhằm kết nối dữ liệu giữa hiện trường sản xuất và hoạt động quản lý chất lượng. Việc áp dụng MES không chỉ hỗ trợ số hóa dữ liệu công đoạn, tăng khả năng truy xuất và giám sát, mà còn góp phần chuẩn hóa thao tác kiểm tra, hỗ trợ cảnh báo sớm sai lệch và nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng trong doanh nghiệp sản xuất [1-4].

Tuy vậy, các nghiên cứu tại Việt Nam về MES hiện vẫn chủ yếu tập trung vào khía cạnh số hóa sản xuất hoặc quản lý vận hành, trong

khí các nghiên cứu đánh giá hiệu quả áp dụng MES dưới góc độ cải tiến quản lý chất lượng tại doanh nghiệp sản xuất cơ khí còn tương đối hạn chế. Đặc biệt, chưa có nhiều nghiên cứu đối chiếu nhiều trường hợp doanh nghiệp nhằm làm rõ hiện trạng trước cải tiến, các giải pháp được triển khai và kết quả đạt được sau áp dụng.

Xuất phát từ thực tiễn đó, bài báo này tập trung đánh giá hiệu quả áp dụng MES trong cải tiến quản lý chất lượng tại một số doanh nghiệp sản xuất cơ khí ở Việt Nam thông qua ba trường hợp nghiên cứu điển hình được mã hóa ẩn danh. Trên cơ sở phân tích hiện trạng trước khi áp dụng, so sánh các chỉ số chất lượng trước và sau cải tiến, bài báo hướng tới nhận diện các vấn đề phổ biến trong quản lý chất lượng, đánh giá hiệu quả của MES và đề xuất một số hàm ý thực tiễn cho doanh nghiệp sản xuất cơ khí trong bối cảnh chuyển đổi số [5, 6].

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Quản lý chất lượng trong doanh nghiệp sản xuất cơ khí là quá trình kiểm soát và cải tiến các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm từ đầu vào, công đoạn sản xuất đến kiểm tra đầu ra và phản hồi của khách hàng. Hiệu quả quản lý chất lượng thường được phản ánh thông qua các chỉ số như tỷ lệ hàng lỗi, tỷ lệ sai lỗi công đoạn, tỷ lệ khiếu nại khách hàng, mức độ ổn định của quá trình và khả năng truy xuất thông tin chất lượng. Trong bối cảnh chuyển đổi số, hệ thống điều hành sản xuất MES (Manufacturing Execution System) được xem là công cụ hỗ trợ kết nối dữ liệu giữa hiện trường sản xuất và hoạt động quản lý. Việc áp dụng MES giúp doanh nghiệp số hóa dữ liệu công đoạn, cập nhật thông tin theo thời gian gần thực, tăng khả năng truy xuất, chuẩn hóa thao tác kiểm tra và hỗ trợ phát hiện sớm các

sai lệch chất lượng. Tuy nhiên, hiệu quả của MES trong cải tiến quản lý chất lượng không chỉ phụ thuộc vào bản thân công nghệ mà còn gắn với mức độ chuẩn hóa quy trình, tổ chức dữ liệu, kiểm soát lỗi tại nguồn và năng lực thực thi của nhân sự tại doanh nghiệp.

Từ góc độ đó, bài báo tiếp cận MES không chỉ như một phần mềm điều hành sản xuất mà còn như một nền tảng hỗ trợ cải tiến quản lý chất lượng trong doanh nghiệp sản xuất cơ khí. Bài báo sử dụng phương pháp nghiên

cứu trường hợp điển hình kết hợp với phân tích so sánh trước-sau áp dụng MES. Dữ liệu nghiên cứu được tổng hợp từ ba báo cáo đo lường chỉ số quản lý chất lượng tại ba doanh nghiệp sản xuất ở Việt Nam đã triển khai MES trong hoạt động quản lý chất lượng. Do dữ liệu có liên quan đến thông tin vận hành nội bộ, tên doanh nghiệp và một số thông tin nhận diện trực tiếp được mã hóa để đảm bảo tính bảo mật. Trong bài báo này, các doanh nghiệp được ký hiệu lần lượt là Doanh nghiệp A, Doanh nghiệp B và Doanh nghiệp C.

