

Six Sigma cho cải tiến quá trình trong sản xuất: Một nghiên cứu tình huống

Six Sigma for process improvement in manufacturing: A case study

Nguyễn Thúy Quỳnh Loan^{1,2*}, Trần Thị Ánh Như^{1,2}, Nguyễn Vương Chí^{1,2}

¹Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ, Email: ntqloan@hcmut.edu.vn

THÔNG TIN

TÓM TẮT

DOI:10.46223/HCMCOUJS.
econ.vi.18.5.2389.2023

Ngày nhận: 01/08/2022

Ngày nhận lại: 06/10/2022

Duyệt đăng: 10/10/2022

Mã phân loại JEL:
M110; M100; M190

Từ khóa:

cải tiến quá trình; DMAIC;
dự án; nón bảo hiểm;
Six Sigma

Keywords:

process improvement;
DMAIC; project; helmet;
Six Sigma

Six Sigma là một trong những công cụ quản lý mạnh mẽ nhất được sử dụng để đạt được quá trình xuất sắc. Six Sigma được phát triển như một phương pháp cải tiến chất lượng thông qua việc loại bỏ các lỗi trong quá trình vận hành. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là tổng quan lý thuyết Six Sigma và ứng dụng nó vào tình huống công ty A chuyên sản xuất nón bảo hiểm ở Việt Nam để giảm tỉ lệ lỗi lồi xóp của nón bảo hiểm. Tiến trình DMAIC (Define - Measure - Analyze - Improve - Control) của Six Sigma được ứng dụng trong dự án cải tiến này. Kết quả cho thấy lỗi lồi xóp có lỗi chính là Kết cấu. Từ đó, các nguyên nhân gốc rễ được phân tích và các giải pháp được đề xuất. Sau khi cải tiến, tỉ lệ lỗi Kết cấu giảm từ 1.15% xuống 0.38%, cấp độ Sigma tăng từ 3.77 và 4.17, chi phí chất lượng giảm đáng kể. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự thành công của dự án thành công là lãnh đạo, sự tham gia của nhân viên, quản lý dự án và thu thập dữ liệu. Yếu tố rào cản của dự án là kênh giao tiếp giữa các cấp trong công ty.

ABSTRACT

Six Sigma is one of the most powerful management tools used to achieve process excellence. Six Sigma was developed as a method of quality improvement through the elimination of operational defects. Therefore, the objective of this study is to review the Six Sigma theory and apply it to the case study of company A, which specializes in the production of helmets in Vietnam, to reduce the styrofoam defect rate of helmets. The DMAIC (Define - Measure - Analyze - Improve - Control) process of Six Sigma is applied in this improvement project. The results show that the styrofoam with the main defect is the Structure. From there, the root causes are analysed, and solutions are suggested. After the improvement, the Structure defect rate decreased from 1.15% to 0.38%; the Sigma level increased from 3.77 and 4.17, cost of quality was significantly reduced. The success factors of the project are leadership, employee involvement, project management, and data collection. A barrier to the project is communication channels between levels of the company.

