

Nghiên cứu ứng dụng FMEA: tình huống tại doanh nghiệp sản xuất ở Việt Nam

- Nguyễn Thúy Quỳnh Loan
- Lê Phước Luông
- Trần Quốc Thám
- Nguyễn Bắc Nguyên

Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 31 tháng 07 năm 2013, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 04 tháng 10 năm 2013)

TÓM TẮT:

Bài báo này trình bày nỗ lực nghiên cứu ứng dụng công cụ FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) trong các quá trình sản xuất của hai doanh nghiệp ở Việt Nam: quá trình sản xuất lon của công ty cổ phần Ánh Bình Minh và quá trình kiểm tra bộ vi xử lý của công ty TNHH Intel Product Vietnam. Trong nghiên cứu này đã phân tích các chỉ số đánh giá quá trình theo FMEA truyền thống như là mức độ nghiêm trọng của sai hỏng - S (Severity value), tần suất xảy ra sai hỏng - O (Occurrence number), khả năng phát hiện sai hỏng - D (Detection number), hệ số ưu

tiên rủi ro - RPN (Risk Priority Number). Điểm mới của nghiên cứu là đã nghiên cứu thêm FMEA hiệu chỉnh thông qua phân tích hệ số đánh giá rủi ro - RAV (Risk Assessment Value). Kết quả nghiên cứu cho thấy các dạng sai hỏng của 2 quá trình đã được xác định một cách có hệ thống và toàn diện. Các dạng sai hỏng được xếp hạng ưu tiên cải tiến và các giải pháp tương ứng đã được đề xuất. Sau thời gian cải tiến thử nghiệm các dạng sai hỏng đã giảm đáng kể. Kết quả bài báo cũng đúc kết một số kinh nghiệm khi triển khai ứng dụng FMEA cho các doanh nghiệp Việt Nam.

Từ khóa: FMEA, FMEA truyền thống và hiệu chỉnh, mức độ nghiêm trọng của sai hỏng (S), tần số xuất hiện sai hỏng (O), khả năng phát hiện sai hỏng (D), hệ số ưu tiên rủi ro (RPN), hệ số đánh giá rủi ro (RAV).

GIỚI THIỆU

FMEA (Failure Modes and Effects Analysis – Phân tích các dạng sai hỏng và tác động) đã được khởi xướng từ hơn một thế kỷ trước và chính thức được đưa vào sử dụng cho chương trình Apollo vào năm 1960 của ngành công nghiệp vũ trụ. Trong lĩnh vực sản xuất và kinh doanh, FMEA được áp dụng lần đầu tiên trong ngành ô tô vào năm 1970 và được đưa vào bộ tiêu chuẩn quản lý chất lượng QS-9000 vào năm 1994 (Teng và cộng sự, 2006). Hiện nay, FMEA được áp dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau từ sản xuất công nghiệp, thiết kế, đến dịch vụ. Các ngành công nghiệp khác nhau đều công nhận những lợi ích nhất định mà FMEA mang lại (Shawhney và cộng sự, 2009). Linton (2003) thể hiện công dụng của biểu đồ quá trình và FMEA cho việc thiết kế

các dịch vụ và quá trình thương mại điện tử. Davidson và Labib (2003) kết hợp một dạng FMEA hiệu chỉnh với quá trình phân tích thứ bậc (AHP) cho việc cải tiến thiết kế. Hsiao (2002) áp dụng cả hai công cụ QFD (Quality Function Deployment) và FMEA trong quá trình phát triển sản phẩm mới. Parkinson và Thompson (2004) cho thấy công dụng của FMEA trong việc hoạch định và quản lý việc tái sản xuất sản phẩm. Về cơ bản, FMEA là một công cụ giúp những kỹ sư thiết kế một hệ thống đáng tin cậy, an toàn và được người sử dụng ưa chuộng. Hơn thế nữa, FMEA cũng là một công cụ giúp doanh nghiệp cải thiện chất lượng và gia tăng độ khả thi của quá trình/thiết kế nhờ vào việc: nhân viên quen nhận định sớm, để loại bỏ sớm, những cách thức

sinh ra sai sót tiềm tàng; nhân viên quen xếp loại thứ tự ưu tiên giải quyết mọi vấn đề của xí nghiệp; nhân viên quen suy nghĩ và làm việc theo nhóm; giảm thiểu những thay đổi về thiết kế và chi phí sinh ra từ những thay đổi đó... (McDermott, Mikulak & Beauregard, 2002).

Trong xu thế quản lý vận hành hiện đại, các triết lý và hệ thống chất lượng này càng được chú trọng nhằm mang lại hiệu quả trong hoạt động sản xuất/dịch vụ cũng như hướng đến sự phát triển bền vững. Teng và cộng sự (2006) cho rằng cần đặt FMEA vào vị trí của một công cụ trọng tâm và hiệu chỉnh một phần công cụ này để ứng dụng nó vào công tác quản lý chuỗi cung ứng nhằm tạo ra sự hợp tác hiệu quả giữa các mắt xích trong chuỗi. Trong khi đó, Shawhney và cộng sự (2009) cho rằng cần phải hiệu chỉnh cách xác định hệ số ưu tiên mức độ rủi ro của các sai lỗi trong FMEA nhằm gia tăng mức độ tin cậy của các hệ thống áp dụng triết lý Lean.

Trên thế giới đã có rất nhiều những nghiên cứu về việc ứng dụng FMEA và hiệu quả mà nó mang lại cho các ngành công nghiệp khác nhau (Davidson & Labib, 2003; Parkinson & Thompson, 2004; Chen, 2007; Dong, 2007; Wang & cộng sự, 2009). Tại Việt Nam, việc áp dụng FMEA không còn mới mẻ đối với các doanh nghiệp, đặc biệt là các doanh nghiệp nước ngoài. Mặc dù trong thời gian gần đây, đã có một số doanh nghiệp Việt Nam đã triển khai ứng dụng FMEA, nhưng chủ yếu chỉ áp dụng FMEA truyền thống và chưa nghiên cứu áp dụng FMEA hiệu chỉnh. Hơn thế nữa, thật sự cũng chưa có một nghiên cứu chính thống nào tổng kết các lợi ích cũng như những khó khăn trong việc triển khai FMEA. Trong xu thế hội nhập quốc tế và sự lên ngôi của các hệ thống vận hành hiện đại, FMEA đang dần được hiệu chỉnh và trở thành công cụ thiết yếu cho việc đạt được hiệu quả trong sản xuất/dịch vụ. Do đó, các doanh nghiệp Việt Nam cũng cần thấy rõ các lợi ích của FMEA cũng như áp dụng nó một cách hiệu quả vào các hoạt động vận hành của mình. Chính vì thế, nghiên cứu này được thực hiện nhằm *phân tích và đánh giá các lợi ích mà FMEA mang lại cho các doanh nghiệp Việt Nam thông qua việc xác định các dạng sai hỏng, xếp hạng ưu tiên các dạng sai hỏng, triển khai và đánh giá hiệu quả các giải pháp cải tiến sai hỏng. Từ đó, đưa ra*

những đúc kết kinh nghiệm khi áp dụng FMEA cho các doanh nghiệp Việt Nam.

CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Khái niệm FMEA

FMEA là một phương pháp tập trung vào việc ưu tiên các sai hỏng quan trọng nhằm cải thiện sự an toàn, độ tin cậy, và chất lượng của sản phẩm và quá trình (Shawhney và cộng sự, 2009). FMEA xếp hạng các sai hỏng tiềm ẩn bằng việc xác định hệ số ưu tiên rủi ro (RPN) để có các hoạt động hiệu chỉnh phù hợp. Thang điểm cho các thành phần của RPN như: mức độ nghiêm trọng của sai hỏng (S), tần suất xảy ra các sai hỏng (O), và khả năng phát hiện các sai hỏng (D) thường được xác định từ 1 đến 10. Điểm số của S và O càng cao thì mức độ nghiêm trọng càng cao và tần suất xảy ra của sai lỗi càng lớn. Tương tự, giá trị của D càng cao thể hiện cho khả năng càng khó phát hiện ra các sai lỗi. Các sai lỗi có chỉ số RPN càng lớn thì được xếp vào thứ tự ưu tiên càng cao. RPN được tính bằng tích của các chỉ số thành phần nhằm xác định mức độ rủi ro của một quá trình/thiết kế: $RPN = S \times O \times D$.

Các dạng FMEA

Có 2 dạng FMEA là FMEA thiết kế và FMEA quá trình (Chauhan và cộng sự, 2011). *FMEA - Thiết kế* (Design FMEA, D - FMEA hay là FMEA - D) chủ yếu chú trọng đến việc tối ưu hóa độ khả thi của sản phẩm. Vì chú trọng đến sản phẩm sẽ được chế tạo, nó còn được gọi là FMEA-Sản phẩm (Product FMEA). Khi sản phẩm có nhiều thành phần thì người ta gọi là FMEA - Thành phần (Part FMEA) cho mỗi thành phần cơ bản. Có người còn gọi những loại FMEA này là FMEA - Dự án (Project FMEA), để nhấn mạnh ở điểm phải tiến hành một FMEA ngay từ khi khởi đầu một dự án thiết kế sản phẩm. Mục đích của FMEA - Thiết kế là bảo đảm rằng tất cả những sai sót nguy kịch tiềm tàng và cách thức chúng sinh ra đã được nhận định và nghiên cứu. *FMEA - Quá trình* (Process FMEA, P - FMEA hay là FMEA - P) chủ yếu chú trọng đến việc cải thiện năng suất, đặc biệt đến những phương tiện sản xuất (máy móc, công cụ, dây chuyền sản xuất,...) và các chuỗi cách thức, truy cập thông tin, tiếp đón khách hàng,... làm bằng tay hay tự động. Vì thế người ta cũng hay gọi

phương pháp này là FMEA - Thiết bị (Machine FMEA) hay là FMEA - Tổ chức (Organization FMEA). Đặc biệt, ở những tổ chức đơn thuần dịch vụ, người ta cũng gọi FMEA này là FMEA-Dịch vụ (Service FMEA). Bài báo này chỉ nghiên cứu FMEA quá trình cho các doanh nghiệp sản xuất ở Việt nam.

FMEA truyền thống và hiệu chỉnh

Theo Sawhney và cộng sự (2010), FMEA truyền thống là một phương pháp phân tích về độ an toàn được chấp nhận, tuy nhiên, nó bị một số hạn chế khi xếp hạng các rủi ro. Khi FMEA truyền thống có các tập hợp khác nhau của S, O và D có thể tạo ra giá trị RPN giống nhau, nhưng các rủi ro có thể hoàn toàn khác nhau. Ví dụ, hai trường hợp có tập S, O, D khác nhau: {S = 2, O = 3, D = 2} và {S = 4, O = 1, D = 3}. Cả hai trường hợp này đều có hệ số RPN = 12. Điều này có thể dẫn đến việc lãng phí nguồn lực và thời gian hoặc trong một số trường hợp một sự kiện rủi ro cao sẽ không được chú ý. Do đó, Sawhney và cộng sự (2010) đã đề xuất theo cách tiếp cận FMEA hiệu chỉnh. Theo tiếp cận này, giá trị đánh giá rủi ro sẽ được tính như sau: $RAV = (S \times O)/D$. RAV là tỷ lệ rủi ro của sai lỗi trong hệ thống Lean và hiệu quả của Lean trong việc phát hiện và quản lý các sai hỏng. Ý tưởng đằng sau phương pháp thay thế này là nhằm chuyển sự tập trung sang việc ưu tiên khả năng của hệ thống để phát hiện và quản lý những sai hỏng. Về bản chất, tử số của RAV đại diện cho rủi ro của một sai hỏng trong hệ thống Lean. Rủi ro này được xác định bởi tần suất xảy ra của sai hỏng và mức độ nghiêm trọng của nó. Thông qua mẫu số D, RAV thể hiện việc giảm rủi ro của hệ thống Lean tốt hơn. D là biến duy nhất trong RAV mà những người thực hiện Lean có thể tác động trực tiếp và ngay lập tức bằng cách thực hiện Lean. Bảng 1 trình bày so sánh giữa FMEA truyền thống và hiệu chỉnh. Trong nghiên cứu này, cả hai tiếp cận FMEA truyền thống và hiệu chỉnh được áp dụng để xếp hạng ưu tiên các rủi ro cần cải tiến.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Việc triển khai FMEA quá trình tại các doanh nghiệp trong nghiên cứu này tuân theo các bước ở Bảng 2. Phạm vi của bài báo này là phân tích việc áp dụng FMEA quá trình tại hai doanh

ng nghiệp sản xuất: công ty cổ phần Ánh Bình Minh và công ty TNHH Intel Product Vietnam. Công ty cổ phần Ánh Bình Minh là doanh nghiệp Việt nam, được thành lập vào năm 2006 ở Đồng Nai, chuyên sản xuất lon nhôm hai mảnh cho bia và nước giải khát. Công ty đã xây dựng hệ thống đảm bảo chất lượng theo tiêu chuẩn ISO 9001:2000 và ISO 22000:2005. Mặc dù, công ty đã có các giấy chứng nhận về hệ thống quản lý chất lượng, nhưng theo số liệu thống kê của công ty thì sản lượng lon sản xuất ra thường không đạt được theo kế hoạch dự kiến và tỷ lệ phần trăm sản phẩm lỗi là 16,49 % vượt ra khỏi mục tiêu chất lượng mà công ty đã đề ra là 3 %. Để giải quyết thực trạng về chất lượng này, nhóm nghiên cứu đã đề xuất với ban lãnh đạo công ty triển khai ứng dụng thử nghiệm FMEA quá trình tại xưởng sản xuất lon của công ty.