Bảng 1. Thông tin khái quát về các doanh nghiệp nghiên cứu

Mã doanh nghiệp	Lĩnh vực sản xuất	Đặc điểm sản xuất chính	Chỉ số chất lượng sử dụng trong phân tích	Giải pháp cải tiến gắn với MES
Doanh nghiệp A	Sản xuất theo đơn hàng, gia công và lắp ráp sản phẩm	Quy trình gồm nhiều công đoạn, chất lượng phụ thuộc tay nghề và kiểm soát chi tiết lắp ráp	Tỷ lệ hàng NG Final, tỷ lệ khiếu nại khách hàng, tỷ lệ lỗi công đoạn	5S, barcode, QMS điện tử, chuẩn hóa bản vẽ, đào tạo tay nghề, control chart
Doanh nghiệp B	Gia công cơ khí chính xác	Sản xuất theo bản vẽ kỹ thuật, yêu cầu cao về độ chính xác kích thước và kiểm soát lỗi công đoạn	Tỷ lệ hàng NG Final, tỷ lệ khiếu nại khách hàng, tỷ lệ lỗi công đoạn	Barcode, QMS điện tử, quản lý version bản vẽ, đào tạo kỹ năng đồ gá, control chart
Doanh nghiệp C	Chế tạo khuôn và ép nhựa	Kiểm soát chất lượng theo tiêu chí kỹ thuật trên công đoạn gia công khuôn và ép nhựa	Tỷ lệ hàng NG gia công cơ khí, tỷ lệ hàng NG ép nhựa, tỷ lệ lỗi theo tiêu chí kỹ thuật	Quản lý bản vẽ trên MES, 5S, đánh giá kỹ năng, Poka-Yoke, quản lý công đoạn thời gian thực

Quá trình phân tích được thực hiện theo bốn bước. Thứ nhất, tổng hợp hiện trạng quản lý chất lượng trước khi áp dụng MES tại từng doanh nghiệp. Thứ hai, xác định các chỉ số đánh giá chủ yếu như tỷ lệ hàng NG Final, tỷ lệ lỗi công đoạn, tỷ lệ khiếu nại khách hàng hoặc tỷ lệ lỗi theo tiêu chí kỹ thuật. Thứ ba, phân tích các nhóm giải pháp cải tiến được triển khai cùng với MES, như số hóa dữ liệu kiểm tra, quản lý bản vẽ, barcode, QMS điện tử, 5S, Poka-Yoke, đào tạo kỹ năng và kiểm soát lỗi theo biểu đồ. Thứ tư, so sánh kết quả trước và sau áp dụng MES để đánh giá mức độ cải thiện và rút ra các hàm ý thực tiễn cho doanh nghiệp sản xuất cơ khí. Cách tiếp cận này cho phép bài báo vừa phản ánh được đặc thù của từng trường hợp nghiên cứu, vừa tổng hợp được các điểm chung về hiện trạng, giải pháp cải tiến và hiệu quả áp dụng MES trong quản lý chất lượng.

3. HIỆN TRẠNG QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG TRƯỚC KHI ÁP DỤNG MES

Kết quả khảo sát tại ba doanh nghiệp nghiên cứu cho thấy, trước khi áp dụng MES, hoạt động quản lý chất lượng chủ yếu được thực hiện theo phương thức truyền thống, trong đó dữ liệu sản xuất và dữ liệu chất lượng được thu thập thông qua biểu mẫu giấy, ghi chép thủ công hoặc nhập liệu rời rạc trên máy tính. Cách thức này tuy đơn giản và dễ triển khai trong giai đoạn đầu, nhưng bộc lộ nhiều hạn chế như chậm cập nhật, dễ sai sót, phụ thuộc lớn vào nhân sự và khó bảo đảm tính đầy đủ, nhất quán của dữ liệu phục vụ phân tích chất lượng.