1. Giới thiệu

Quản lý chất lượng toàn diện (TQM) là một triết lý quản lý nổi tiếng nhằm liên tục cải tiến chất lượng của sản phẩm và quá trình (Alkunsol, Sharabati, AlSalhi, & El-Tamimi, 2019). Theo TQM, chất lượng của các sản phẩm và quá trình là trách nhiệm của tất cả mọi người có liên quan đến việc phát triển và sử dụng các sản phẩm hoặc dịch vụ. TQM liên quan đến quản lý, lực lượng lao động, nhà cung cấp và thậm chí cả khách hàng, nhằm đáp ứng hoặc vượt quá mong đợi của khách hàng (Aized, 2012). Six Sigma hiện là một trong những công cụ mạnh nhất trong cải tiến chất lượng của các công ty (Garrido-Vega, Sacristán-Díaz, & Magaña-Ramírez, 2016; Hassan, Marimuthu, & Mahinderjit-Singh, 2016). Six Sigma là một chiến lược quản lý kinh doanh nhằm cải thiện chất lượng đầu ra của quá trình bằng cách xác định và loại bỏ các nguyên nhân gây ra lỗi và giảm thiểu sự thay đổi trong quá trình sản xuất và kinh doanh. Trọng tâm của TQM là cải tiến chung thông qua hợp tác và văn hóa trong khi Six Sigma là cải tiến thông qua phương pháp thống kê (Aized, 2012). Six Sigma có thể dễ dàng tích hợp vào chương trình TQM (Aized, 2012). Six Sigma được coi là một phương pháp áp dụng vào thực tiễn của TQM (Muraleedharan, Siddarth, Balamurugan, & Prakash, 2017). Mục tiêu chính của Six Sigma là cải tiến liên tục thông qua một dự án (Trimarjoko, Purba, & Nindiani, 2020).

Đã có nhiều nghiên cứu liên quan đến lý thuyết và triển khai Six Sigma tại các ngành công nghiệp khác nhau và được thực hiện ở nhiều quốc gia phát triển. Do đó cũng rất cần thiết có các nghiên cứu tương tự ở các nơi khác trên thế giới, cụ thể như Việt Nam - một quốc gia đang phát triển. Các tình huống điển cứu về triển khai Six Sigma tại doanh nghiệp được công bố trên các tạp chí ở Việt Nam còn khá ít. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là tổng quan lý thuyết Sigma và ứng dụng nó vào tình huống công ty A chuyên sản xuất nón bảo hiểm ở Việt Nam để giảm tỉ lệ lỗi lỗi xấp của nón bảo hiểm.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Khái niệm Six Sigma

Motorola là công ty tiên phong trong việc áp dụng thành công Six Sigma vào những năm 1980 thông qua nỗ lực nâng cao mức chất lượng bằng cách giảm sự biến đổi trong quá trình sản xuất một cách liên tục và nhất quán (Olanrewaju, Uzorh, & Nnanna, 2019). Six Sigma là quá trình trong đó 99.99966% sản phẩm được sản xuất không có lỗi (Aized, 2012; Garrido-Vega & ctg., 2016), nghĩa là chỉ có 3.4 lỗi trên một triệu cơ hội (DPMO - Defects Per Million Opportunities). Six Sigma được định nghĩa là “một phương pháp có tổ chức và có hệ thống để cải tiến quá trình chiến lược và phát triển sản phẩm và dịch vụ mới dựa trên các phương pháp thống kê và phương pháp khoa học từ đó giảm đáng kể tỉ lệ sai sót do khách hàng xác định” (Linderman, Schroeder, Zaheer, & Choo, 2003, tr. 194). Các cấp độ Sigma được trình bày trong Bảng 1.

Six Sigma có ba phương pháp thực hành chính (Alcaide-Muñoz & Gutiérrez-Gutiérrez, 2017):

– *Theo tiến trình cải tiến*: Six Sigma bao gồm các cách tiếp cận khác nhau. Một là cách tiếp cận có cấu trúc để quản lý các hoạt động cải tiến, được gọi là tiến trình DMAIC (Schroeder, Linderman, Liedtke, & Choo, 2008): Define (Xác định) - Measure (Đo lường) - Analyze (Phân tích) - Improve (Cải thiện) - Control (Kiểm soát). Một cách tiếp cận khác là tiến trình DMADV: Define (Xác định) - Measure (Đo lường) - Analyze (Phân tích) - Design (Thiết kế) - Verify (Kiểm chứng) còn được gọi là Thiết kế cho Six Sigma (DFSS - Design For Six Sigma), được sử dụng để thiết kế và thiết kế lại các quá trình, thủ tục, dự án, sản phẩm và dịch vụ từ đầu; do đó, nó đòi hỏi thông tin hữu ích liên quan đến kỳ vọng của khách hàng cũng như môi trường tổ chức bên ngoài và bên trong (Gremyr & Fouquet, 2012; Shahin & Alinavaz, 2008).