Intel Product Viet Nam (IPV) là công ty con của tập đoàn Intel. Đây là công ty 100% vốn nước ngoài, được thành lập vào năm 2006 ở TP.HCM, chuyên sản xuất bộ vi xử lý để xuất khẩu. Công ty đã triển khai Lean (sản xuất tinh gọn) trong bộ phận sản xuất và 1 số bộ phận khác như kỹ thuật lắp ráp, kỹ thuật kiểm tra thử nghiệm, kỹ thuật công nghệ,... để nâng cao hiệu quả vận hành và giảm chi phí chuyển đổi. Ngoài ra, công ty còn áp dụng nhiều công cụ khác như 5S, kaizen, andon, and kanban, learning cards trong quá trình áp dụng Lean. Khác với công ty trên, IPV muốn tích hợp nhiều công cụ chất lượng vào quá trình Lean hiện tại của công ty, và việc nghiên cứu áp dụng FMEA nhằm mục đích nâng cao hiệu quả của hệ thống Lean là một trong các công cụ đó. Trong nghiên cứu này FMEA được áp dụng tại quá trình kiểm tra bộ vi xử lý của công ty.

Mỗi dự án này được triển khai thử nghiệm trong công ty là khoảng 3 tháng. Dữ liệu thứ cấp của công ty được thu thập để phân tích quá trình trước cải tiến. Việc xây dựng chỉ số đánh giá S, O, D, xác định các nguyên nhân và đề xuất giải pháp dựa theo phương pháp chuyên gia. Các chuyên gia là những người có kinh nghiệm về quá trình, họ là nhà quản lý, kỹ sư, công nhân có thâm niên tham gia trong quá trình. Các dữ liệu sơ cấp được thu thập để phân tích sau cải tiến.

Bảng 1: So sánh giữa FMEA truyền thống và hiệu chỉnh

FMEA truyền thống	FMEA hiệu chỉnh
(1) Công thức tính: $RPN = S \times O \times D$ (2) Sự thay đổi các chỉ số S, O và D có thể tạo ra cùng một giá trị RPN, nhưng có mức độ rủi ro khác nhau. (3) Xếp hạng ưu tiên cải tiến dựa trên giá trị RPN. Trong trường hợp các giá trị S, O, D khác nhau nhưng các giá trị RPN của chúng bằng nhau sẽ khó xếp hạng ưu tiên cải tiến. (4) Giá trị nhỏ nhất là 1 và lớn nhất là 1000.	(1) Công thức tính: $RAV = (S \times O)/D$ (2) Nhấn mạnh việc ưu tiên vào khả năng hệ thống phát hiện và quản lý các dạng sai hỏng. (3) Xếp hạng ưu tiên cải tiến dựa trên giá trị RAV. Trong trường hợp các giá trị S, O, D khác nhau thì các giá trị RAV luôn khác nhau nên việc xếp hạng ưu tiên cải tiến dễ dàng. (4) Giá trị nhỏ nhất là 0,1 và lớn nhất là 100.

Bảng 2: Các bước tiến hành FMEA

Thứ tự	Tên bước	Mô tả
Bước 1	Xác định quá trình hay sản phẩm	Nhóm FMEA xem lại các bản vẽ thiết kế về sản phẩm hoặc các lưu đồ của quá trình
Bước 2	Động não để tìm ra các sai lỗi tiềm ẩn	Các thành viên nhóm FMEA cùng nhau động não để tìm ra các sai lỗi tiềm ẩn
Bước 3	Liệt kê các tác động tiềm ẩn cho các sai lỗi	Ứng với mỗi sai lỗi, nhóm FMEA xác định các tác động (nếu có) nếu các sai lỗi này xảy ra.
Bước 4	Xác định mức độ nghiêm trọng của các tác động	Ứng với mỗi tác động, nhóm FMEA xác định mức độ nghiêm trọng của chúng và xếp hạng (cho điểm) chúng
Bước 5	Xác định tần suất xảy ra của các sai lỗi	Dựa vào dữ liệu thực hay dựa vào sự ước đoán, nhóm FMEA xác định và xếp hạng (cho điểm) tần suất xảy ra của các sai lỗi
Bước 6	Xác định khả năng phát hiện ra các sai lỗi hoặc các tác động	Nhóm FMEA sẽ xác định và xếp hạng (cho điểm) mức độ phát hiện ra các sai lỗi hoặc các tác động của chúng
Bước 7	Tính toán hệ số ưu tiên rủi ro (RPN) cho mỗi sai lỗi	$RPN = S \times O \times D$
Bước 8	Ưu tiên các sai lỗi để thực hiện các hành động ngăn ngừa	Xếp hạng các sai lỗi theo thứ tự của RPN. Sử dụng quy tắc 80/20 để chọn ra các sai lỗi nghiêm trọng nhất để đưa ra hành động ngăn ngừa
Bước 9	Hành động để giảm thiểu hoặc loại bỏ các sai lỗi	Giảm thiểu hay loại bỏ D bằng cách kiểm soát chặt chẽ hơn, hệ thống đèn báo, hướng dẫn công việc, quy trình... Giảm thiểu hay loại bỏ O bằng cách loại bỏ hay kiểm soát những nguyên nhân tiềm tàng Giảm thiểu hay loại bỏ S (khó thực hiện) bằng cách điều chỉnh việc sắp xếp lại quá trình
Bước 10	Tính lại RPN	Sau khi thực hiện các hành động thì các điểm số của S, O, D của các sai lỗi được kỳ vọng là sẽ giảm xuống. Nhóm FMEA cần tính lại các giá trị này cũng như giá trị RPN.

(Nguồn: McDermott, Mikulak & Beauregard, 2002)

PHÂN TÍCH VÀ THẢO LUẬN

FMEA cho quá trình sản xuất lon tại công ty cổ phần Ánh Bình Minh

Để triển khai dự án FMEA trong công ty, nhóm FMEA gồm 6 người đã được thành lập, thành viên là các nhà quản lý, kỹ sư và trưởng bộ phận, công đoạn. Ngoài nhóm FMEA này còn được

giám sát và đánh giá kết quả bởi giám đốc nhà máy. Các bước triển khai được vận dụng theo quy trình thực hiện FMEA (Bảng 2).

Bước 1, 2: Nhóm FMEA tiến hành phân tích quá trình sản xuất lon và xác định được 17 dạng sai hỏng xảy ra tại 9 công đoạn của quá trình này (Bảng 3).

Bảng 3: Các dạng sai hỏng trong quá trình sản xuất lon

Công đoạn	Các dạng sai hỏng
Kiểm tra nhôm	Nhôm không đạt chất lượng.
Phủ dầu	Dư, thiếu dầu.
Đập cup	Cup bị trầy xước, nhăn thân và đáy. Độ dày cup không đều. Mép cup có ba vía.
Vuốt lon và cắt mép	Lon bị thủng lỗ, bị nhăn. Độ cao lon không đạt chuẩn. Độ cao đáy lon không đạt chuẩn.
Rửa và sấy lon	Đen dít và thân lon. Lon còn dính dầu.
Phủ nền varnish	Lỗi chống mí, varnish bên trong lon. Phân bố không đều.
In	Sai màu. In thiếu, in ngược.
Phủ lacquer bên trong và sấy IBO	Độ dẫn điện cao. Độ phân bố không đều.
Túm cổ và bề gờ lon	Cổ lon bị nhăn và bị gấp.