Một điểm chung nổi bật ở cả ba doanh nghiệp là thông tin chất lượng chưa được tích hợp trong một hệ thống thống nhất giữa các công đoạn sản xuất, kiểm tra và xử lý lỗi. Dữ liệu về lỗi công đoạn, kết quả kiểm tra, tình

trạng bản vẽ kỹ thuật, thông tin chi tiết sản phẩm hoặc phản hồi khách hàng chủ yếu được lưu trữ phân tán, gây khó khăn cho việc truy xuất, tổng hợp và nhận diện xu hướng sai lỗi. Điều này làm giảm khả năng kiểm soát chất lượng theo thời gian gần thực, đồng thời hạn chế hiệu quả của việc phân tích nguyên nhân gốc rễ để triển khai cải tiến.

Về mặt chỉ số, cả ba doanh nghiệp đều ghi nhận các KPI chất lượng trước cải tiến ở mức chưa đạt kỳ vọng. Tại Doanh nghiệp A, các vấn đề nổi bật bao gồm tỷ lệ hàng NG Final cao, tỷ lệ khiếu nại khách hàng vượt mục tiêu và tỷ lệ lỗi công đoạn xuất hiện ở nhiều khâu như sơ chế, tinh chế, lắp ráp và kiểm tra. Nguyên nhân chủ yếu liên quan đến chất lượng nguyên vật liệu, đọc sai bản vẽ, nhầm lẫn chi tiết, tay nghề công nhân và kiểm tra sót lỗi.

Tại Doanh nghiệp B, các vấn đề chất lượng tập trung ở công đoạn gia công cơ khí chính xác và kiểm tra chất lượng cuối. Những lỗi phổ biến bao gồm sai kích thước, không cập nhật kịp bản vẽ, thiết kế đồ gá chưa phù hợp, cũng như hiện tượng kiểm tra sót lỗi. Dữ liệu trước cải tiến cho thấy tỷ lệ hàng NG Final và tỷ lệ khiếu nại khách hàng đều cao hơn mức mục tiêu kỳ vọng của doanh nghiệp.

Trong khi đó, Doanh nghiệp C có đặc thù sản xuất khuôn và ép nhựa, nên vấn đề chất lượng thể hiện rõ ở hai nhóm chỉ số chính là tỷ lệ hàng NG gia công cơ khí và tỷ lệ hàng NG ép nhựa. Các sai lỗi chủ yếu liên quan đến kích thước, hình dạng, bề mặt, độ bền và độ chính xác kỹ thuật của sản phẩm, trong đó nguyên nhân gốc rễ gắn với việc đọc sót thông tin bản vẽ, đồ gá chưa phù hợp, tay nghề công nhân chưa đồng đều, khuôn ép chưa ổn định và phát hiện lỗi còn chậm.



Bảng 2. Các vấn đề chính trong quản lý chất lượng trước khi áp dụng MES tại các doanh nghiệp nghiên cứu