- Theo thước đo: Six Sigma phát triển một số thước đo định lượng và thống kê như sai sót trên một triệu cơ hội (DPMO), điểm hài lòng của khách hàng (Customer Satisfaction score - điểm CSAT), điểm quan trọng về chất lượng (Critical to Quality - CTQ), ... (Linderman & ctg., 2003).

- Theo cấp độ vai trò: Six Sigma sử dụng một nhóm các chuyên gia cải tiến có trình độ cao, được gọi là Quán quân (Champions), Đại đen bậc thầy (Master Black Belts), Đại đen (Black Belts) và Đại xanh (Green Belts), họ thường được đào tạo chuyên sâu khác biệt, tập trung vào việc nâng cao kiến thức và kỹ năng về phương pháp thống kê, quản lý dự án, thiết kế quá trình, kỹ thuật giải quyết vấn đề, lãnh đạo và các vấn đề quản lý khác (Antony & Karaminas, 2016; Linderman & ctg., 2003).

Bảng 1

Các cấp độ Sigma

Cấp độ Sigma	Hiệu suất quá trình (%)	Lỗi (%)	Số lỗi trên 1 triệu cơ hội (DPMO)	Chi phí chất lượng (% doanh thu)	Cấp độ cạnh tranh	Hiệu quả
1	31	69	690,000	> 40%	Thấp (Không cạnh tranh)	Khó sản xuất đầu ra theo yêu cầu của khách hàng
2	69	31	310,000	30 đến 40%		
3	99.3	6.7	67,000	20 đến 30%	Trung bình (Ngành)	Hầu hết sản lượng đáp ứng yêu cầu của khách hàng
4	99.38	0.62	6,200	15 đến 20%		
5	99.977	0.023	230	10 đến 15%	Cao (Thế giới)	Hầu hết tất cả đầu ra đều đáp ứng yêu cầu của khách hàng
6	99.99966	0.00034	3.4	< 10%		

Nguồn: Tự tổng hợp

Động lực thúc đẩy việc thực hiện Six Sigma trong công ty là để tăng lợi nhuận, giảm chi phí, giảm thời gian chu kỳ, để cải thiện năng lực quá trình sản xuất, giảm sự biến đổi của quá trình, loại bỏ sai hỏng, nâng cao chất lượng, cải thiện hoạt động và hiệu suất, tăng năng lực sản xuất, nâng cao hiệu quả, đạt được lợi thế cạnh tranh về chất lượng và thị phần, và tăng sự hài lòng của khách hàng (Bhaskar, 2020; López-Guerrero, Hernández-Gómez, Velázquez-Victorica, & Olivares-Fong, 2019; Muraleedharan & ctg., 2017; Siregar, Ariani, Ginting, & Dinda, 2019).

2.2. Các yếu tố thành công khi thực hiện Six Sigma

Khi thực hiện Six Sigma, việc xác định được các yếu tố thành công là rất cần thiết. Khi công ty có sự chuẩn bị sẵn sàng các yếu tố này thì các dự án cải tiến theo Six Sigma có khả năng thành công cao hơn. Nhiều nghiên cứu cho thấy các yếu tố này là:

- Đào tạo nhân viên (Azalanzazllay, Lim, Abidin, & Anass, 2022; Costa, Filho, Fredendall, & Paredes, 2018; Dora & Gellynck, 2015; López-Guerrero & ctg., 2019; Moya, Déleg, Sánchez, & Vásquez, 2016; Sreedharan, Sunder, & Raju, 2018).

- Lãnh đạo và hỗ trợ quản lý (Antony, 2014; Azalanzazllay & ctg., 2022; López-Guerrero & ctg., 2019; Lim, Antony, & Arshed, 2016; Siregar & ctg., 2019).