Bước 3, 4, 5, 6: Dựa trên cơ sở lý thuyết về việc xác định các chỉ số mức độ nghiêm trọng/tác động của các dạng sai hỏng (S), mức độ xuất hiện của các dạng sai hỏng (O), đánh giá tình hình

kiểm soát và phát hiện sai hỏng hiện tại (D), nhóm FMEA đã xây dựng các chỉ số đánh giá S, O, D cho quá trình sản xuất lon của công ty (Phụ

lục 1 và 2). Căn cứ trên đó, nhóm FMEA xác định điểm số S, O, D cho từng dạng sai hỏng.

Bước 7, 8: Nhóm FMEA tính hệ số ưu tiên rủi ro RPN1 (trước cải tiến) cho mỗi dạng sai hỏng, kết quả xác định 3 dạng sai hỏng có hệ số RPN1 cao nhất được thể hiện ở Bảng 4. Do cả ba dạng sai hỏng có chỉ số RPN1 gần bằng nhau (RPN1 =

240 - 245) nên nhóm tiếp tục tính thêm hệ số RAV1 để dễ dàng xếp hạng ưu tiên cải tiến. Kết quả xếp hạng ưu tiên cải tiến các dạng sai hỏng theo thứ tự: (1) Lon bị thủng lỗ, bị nhăn thân và đáy, (2) Đen đít và thân lon, (3) Màu không đúng với màu chuẩn.

Bảng 4: Ba dạng sai hỏng được xếp hạng cao nhất theo hệ số RPN1 trong quá trình sản xuất lon

Công đoạn	Trạng thái sai hỏng	Tác động do sai hỏng	S1	Nguyên nhân tiềm ẩn	Kiểm soát hiện tại	O1	D1	RPN1	RAV1
Vuốt lon và cắt mép	Lon bị thủng lỗ, bị nhăn thân và đáy	Anh hưởng tới yêu cầu của khách hàng, làm kẹt máy	8	Ba vĩa mép cup và độ dày thân cup không đều. Áp lực pittong máy đập và khuôn kẹp cup không chặt. Công nhân thiếu tập trung, không điều chỉnh đúng thông số vận hành, vệ sinh máy móc dơ.	Kiểm tra sau khi thành phẩm rời công đoạn	6	5	240	9,6
Rửa và sấy lon	Đen đít và thân lon	Anh hưởng đến thẩm mỹ sản phẩm	5	Bụi bẩn và nồng độ rửa chưa đúng. Nhóm ri sét và dơ bẩn.	Kiểm tra bồn rửa và nồng độ hóa chất cho vào, độ PH của bồn	7	7	245	5,0
In	Màu không đúng với màu chuẩn	Anh hưởng tới yêu cầu của khách hàng	3	Nguyên liệu mực, công thức pha và trộn màu chưa tốt. Nhiệt độ cao làm khô mực, trục lấy mực không hoạt động, áp lực in không đúng và tầm cao su lấy mực bị lỗi.	Kiểm tra bằng mắt	10	8	240	3,75

Bước 9: Nhóm FMEA tiến hành thảo luận, phân tích sâu hơn các nguyên nhân gây ra các dạng sai hỏng này và từ đó đề xuất các giải pháp tương ứng (cột 3 Bảng 5). **Bước 10:** Mặc dù có nhiều giải pháp cải tiến được đề xuất cho 3 dạng sai hỏng cần ưu tiên cải tiến nêu trên, nhưng các

giải pháp này không được triển khai đồng thời mà theo từng giai đoạn. Sau 2 tuần áp dụng một số giải pháp, nhóm FMEA đã tính lại hệ số RPN2 (sau cải tiến) để đánh giá hiệu quả ban đầu các giải pháp (Bảng 5).

Bảng 5: Các giải pháp và hệ số RPN2 của 3 dạng sai hỏng ưu tiên cải tiến trong quá trình sản xuất lon

Công đoạn	Trạng thái sai hỏng	Giải pháp thực hiện	S2	O2	D2	RPN2
Vuốt lon và cắt mép	Lon bị thủng lỗ, bị nhăn thân và đáy	Hướng dẫn công nhân điều chỉnh đúng thông số và vệ sinh máy móc sau khi kết thúc ca làm việc. Kiểm tra nguyên vật liệu nhôm đầu vào và kiểm soát tốt quá trình tạo ra cup. (Được triển khai) Lập ra tiêu chuẩn kiểm tra lỗi nhăn trên lon. (Được triển khai) Điều chỉnh đúng áp lực đập và lên kế hoạch bảo trì máy vuốt thân. Yêu cầu công nhân vệ sinh máy móc theo kế hoạch để thu nhập các vụn nhôm.	8	4	5	160
Rửa và sấy lon.	Đen đít và thân lon.	Hướng dẫn công nhân vệ sinh những chỗ cần thiết và lập ra tiêu chuẩn pha trộn, kiểm tra bồn rửa. Kiểm tra nguyên vật liệu đầu vào của nhà cung cấp, tăng cường tiêu chuẩn chấp nhận nguyên liệu đầu vào. (Được triển khai) Lập ra tiêu chuẩn kiểm tra lỗi đen trên lon. (Được triển khai) Lên kế hoạch bổ sung quạt công nghiệp, tăng cường ánh sáng tại khu vực làm việc của công nhân.	5	6	5	150
In.	Màu không đúng với màu chuẩn.	Yêu cầu công nhân vận hành máy điều chỉnh đúng thông số và kỹ sư pha trộn mực đúng theo công thức pha trộn màu. Kiểm tra nguyên vật liệu đầu vào của nhà cung cấp, tăng cường tiêu chuẩn chấp nhận nguyên liệu đầu vào. (Được triển khai) Thiết lập các tiêu chuẩn về màu sắc in. (Được triển khai) Yêu cầu công nhân nâng cao kỷ luật, theo sát quy trình sản xuất. Lên kế hoạch bổ sung quạt công nghiệp và mái nhà cho thông thoáng.	3	7	8	168

Dựa vào Bảng 4 và 5 để so sánh RPN trước và sau cải tiến, ta thấy rằng có sự thay đổi theo

chiều hướng tốt, các chỉ số RPN2 sau khi cải tiến giảm rõ rệt. Điều này chứng tỏ việc thực hiện

FMEA đã giúp công ty ngăn ngừa sự xuất hiện các sai hỏng, giảm tỷ lệ phế phẩm đến tay khách hàng. Một số dạng lỗi khác tuy vẫn chưa được tiến hành áp dụng biện pháp khắc phục nhưng tình hình chất lượng cũng được cải thiện rõ rệt, nguyên nhân là do trong cùng một công đoạn trong quy trình sản xuất liên quan đến nhau, đồng thời những biện pháp khắc phục đang được triển khai mang tính tổng quát cao, có thể áp dụng cho nhiều sai hỏng nên khi áp dụng một phương pháp cải tiến đối với dạng sai hỏng này thì cũng có tác dụng đối với dạng sai hỏng khác.