Nhóm vấn đề	Biểu hiện điển hình	Nguyên nhân chủ yếu	Ảnh hưởng đến quản lý chất lượng
Thu thập và cập nhật dữ liệu còn thủ công	Dữ liệu được ghi chép bằng biểu mẫu giấy hoặc nhập liệu rời rạc trên máy tính; cập nhật chậm, dễ thiếu và sai lệch thông tin	Phụ thuộc nhiều vào thao tác thủ công của nhân viên; chưa có nền tảng số tích hợp giữa các công đoạn	Giảm độ chính xác và tính kịp thời của dữ liệu; gây khó khăn cho tổng hợp, theo dõi và phân tích chất lượng
Dữ liệu chất lượng chưa liên thông giữa các bộ phận	Thông tin về sản xuất, kiểm tra, bản vẽ, lỗi công đoạn và phản hồi khách hàng được lưu trữ phân tán	Chưa có hệ thống thống nhất để kết nối dữ liệu giữa sản xuất, QC và quản lý kỹ thuật	Hạn chế khả năng truy xuất, đối chiếu thông tin và nhận diện nguyên nhân gốc rễ của sai lỗi
Sai lỗi phát sinh tại nhiều công đoạn sản xuất	Xuất hiện lỗi kích thước, lỗi bề mặt, lỗi lắp nhầm chi tiết, lỗi thiếu chi tiết, lỗi công đoạn và lỗi sản phẩm không đạt yêu cầu kỹ thuật	Tay nghề công nhân chưa đồng đều; đọc sai bản vẽ; sử dụng đồ gá chưa phù hợp; chất lượng vật tư hoặc khuôn chưa ổn định	Làm tăng tỷ lệ hàng lỗi, hàng phải sửa chữa hoặc làm lại; ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất và chất lượng đầu ra
Hoạt động kiểm tra chất lượng còn hạn chế	Nhân viên kiểm tra bỏ sót lỗi; chưa kiểm soát đầy đủ các tiêu chí chất lượng; phát hiện lỗi còn chậm	Quy trình kiểm tra chưa được chuẩn hóa đầy đủ; phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm cá nhân; thiếu công cụ hỗ trợ kiểm tra và cảnh báo	Làm tăng nguy cơ lọt lỗi ra công đoạn sau hoặc đến khách hàng; giảm hiệu quả phòng ngừa sai lỗi
Chưa kiểm soát tốt thay đổi thông tin kỹ thuật	Bản vẽ thay đổi nhưng chưa cập nhật kịp xuống hiện trường; dễ nhầm lẫn version hoặc đọc sót thông tin quan trọng	Thiếu cơ chế quản lý bản vẽ tập trung; việc truyền đạt thông tin kỹ thuật còn thủ công	Gây sai lỗi gia công, sai kích thước, nhầm chi tiết và làm giảm tính ổn định của quá trình sản xuất
Khả năng giám sát và cảnh báo sớm còn yếu	Doanh nghiệp khó theo dõi xu hướng lỗi theo thời gian, chưa phát hiện bất thường kịp thời tại công đoạn	Dữ liệu chưa được xử lý theo thời gian gần thực; chưa áp dụng hiệu quả công cụ cảnh báo và phân tích xu hướng	Làm chậm phản ứng cải tiến, tăng nguy cơ lặp lại lỗi và kéo dài tình trạng chất lượng chưa đạt mục tiêu
Chỉ số chất lượng trước cải tiến chưa đạt kỳ vọng	Tỷ lệ hàng NG Final, tỷ lệ lỗi công đoạn, tỷ lệ khiếu nại khách hàng hoặc tỷ lệ lỗi theo tiêu chí kỹ thuật còn ở mức cao	Tác động tổng hợp từ hạn chế dữ liệu, quy trình, con người và phương pháp kiểm soát chất lượng	Cho thấy nhu cầu cấp thiết phải áp dụng giải pháp số hóa và cải tiến quản lý chất lượng một cách hệ thống

4. GIẢI PHÁP CẢI TIẾN QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG THÔNG QUA MES

Từ các vấn đề tồn tại trước khi áp dụng MES, ba doanh nghiệp nghiên cứu đã triển khai các giải pháp cải tiến theo hướng kết hợp giữa số hóa dữ liệu, chuẩn hóa quy trình và nâng cao năng lực kiểm soát tại hiện trường. Mặc dù đặc điểm sản xuất của từng doanh nghiệp có khác nhau, các giải pháp đều hướng đến mục tiêu chung là tăng khả năng truy xuất thông tin, giảm sai lỗi và nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng.