- Hỗ trợ tài chính (Azalanzazllay & ctg., 2022; Siregar & ctg., 2019).

- Sự tham gia của nhân viên (Azalanzazllay & ctg., 2022; Costa & ctg., 2018; Powell, Lundebly, Chabada, & Dreyer, 2017).

- Văn hóa tổ chức (Azalanzazllay & ctg., 2022; López-Guerrero & ctg., 2019).

- Giao tiếp (Azalanzazllay & ctg., 2022; López-Guerrero & ctg., 2019; Powell & ctg., 2017; Siregar & ctg., 2019).

- Tiếng nói của khách hàng (Azalanzazllay & ctg., 2022; López-Guerrero & ctg., 2019; Sreedharan & ctg., 2018).
- Quản lý quá trình (Azalanzazllay & ctg., 2022).
- Quản lý dự án (Azalanzazllay & ctg., 2022; Mishra, 2022).
- Quan hệ đối ngoại (Azalanzazllay & ctg., 2022; Costa & ctg., 2018).

2.3. Tiến trình DMAIC và công cụ

Tiến trình DMAIC gồm có 05 giai đoạn. Mục tiêu và công cụ trong từng giai đoạn được tổng hợp trong Bảng 2.

Bảng 2

Tiến trình DMAIC và công cụ

Giai đoạn	Mục tiêu của giai đoạn	Công cụ
Xác định	Phát triển phạm vi dự án và xác nhận tầm quan trọng của chúng, hình thành nhóm dự án và xác định nhu cầu chính của khách hàng/người sử dụng (Takao, Woldt, & da Silva, 2017).	Kế hoạch thu thập dữ liệu, VoC (Voice of Customer), VoB (Voice of Business), VoP (Voice of Process), chuẩn đối sánh (benchmarking), SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer), CTQ (Critical to Quality), CTC (Critical to Cost), bản tuyên ngôn dự án (Project Charter), động não nhóm (Brainstorming), lưu đồ.
Đo lường	Xác định vị trí hoặc trọng tâm của vấn đề, thu thập dữ liệu, kiểm tra độ tin cậy của dữ liệu đó, xác định các vấn đề ưu tiên và thiết lập mục tiêu của các vấn đề này (Takao và & ctg., 2017).	Kế hoạch thu thập dữ liệu, biểu đồ Pareto, biểu đồ tần số, đánh giá độ tin cậy của hệ thống đo lường (Gage R&R), biểu đồ phân tán, lưu đồ, FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), biểu đồ theo thời gian, biểu đồ kiểm soát, phân tích năng lực quá trình, Anova.
Phân tích	Xác định nguyên nhân của từng vấn đề ưu tiên, phân tích quá trình phát sinh của những vấn đề này, xác định và ưu tiên các nguyên nhân tiềm ẩn của vấn đề ưu tiên, và lượng hóa tầm quan trọng của các nguyên nhân tiềm ẩn ưu tiên (Takao & ctg., 2017).	Kế hoạch thu thập dữ liệu, động não nhóm, 5 Why, lưu đồ, biểu đồ nhân quả, biểu đồ Pareto, biểu đồ tần số, biểu đồ kiểm soát, phân tích tương quan, phân tích hồi quy.
Cải tiến	Đề xuất, đánh giá và thực hiện các giải pháp cho từng vấn đề ưu tiên; xác định các giải pháp cho vấn đề này; thử nghiệm ở quy mô nhỏ các giải pháp được đề xuất; xây dựng và triển khai kế hoạch thực hiện các giải pháp ưu tiên trên diện rộng (Takao & ctg., 2017).	Kế hoạch thu thập dữ liệu, 5W2H (Why-What-Who-When-Where-How-How much), động não nhóm, lưu đồ, biểu đồ tần số, DOE (Design of Experiment), FMEA, biểu đồ kiểm soát, phân tích năng lực quá trình, Anova.
Kiểm soát	Đảm bảo rằng phạm vi của mục tiêu dài hạn được duy trì, đánh giá việc đạt được mục tiêu trên quy mô lớn, thực hiện kế hoạch giám sát hoạt động và thực hiện hành động khắc phục trong trường hợp xuất hiện bất thường, tóm tắt công việc và đưa ra khuyến nghị (Takao & ctg., 2017).	Kế hoạch thu thập dữ liệu, kế hoạch kiểm soát, chuẩn hóa, văn bản hóa, lưu đồ, biểu đồ kiểm soát.