Nhìn chung việc áp dụng FMEA ở quy trình sản xuất lon có một số lợi ích sau:

- Xác định rõ rất nhiều nguyên nhân tiềm ẩn, nguyên nhân khách quan, chủ quan.
- Xác định một số tác động của dạng sai hỏng đối với khách hàng và đối với quy trình.
- Xác định một số biện pháp khắc phục cho các sai hỏng được ưu tiên cải tiến trước.
- Việc khắc phục được thực hiện bởi các kỹ sư và nhân viên giỏi trong nhà máy.
- Thực hiện đánh giá lại thang điểm RPN để có thể dựa vào đó có một cái nhìn tổng quát về cả quy trình áp dụng, từ đó các nhân viên có thể đề nghị những cải tiến mới cho những lần thực hiện FMEA tiếp theo.

Tuy nhiên vẫn còn tồn tại một số yếu tố chưa đạt khi áp dụng FMEA:

- Việc áp dụng FMEA được thực hiện trong một thời gian ngắn, dữ liệu chất lượng thu thập chưa phản ánh đúng với tình hình trong thực tế. Đồng thời những biện pháp cải tiến đang áp dụng chưa thực sự phát huy tác dụng trong thời gian ngắn nên cần có thêm thời gian và việc đánh giá thang điểm RPN cần thực hiện liên tục theo quy trình cải tiến PDCA (Plan – Do – Check – Act).

- Dựa vào thang điểm RPN, các nhân viên, kỹ sư trong nhà máy chỉ thực sự giải quyết các lỗi có hệ số RPN cao, các lỗi còn lại chỉ đề ra giải pháp và đang chờ thực hiện cải tiến.

- Các kỹ sư và nhân viên trong nhà máy phải lo cho nhiều bộ phận khác nhau trong nhà máy nên việc phối hợp thực hiện cải tiến giữa các thành viên còn chậm và chưa đạt được hiệu suất cao.

FMEA cho quá trình kiểm tra bộ vi xử lý tại công ty IPV

So với dự án trên, dự án FMEA tại IPV có quy trình phức tạp hơn. Quy trình này gồm có 4 công đoạn chính: (1) Lắp đặt và chuẩn bị, (2) Bắt đầu vận hành, (3) Bắt đầu kiểm tra thiết bị, và (4) Kết thúc quá trình kiểm tra. Do phân tích cả 4 công đoạn nên ngoài một thành viên chính tham gia cả 4 quá trình, các thành viên khác thay đổi theo từng công đoạn. Tổng các thành viên tham gia trong dự án này là 20 người. Họ là nhà quản lý, kỹ sư và công nhân tham gia trực tiếp vào quá trình kiểm tra bộ vi xử lý.

Bước 1, 2: Nhóm FMEA đã phân tích 4 công đoạn của quá trình kiểm tra bộ vi xử lý. Kết quả đã xác định được 38 dạng sai hỏng cho cả quá trình, trong đó công đoạn 1 là 14, công đoạn 2 là 12, công đoạn 3 là 8 và công đoạn 4 là 4.

Bước 3, 4, 5, 6: Tương tự dự án trên, nhóm FMEA đã xây dựng các chỉ số đánh giá S, O, D cho quá trình kiểm tra bộ vi xử lý (Phụ lục 1 và 2). Từ đó, nhóm FMEA xác định điểm các chỉ số S, O, D cho từng dạng sai hỏng.

Bước 7, 8: Nhóm FMEA tính hệ số ưu tiên rủi ro RPN1 (trước cải tiến) cho mỗi dạng sai hỏng, kết quả xác định 3 dạng sai hỏng có giá trị RPN1 cao nhất được thể hiện ở Bảng 6. Có hai giá trị RPN1 xấp xỉ bằng nhau ($RPN1 = 180$ và 175), nên nhóm đã tính thêm hệ số RAV1 để có thêm cơ sở xếp hạng cải tiến. Kết quả xếp hạng ưu tiên cải tiến các dạng sai hỏng theo thứ tự: (1) Không nhất được linh kiện, (2) Dụng cụ lắp đặt không chính xác, (3) Thiết bị điều khiển bị treo.

Bước 9: Ở từng công đoạn nhóm FMEA tiến hành thảo luận, phân tích sâu hơn các nguyên nhân gây ra các dạng sai hỏng này. Mỗi dạng sai hỏng đều có giải pháp tương ứng (cột 3 Bảng 7).

Bước 10: Từ đề xuất của nhóm FMEA, nhà quản lý cùng với các kỹ sư của ba công đoạn 1, 2 và 3 tiến hành lập kế hoạch và triển khai giải pháp trong thời gian một tháng. Để đánh giá hiệu quả của giải pháp sau một tháng triển khai, nhóm FMEA tính lại hệ số RPN2 của ba dạng sai hỏng và nhận thấy chúng đã giảm đáng kể (Bảng 7). Đây là dấu hiệu tích cực đối với nhóm thực hiện cải tiến.

Bảng 6: Ba dạng sai hỏng được xếp hạng cao nhất theo hệ số RPN1 trong quá trình kiểm tra bộ vi xử lý

Công đoạn	Trạng thái sai hỏng	Tác độ do sai hỏng	S1	Nguyên nhân tiềm ẩn	O1	D1	RPN1	RAV1
<i>Công đoạn 1-bước 1:</i> Lắp đặt thiết bị và dụng cụ	Dụng cụ lắp đặt không chính xác	Giảm năng suất, gây ra các vấn đề chất lượng	6	Kỹ thuật viên sản xuất thực hiện không đúng quá trình chuyên đổi và trạm nối.	5	6	180	5,0
<i>Công đoạn 2-bước 10:</i> Khởi động thiết bị điều khiển	Thiết bị điều khiển bị treo	Ngừng máy	5	Máy tính của thiết bị điều khiển bị tắt đột ngột, hệ thống LAN không hoạt động liên tục.	5	4	100	6,25
<i>Công đoạn 3-bước 20:</i> Sắp xếp giàn nhặt thiết bị từ đĩa	Không nhặt được từ đĩa	Ngừng máy, giảm năng suất, gây ra các vấn đề chất lượng	7	Động cơ quay không đúng vị trí ban đầu	5	5	175	7,0

Bảng 7. Các giải pháp và hệ số RPN2 của 3 dạng sai hỏng ưu tiên cải tiến trong quá trình kiểm tra bộ vi xử lý

Công đoạn	Trạng thái sai hỏng	Giải pháp thực hiện	S2	O2	D2	RPN2
<i>Công đoạn 1-bước 1:</i> Lắp đặt thiết bị và dụng cụ	Dụng cụ lắp đặt không chính xác	Cung cấp đồ gá chính xác cho kỹ thuật viên sản xuất sử dụng khi lắp đặt	3	3	3	27
<i>Công đoạn 2-bước 10:</i> Khởi động thiết bị điều khiển	Thiết bị điều khiển bị treo	Đào tạo và lập sổ tay hướng dẫn cho kỹ thuật viên khởi động thiết bị điều khiển theo đúng quy trình.	3	2	3	18
<i>Công đoạn 3-bước 20:</i> Sắp xếp giàn nhặt thiết bị từ đĩa	Không nhặt được từ đĩa	Lắp đặt cảm biến để động cơ quay đúng vị trí ban đầu	3	4	2	24

Những lợi ích đạt được khi ứng dụng FMEA tại IPV:

– Nhận diện các sai hỏng, nguyên nhân của quá trình kiểm tra bộ vi xử lý một cách có hệ thống và toàn diện hơn.