Trước hết, các doanh nghiệp tập trung số hóa dữ liệu chất lượng thông qua phiếu kiểm tra điện tử, module QMS, cập nhật lỗi trên hệ thống và barcode nhận dạng sản phẩm hoặc chi tiết. Các giải pháp này giúp giảm phụ thuộc vào ghi chép thủ công, nâng cao tính kịp thời của dữ liệu và hỗ trợ truy xuất thông tin theo công đoạn hoặc mã sản phẩm.

Bên cạnh đó, các doanh nghiệp thực hiện chuẩn hóa hoạt động kiểm tra và quản lý thông tin kỹ thuật bằng cách xây dựng danh

mục kiểm tra điện tử, hướng dẫn kiểm tra trên hệ thống và quản lý bản vẽ, version bản vẽ trên MES. Việc này góp phần hạn chế sai sót do kiểm tra không nhất quán hoặc sử dụng sai thông tin kỹ thuật trong sản xuất.

Một nhóm giải pháp quan trọng khác là kiểm soát lỗi tại nguồn và tăng cường cảnh báo sớm. Thông qua MES, lỗi được cập nhật ngay tại công đoạn phát sinh, kết hợp với các công cụ như control chart, Poka-Yoke, quản lý công đoạn theo thời gian gần thực, kiểm soát đồ gá hoặc khuôn ép. Cách tiếp cận này giúp doanh nghiệp phát hiện sớm bất thường và hạn chế lỗi lặp lại trong quá trình sản xuất.

Ngoài yếu tố công nghệ, các doanh nghiệp cũng chú trọng đào tạo nhân sự và cải thiện điều kiện vận hành thông qua đào tạo tay nghề, đọc bản vẽ, đánh giá đa kỹ năng, hướng dẫn sử dụng phần mềm và triển khai 5S tại hiện trường. Điều này cho thấy hiệu quả của MES chỉ thực sự phát huy khi được triển khai đồng bộ với các giải pháp quản lý và cải tiến tại xưởng sản xuất.

Bảng 3. Các giải pháp cải tiến quản lý chất lượng gắn với MES tại các doanh nghiệp nghiên cứu

Nhóm giải pháp	Nội dung triển khai chủ yếu	Mục tiêu cải tiến
Số hóa dữ liệu và truy xuất thông tin	Phiếu kiểm tra điện tử, module QMS, cập nhật lỗi trên hệ thống, barcode nhận dạng sản phẩm/chi tiết	Giảm ghi chép thủ công, tăng tính kịp thời và khả năng truy xuất dữ liệu chất lượng
Chuẩn hóa kiểm tra và thông tin kỹ thuật	Danh mục kiểm tra điện tử, hướng dẫn kiểm tra trên hệ thống, quản lý bản vẽ và version bản vẽ	Giảm kiểm tra sót lỗi, hạn chế sai sót do dùng sai thông tin kỹ thuật
Kiểm soát lỗi tại nguồn và cảnh báo sớm	Cập nhật lỗi tại công đoạn, control chart, Poka-Yoke, quản lý công đoạn theo thời gian gần thực, kiểm soát đồ gá/khuôn	Phát hiện sớm bất thường, ngăn ngừa lỗi lặp lại, nâng cao tính ổn định của quá trình
Nâng cao năng lực nhân sự và hiện trường	Đào tạo tay nghề, đào tạo đọc bản vẽ, đánh giá đa kỹ năng, đào tạo làm đồ gá, hướng dẫn sử dụng MES/QMS, triển khai 5S	Nâng cao khả năng thực thi, giảm sai lỗi do con người, cải thiện kỷ luật vận hành



5. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ ÁP DỤNG MES VÀ THẢO LUẬN

Kết quả đối chiếu tại ba doanh nghiệp nghiên cứu cho thấy việc áp dụng MES, kết hợp với các giải pháp cải tiến quản lý chất lượng, đã mang lại tác động tích cực rõ rệt. Các chỉ số chất lượng chính như tỷ lệ hàng lỗi, tỷ lệ lỗi công đoạn, tỷ lệ khiếu nại khách hàng hoặc tỷ lệ lỗi theo tiêu chí kỹ thuật đều có xu hướng giảm sau khi triển khai MES. Điều này cho thấy MES không chỉ hỗ trợ số hóa dữ liệu sản xuất mà còn góp phần nâng cao hiệu quả kiểm soát chất lượng trong doanh nghiệp sản xuất.

Tại Doanh nghiệp A, sau khi áp dụng MES, tỷ lệ lỗi công đoạn giảm khoảng 40,8%, tỷ lệ hàng NG Final giảm 33,4% và tỷ lệ khiếu nại khách hàng giảm 64%. Kết quả này cho thấy việc số hóa dữ liệu kiểm tra, kết hợp với barcode, QMS điện tử, chuẩn hóa bản vẽ và đào tạo tay nghề đã góp phần cải thiện đáng kể hiệu quả quản lý chất lượng.

Tại Doanh nghiệp B, tỷ lệ hàng lỗi công đoạn giảm khoảng 50%, tỷ lệ hàng NG Final giảm từ 6,53% xuống 3,2% và tỷ lệ khiếu nại

khách hàng giảm từ 1,63% xuống 0,81%. Kết quả này phản ánh hiệu quả của việc kết hợp MES với quản lý bản vẽ, kiểm tra điện tử, đào tạo kỹ năng đồ gá và kiểm soát lỗi theo công đoạn trong môi trường gia công cơ khí chính xác.

Đối với Doanh nghiệp C, tỷ lệ hàng NG gia công cơ khí giảm từ 5,09% xuống 3,17%, trong khi tỷ lệ hàng NG ép nhựa giảm từ 50,2 ppm xuống 34,13 ppm. Điều này cho thấy MES phát huy hiệu quả tốt trong môi trường sản xuất có yêu cầu kiểm soát kỹ thuật cao, đặc biệt khi được kết hợp với quản lý bản vẽ, Poka-Yoke, bảo trì khuôn và cập nhật dữ liệu lỗi theo thời gian gần thực.

Từ các kết quả trên có thể thấy, hiệu quả của MES không chỉ đến từ việc thay thế phương thức ghi chép thủ công, mà còn từ khả năng tạo nền tảng cho chuẩn hóa quy trình, liên thông dữ liệu và kiểm soát lỗi tại nguồn. Đồng thời, nghiên cứu cũng cho thấy MES chỉ thực sự phát huy tác dụng khi được triển khai đồng bộ với các giải pháp quản lý hiện trường và đào tạo nhân sự. Đây là hàm ý quan trọng đối với các doanh nghiệp sản xuất cơ khí ở Việt Nam trong quá trình chuyển đổi số và nâng cao năng lực cạnh tranh.

Bảng 4. So sánh kết quả trước và sau áp dụng MES tại các doanh nghiệp nghiên cứu

Mã doanh nghiệp	Chỉ số chất lượng	Trước áp dụng MES	Sau áp dụng MES	Mức cải thiện
Doanh nghiệp A	Tỷ lệ lỗi công đoạn	11,57%	7,05%	Giảm 40,8%
Doanh nghiệp A	Tỷ lệ hàng NG Final	9,26%	6,16%	Giảm 33,4%
Doanh nghiệp A	Tỷ lệ khiếu nại khách hàng	3,11%	1,13%	Giảm 64,0%
Doanh nghiệp B	Tỷ lệ hàng NG Final	6,53%	3,20%	Giảm 51,0%
Doanh nghiệp B	Tỷ lệ khiếu nại khách hàng	1,63%	0,81%	Giảm 50,3%
Doanh nghiệp C	Tỷ lệ hàng NG gia công cơ khí	5,09%	3,17%	Giảm 37,7%
Doanh nghiệp C	Tỷ lệ hàng NG ép nhựa	50,20 ppm	34,13 ppm	Giảm 32,0%

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá hiệu quả áp dụng MES trong cải tiến quản lý chất lượng tại ba doanh nghiệp sản xuất ở Việt Nam theo phương pháp nghiên cứu trường hợp điển hình. Kết quả cho thấy, trước khi áp dụng MES, các doanh nghiệp đều gặp những hạn chế như thu thập dữ liệu thủ công, thông tin chất lượng phân tán, khó truy xuất, phát hiện lỗi chậm và phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm của nhân sự hiện trường. Đây là các nguyên nhân làm cho hiệu quả quản lý chất lượng chưa đạt kỳ vọng.