– Xếp hạng được ưu tiên các dạng sai hỏng cần cải tiến.

– Các hệ số RPN2 của ba dạng sai hỏng giảm đáng kể so với RPN1 chứng tỏ giải pháp đạt hiệu quả cao. Cụ thể thời gian ngừng máy đã giảm và năng suất tăng lên.

– Đây là cơ sở để tiếp tục cải tiến các sai hỏng khác của quá trình kiểm tra bộ vi xử lý và cải tiến các quá trình khác của công ty.

– Các thang đo đánh giá chỉ số S, O, D của nhóm FMEA xây dựng cho công ty có thể cơ sở tham khảo trong ngành công nghiệp sản xuất bộ vi xử lý.

Bên cạnh những kết quả đạt được, vẫn còn tồn tại một số vấn đề sau:

– Do dự án FMEA được thực hiện trong thời gian khá ngắn nên kết quả đánh giá chưa thực sự phản ánh đúng thực tế của quá trình. Còn nhiều dạng sai hỏng chưa được phân tích sâu và đề xuất giải pháp cải tiến.

– Nhóm FMEA gặp nhiều khó khăn và mất nhiều thời gian, nỗ lực để xây dựng các thang đo

đánh giá chỉ số S, O, D cho lĩnh vực đặc thù về sản xuất bộ vi xử lý.

ĐÚC KẾT KINH NGHIỆM

Qua quá trình thực hiện FMEA tại hai công ty, một số so sánh được rút ra như sau:

Trong việc hình thành nhóm FMEA, do quá trình sản xuất lon của công ty Ánh Bình Minh tương đối đơn giản nên số lượng và các thành viên trong nhóm không thay đổi trong quá trình phân tích FMEA. Trong khi đó, quá trình kiểm tra bộ vi xử lý của IPV phức tạp và được chia thành 4 công đoạn chính, nên số lượng và thành viên nhóm thay đổi theo từng công đoạn.

Trong bước 3, 4, 5, 6 khi xây dựng bộ thang đánh giá S, O và D, cả hai nhóm FMEA đều thực hiện theo phương pháp lấy ý kiến chuyên gia cho các sai hỏng xảy ra. Cả hai nhóm đều cho rằng đây là bước khó khăn nhất và họ phải dành nhiều thời gian để phân tích từng dạng sai hỏng. Khi có sự khác biệt về đánh giá của các chuyên gia cho một dạng sai hỏng nào đó là họ lại phải thảo luận lại với các chuyên gia nhằm giảm thiểu những sai lệch trong đánh giá. Nhóm FMEA nhận thấy bộ thang đo S, O, D được xây dựng là cơ sở tham khảo hữu ích cho việc cải tiến liên tục của công ty trong tương lai.

Trong bước 7, 8 khi tính RPN cho từng sai hỏng và xếp hạng ưu tiên cải tiến, cả hai nhóm FMEA đều gặp tình trạng là một số sai hỏng có hệ số RPN bằng nhau hoặc xấp xỉ bằng nhau. Thực tế, đây cũng là tình trạng thường gặp khi tính hệ số RPN. Điều này gây khó xếp hạng ưu tiên cải tiến các dạng sai hỏng. Dựa trên nghiên cứu của Sawhney và cộng sự (2010), nhóm FMEA đã vận dụng thêm dạng FMEA hiệu chỉnh, đó là hệ số RAV, để xếp hạng các sai hỏng cần ưu tiên cải tiến. Đây cũng chính là điểm mới của nghiên cứu này. Các nghiên cứu trước đây cho thấy các doanh nghiệp Việt Nam chủ yếu chỉ áp dụng FMEA dạng truyền thống.

Trong quá trình thực hiện FMEA, ban lãnh đạo của công ty Ánh Bình Minh rất ủng hộ nhóm FMEA thực hiện nên việc thu thập dữ liệu và triển khai cải tiến gặp nhiều thuận lợi hơn so với nhóm FMEA của công ty IPV.

Công ty IPV đang triển khai Lean trong doanh nghiệp. Việc xác định được các lãng phí và tìm cách giảm chúng là rất quan trọng trong khi áp dụng Lean. Qua việc ứng dụng FMEA đã giúp công ty dễ dàng trong việc nhận diện các dạng sai hỏng/lãng phí và xếp hạng ưu tiên để cải tiến chúng.

Từ những phân tích kết quả ở trên, nhóm nghiên cứu đúc kết một số kinh nghiệm và đây sẽ là tham khảo hữu ích cho các doanh nghiệp Việt Nam:

– Khi triển khai dự án FMEA cần có sự ủng hộ của lãnh đạo cấp cao vì điều này sẽ giúp nhóm FMEA thuận lợi trong việc thu thập dữ liệu và triển khai các giải pháp đề xuất. (*Tình huống công ty Ánh Bình Minh*)

– Khi thành lập nhóm FMEA, cần có người hiểu rõ công cụ FMEA, nhà quản lý và các nhân viên liên quan trực tiếp đến quá trình nghiên cứu. Số lượng người trong nhóm FMEA khoảng 4 – 6 người. (*Tình huống công ty Ánh Bình Minh*). Nếu quá trình phức tạp thì nên chia quá trình thành nhiều công đoạn và hình thành nhóm FMEA mở rộng cho từng công đoạn. (*Tình huống công ty IPV*). Nhóm FMEA cần dành nhiều thời gian và nỗ lực cho việc xây dựng thang đánh giá các chỉ số S, O, D phù hợp với quá trình nghiên cứu. Thang đánh giá các chỉ số S, O, D ban đầu thường chưa toàn diện, đầy đủ do đó chúng nên được hiệu chỉnh một vài lần sau đó được chuẩn

hóa thành bộ thang đo chính thức của công ty. (*Tình huống công ty Ánh Bình Minh và IPV*)

– Khởi đầu dự án FMEA nên áp dụng FMEA truyền thống. FMEA hiệu chỉnh nên được dùng hỗ trợ cho việc xếp hạng rủi ro khi các giá trị RPN bằng nhau hoặc xấp xỉ bằng nhau. Thực tế từ hai tình huống nghiên cứu trên cho thấy độ phân biệt giữa các hệ số RPN khá lớn (phạm vi thay đổi từ 1 – 1000) nên dễ dàng nhận diện các sai hỏng có rủi ro cao. Trong khi đó, độ phân biệt giữa các hệ số RAV nhỏ hơn so với RPN (0,1 – 100), điều này dẫn tới nhóm FMEA phải cân nhắc kỹ hơn các sai hỏng có rủi ro cao. (*Tình huống công ty Ánh Bình Minh và IPV*).

– Dự án FMEA chỉ thực sự có ý nghĩa khi các giải pháp được triển khai và được đánh giá lại thông qua tính hệ số RPN và RAV lần 2 (*Tình huống công ty Ánh Bình Minh và IPV*). Do đó, các hành động cải tiến cần phải có sự ủng hộ và tham gia của các nhân sự liên quan đến quá trình cần cải tiến. (*Tình huống công ty Ánh Bình Minh*).

– Tích hợp FMEA trong Lean là cần thiết để nâng cao hiệu quả vận hành của hệ thống Lean trong công ty. (*Tình huống công ty IPV*)

KẾT LUẬN

Bài báo mô tả quá trình áp dụng FMEA quá trình tại hai doanh nghiệp sản xuất ở Việt Nam. Kết quả ban đầu cho thấy đã có những dấu hiệu cải tiến tích cực trong việc giảm các dạng sai hỏng tại các quá trình nghiên cứu: quá trình sản xuất lon của công ty Ánh Bình Minh và quá trình kiểm tra bộ vi xử lý của công ty IPV. Điểm mới của nghiên cứu này là các nhóm FMEA đã tính thêm hệ số RAV để hỗ trợ cho việc xếp hạng ưu tiên cải tiến thay vì chỉ dựa trên RPN. Bài báo còn đúc kết một số kinh nghiệm khi triển khai ứng dụng FMEA tại các doanh nghiệp Việt Nam.

Bên cạnh những kết quả đạt được, nghiên cứu này vẫn còn một số hạn chế nhất định. Việc xây dựng thang đánh giá S, O, D phù hợp với quá trình cải tiến đòi hỏi nhiều thời gian và nỗ lực. Thực tế, nghiên cứu này thực hiện trong thời gian khá ngắn (khoảng 3 tháng), nên các thang đo này chưa chi tiết và đầy đủ. Do đó, nhóm FMEA của mỗi công ty nên tiếp tục hoàn thiện bộ thang đo này. Ngoài ra, nhiều biện pháp cải tiến được đề xuất, nhưng trong nghiên cứu này mới bước đầu

triển khai một số giải pháp, hơn nữa có những giải pháp mang tính dài hạn nên việc đánh giá kết quả cải tiến trong thời gian ngắn (2 – 4 tuần) chưa thực mang lại hiệu quả cao. Do đó, cần có những đánh giá thêm sau 3 – 6 tháng cải tiến. Bài

báo này mới trình bày ứng dụng FMEA trong lĩnh vực sản xuất, do đó cần có thêm những nghiên cứu trong lĩnh vực dịch vụ của các doanh nghiệp ở Việt Nam.

A study of FMEA implementation: cases of manufacturing companies in Vietnam

- **Nguyen Thuy Quynh Loan**
- **Le Phuoc Luong**
- **Tran Quoc Tham**
- **Nguyen Bac Nguyen**

University of Technology, VNU - HCM

ABSTRACT:

In this paper, an attempt has been made to study an FMEA technique in manufacturing processes of two companies in Vietnam: a can manufacturing process of Anh Binh Minh Company and a process testing chip set of Intel Product Vietnam Ltd. The parameters of traditional FMEA have been analyzed in this study: S (Severity value), O (Occurrence number), D (Detection number), RPN (Risk Priority Number). A new point of this study is to

use modified FMEA, it is RAV (Risk Assessment Value). The study has determined the failure modes systematically and comprehensively. The failure modes have been prioritized for improvement and the solutions have been suggested respectively. After the pilot implementation of the solutions, the failure modes have reduced considerably. The paper has also drawn some experiences in implementing FMEA in Vietnamese companies.

Keywords: FMEA, traditional and modified FMEA, Severity value (S), Occurrence number (O), Detection number (D), Risk Priority Number (RPN), Risk Assessment Value (RAV).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Chauhan, A., Malik, R. K., Sharma, G., Verma, M. (2011). Performance Evaluation of Casting Industry by FMEA: A Case Study. International Journal of Mechanical Engineering Applications Research, 2(2), 113-121.
- [2]. Chen, J.K. (2007). Utility priority number evaluation for FMEA. Journal of Failure Analysis and Prevention, Vol. 7 No. 5, pp. 321-328.
- [3]. Cung, Đ. Đ. (2007), FMEA phân tích cách thức sinh ra sai sót hậu quả và độ nguy kịch, có tại website <http://vietsciences.org>.
- [4]. Davidson, G. and Labib, A. (2003). Learning from failures: design improvements using a multiple criteria decision-making process”, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering, Vol. 217 No. 4, pp. 207-216.
- [5]. Dong, C. (2007). Failure mode and effects analysis based on fuzzy utility cost estimation. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 24 No. 9, pp. 958-971.

- [6]. Hsiao, S. (2002). Concurrent design method for developing a new product. International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 29, pp. 41-55.
- [7]. Linton, J. (2003). Facing the challenges of service automation: an enabler for e-commerce and productivity gain in traditional services. IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 50 No. 4, November, pp. 478-484.
- [8]. McDermott, R., Mikulak, J., & Beauregard, M. (2002). The basics of FMEA. CRC press, Taylor & Francis group, 2nd edition.
- [9]. Parkinson, H. and Thompson, G. (2004). Systematic approach to the planning and execution of product remanufacture, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, Vol. 218 No. 1, pp. 1-14.
- [10]. Sawhney, R., Subburaman, K., Sonntag, C., Capizzi, C., Rao, P.V (2010). A Modified FMEA Approach to Enhance Reliability of Lean Systems. International Journal of Quality and Reliability Management, 27(7), 832-855.
- [11]. Teng, S., Ho, S., Shumar, D. & Liu, P. (2006). Implementing FMEA in a collaborative supply chain environment. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 23 No. 2, pp. 179-196.
- [12]. Wang, Y.M., Chin, K.S., Poon, G.K. and Yang, J.B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. Journal of Expert Systems with Applications, Vol. 36 No. 2, pp. 195-207.