Sau khi triển khai MES kết hợp với số hóa dữ liệu kiểm tra, quản lý bản vẽ, barcode, QMS điện tử, control chart, Poka-Yoke, đào tạo kỹ năng và 5S, các chỉ số chất lượng tại doanh nghiệp đều cải thiện tích cực. Tỷ lệ hàng lỗi, lỗi công đoạn, khiếu nại khách hàng và lỗi theo tiêu chí kỹ thuật đều giảm, cho thấy MES hỗ trợ tốt cho việc chuẩn hóa quy trình, tăng khả năng truy xuất, kiểm soát lỗi tại nguồn và nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy hiệu quả của MES không chỉ phụ thuộc vào công nghệ mà còn gắn chặt với mức độ tích hợp cùng các biện pháp quản lý hiện trường và phát triển năng lực nhân sự. Về thực tiễn, các doanh nghiệp cơ khí Việt Nam khi triển khai MES cần chú trọng xây dựng hệ chỉ số chất lượng phù hợp, số hóa dữ liệu tại công đoạn, liên thông thông tin giữa sản xuất và kiểm tra, đồng thời kết hợp với các công cụ cải tiến như 5S, kiểm soát trực quan, quản lý bản vẽ và đào tạo đa kỹ năng.

Tuy vậy, nghiên cứu vẫn còn hạn chế do số lượng trường hợp khảo sát còn ít và hệ chỉ số giữa các doanh nghiệp chưa hoàn toàn đồng nhất. Các nghiên cứu tiếp theo nên mở rộng số lượng doanh nghiệp, chuẩn hóa khung chỉ số

đánh giá và phân tích sâu hơn mối quan hệ giữa mức độ trưởng thành của MES với hiệu quả cải tiến chất lượng.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: DT25-26.32. ❖

Ngày nhận bài: **23/3/2026**

Ngày phản biện: **10/4/2026**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Jaskó, S., Skrop, A., Holczinger, T., Chován, T., & Abonyi, J. (2020), “*Development of manufacturing execution systems in accordance with Industry 4.0 requirements: A review of standard-and ontology-based methodologies and tools*”. Computers in Industry, 123, 103300.
- [2]. Govindaraju, R., & Putra, K. (2016, February), “*A methodology for Manufacturing Execution Systems (MES) implementation*”. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 114, No. 1, p. 012094). IOP Publishing.
- [3]. Vokey, G., & Seubert, T. (2023), “*Manufacturing Execution Systems: An Operations Management Approach*”. John Wiley & Sons.
- [4]. Mahmoud, M. I., Ammar, H. H., Hamdy, M. M., & Eissa, M. H. (2015, December), “*Production operation management using manufacturing execution systems (MES)*”. In 2015 11th international computer engineering conference (ICENCO) (pp. 111-116). IEEE.
- [5]. Balashov, V., Batkovskiy, A., Semenova, E., Trofimets, V., & Fomina, A. (2018), “*Improvement of operational management of innovative production processes based on the implementation of MES*”. Problems and perspectives in management, (16, Iss. 4), 1-12.
- [6]. Perico, P., Arica, E., Powell, D. J., & Gaiardelli, P. (2019), “*MES as an Enabler of Lean Manufacturing*”. IFAC-PapersOnLine, 52(13), 48-53.
- [7]. Kang, C. W., Ramzan, M. B., Sarkar, B., & Imran, M. (2018), “*Effect of inspection performance in smart manufacturing system based on human quality control system*”. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 94(9), 4351-4364.