PHỤ LỤC 1. THANG ĐIỂM ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ NGHIÊM TRỌNG (S) CỦA CÁC SAI HỒNG

Hậu quả	Tác động đến sản phẩm, máy móc, khách hàng bên trong ở công đoạn kế tiếp	Tác động đến khách hàng bên ngoài	Ví dụ các dạng sai hỏng trong quá trình		Điểm
			sản xuất lon	kiểm tra VXL	
Cực kỳ nghiêm trọng.	Có thể gây nguy hiểm, tai nạn mà không báo trước cho người điều hành máy hay bộ phận ở công đoạn kế tiếp.	Mất an toàn mà người sử dụng không được báo trước.	Lacquer bên trong lon thiếu cùng với thức uống làm oxi hóa lon.	-	10
Rất nghiêm trọng	Có thể gây nguy hiểm, tai nạn nhưng báo trước cho người điều hành hay máy hay bộ phận ở công đoạn kế tiếp.	Mất an toàn nhưng người sử dụng được báo trước.	Pha chế nguyên liệu không phù hợp, nguyên liệu có chứa độc chất mà bộ phận thử nghiệm không phát hiện ra, gây nguy hiểm cho công nhân ở giai đoạn rửa.	-	9
Rất cao	Đối với hệ thống gây gián đoạn quy trình. Hệ thống phải sửa chữa trong thời gian quá một giờ. 100% sản phẩm có thể bị loại.	Khách hàng tìm đối tác khác.	Sản phẩm lon bị lõ thủng, bị móp...	Bộ phận nhật bị hỏng	8
Cao	Đối với hệ thống gây gián đoạn quy trình. Hệ thống phải sửa chữa trong thời gian nửa giờ tới một giờ. Sản lượng có thể phải sàng lọc và trên 50% có thể bị loại.	Khách hàng yêu cầu sản phẩm thay thế. Sản phẩm lỗi những vẫn sử dụng được và an toàn.	Ba vĩa ở mép lon làm máy bị kẹt ở giai đoạn vượt thân lon.	Không nhật được từ đĩa	7
Đáng chú ý	Đối với hệ thống gây gián đoạn quy trình. Hệ thống phải sửa chữa trong thời gian không quá nửa giờ. Sản lượng có thể phải sàng lọc và 20% đến 50% có thể bị loại.	Gây thiệt hại đáng kể cho khách hàng, cần phải giải quyết ngay. Sản phẩm lỗi nhưng vẫn sử dụng được và an toàn.	Chiều cao lon không đạt sẽ làm kẹt máy trong công đoạn tùm cổ và bề gờ lon. Lon bị nhăn trên thành miệng.	Dụng cụ lắp đặt không chính xác. Bộ phận đếm lô không chính xác	6
Trung bình	Hệ thống dùng được. Sản lượng có thể phải sàng lọc và 15% đến 20% có thể bị loại.	Khách hàng phản ánh. An toàn cho người sử dụng.	Bụi bẩn bên trong lon, dính dính và thân lon tạo nên những vết bẩn sau khi phủ varnish làm mất thời gian lựa lon.	Thiết bị điều khiển bị treo. Phần cứng bị hỏng. Thông tin không chính xác	5

Hậu quả	Tác động đến sản phẩm, máy móc, khách hàng bên trong ở công đoạn kế tiếp	Tác động đến khách hàng bên ngoài	Ví dụ các dạng sai hỏng trong quá trình sản xuất lon		Điểm
			sản xuất lon	kiểm tra VXL	
Vừa	Hệ thống dùng được. Hệ thống có hạng mục không thích ứng. Dễ phát hiện trong quá trình sản xuất. Sản lượng có thể phải sàng lọc và 10% đến 15% có thể bị loại.	Xác suất trên 75% bị nhận thấy sai sót. Những lỗi này là những lỗi nhỏ, dễ phát hiện bởi khách hàng.	Thiếu chữ và thiếu hình.	Khởi động bị thất bại. Bộ phận định hướng sai tại giá đỡ.	4
Nhẹ	Hệ thống dùng được. Hệ thống có hạng mục không thích ứng. Dễ phát hiện trong quá trình sản xuất. Sản lượng có thể phải sàng lọc và 5% đến 10% có thể bị loại.	Xác suất trên 50% bị nhận thấy sai sót. Những lỗi này là những lỗi nhỏ, dễ phát hiện bởi khách hàng.	Sai màu, biến màu...	Phương pháp tái xuống không chính xác. Thiết bị không đặt đúng chỗ tại giá đỡ đĩa.	3
Rất nhẹ	Hệ thống dùng được. Hệ thống có hạng mục không thích ứng. Tuy nhiên không ảnh hưởng nhiều đến quá trình sản xuất. Sản lượng có thể phải sàng lọc và ít hơn 5% có thể bị loại.	Xác suất trên 25% bị nhận thấy sai sót. Những lỗi này là những lỗi nhỏ, dễ phát hiện bởi khách hàng.	Lon có vân mờ, không đều do vanish phủ không đạt.	Đĩa quay không đúng. Hệ thống tự động bị lỗi.	2
Không nghiêm trọng	Không ảnh hưởng đến quá trình sản xuất.	Không gây hậu quả cho người sử dụng.	Màu không đạt độ bóng do mực in không đạt và lò sấy chưa đủ nhiệt.	TS không thể nhận diện được thiết bị.	1

Phụ lục 2.Thang điểm đánh giá mức độ xuất hiện (O) và khả năng phát hiện sai hỏng (D)

Thang điểm đánh giá O		Điểm O, D	Thang điểm đánh giá D	
Xác suất có sai sót	Tỷ lệ sai sót dự báo		Khả năng phát hiện sai hỏng	Miêu tả
Rất cao	$\geq 10\%$	10	Gần như không phát hiện được	Phương tiện và phương pháp kiểm tra không phát hiện được nguyên nhân tiềm tàng/ cơ cấu sinh ra sai sót.
Sai sót dai dẳng	5% - 10%	9	Rất bấp bênh	Kiểm tra bằng phương pháp gián tiếp hay kiểm tra theo thống kê.
Cao	2% - 5%	8	Bấp bênh	Chỉ có kiểm tra bằng thị giác.
Sai sót thường xuyên	1% - 2%	7	Rất thấp	Chỉ có kiểm tra bằng thiết bị đơn giản (cân, thước đo,...).
Vừa	0.5% - 1%	6	Thấp	Kiểm tra dùng biểu đồ như là SPC (Statistical Process Control, Kiểm tra Quy trình Bảng Thống kê).
Sai sót ngẫu nhiên	0.2% - 0.5%	5	Vừa	Kiểm tra bằng cỡ đo sau khi thành phần đã rời công đoạn.
Nhỏ	0.1% - 0.2%	4	Khá cao	Dò ra ở công đoạn ngay sau. Kiểm tra bằng cỡ khi khởi động máy và kiểm tra đơn vị thứ nhất.
Tương đối sai sót	0.05% - 0.1%	3	Cao	Dò ra ở công đoạn ngay sau với nhiều tiêu chuẩn chấp nhận : cung cấp, chọn lựa, kiểm tra. Công đoạn ngay sau không thể chấp nhận những thành phần không phù hợp.
Bấp bênh	0.001% - 0.05%	2	Rất cao	Dò ra ở công đoạn (kiểm tra tự động bằng cỡ với tự động ngưng sản xuất khi cần thiết). Công đoạn không thể cho ra những thành phần không phù hợp.
Sai sót ít xảy ra	$\leq 0.001\%$	1	Gần như chắc chắn	Phương tiện và phương pháp kiểm tra chắc chắn sẽ phát hiện được nguyên nhân gây ra các dạng sai hỏng.

(Nguồn: Cung, 2007)