Nguồn: Tự tổng hợp

3. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, phương pháp “Nghiên cứu tình huống” được sử dụng thông qua việc thu thập các bằng chứng khách quan trong quá trình sản xuất lỗi xấp của nón bảo hiểm tại công ty A. Các trao đổi cá nhân và nhóm được thực hiện để thu thập dữ liệu và thông tin cần thiết nhằm có được bức tranh thực sự của vấn đề. Ngoài ra, việc quan sát và ghi nhận số liệu trực tiếp tại quá trình sản xuất lỗi xấp cũng được thực hiện. Theo bản chất của nghiên cứu, phương pháp DMAIC của Six Sigma được sử dụng với các bước thực hiện được mô tả trong Bảng 3.

Bảng 3

Các bước thực hiện DMAIC của nghiên cứu

Giai đoạn	Nội dung	Công cụ
Xác định	- Xác định đối tượng nghiên cứu - Xác định vấn đề - Thiết lập mục tiêu dự án	Kế hoạch thu thập dữ liệu thứ cấp, SIPOC, bản tuyên ngôn dự án, động não nhóm, lưu đồ, biểu đồ Pareto, CTQ, CTC.
Đo lường	- Phân tích hệ thống đo lường - Đo lường năng lực quá trình - Phân tích và lựa chọn vấn đề chính	Kế hoạch thu thập dữ liệu sơ cấp, Gage R&R, biểu đồ kiểm soát, phân tích năng lực quá trình.
Phân tích	- Xác định nguyên nhân của vấn đề chính	Kế hoạch thu thập dữ liệu sơ cấp, động não nhóm, biểu đồ nhân quả.
Cải tiến	- Đề xuất các giải pháp - Triển khai một số giải pháp - Đánh giá hiệu quả các giải pháp được triển khai	Kế hoạch thu thập dữ liệu sơ cấp, động não nhóm, phân tích năng lực quá trình.
Kiểm soát	- Xây dựng kế hoạch kiểm soát	Kế hoạch thu thập dữ liệu, kế hoạch kiểm soát, chuẩn hóa, văn bản hóa.

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

4. Kết quả nghiên cứu

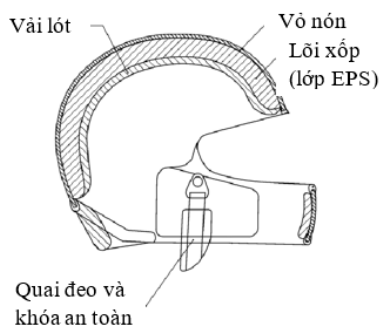
4.1. Giới thiệu công ty A

Công ty A chuyên sản xuất và kinh doanh nón bảo hiểm xe máy, có trụ sở chính ở Đà Nẵng. Công ty A được thành lập năm 2001 có nhà máy đặt tại tỉnh Bình Dương. Sản phẩm của công ty A đều đạt tiêu chuẩn QCVN (Việt Nam), DOT (Hoa Kỳ), ECE (Châu Âu), JIS (Nhật Bản), CNS (Đài Loan), SNI (Indonesia), ... Với thế mạnh công nghệ tiên tiến, trang thiết bị hiện đại từ Tây Ban Nha, Đức, Ý và đội ngũ nhân lực giàu kinh nghiệm, công ty A luôn đưa ra thị trường những sản phẩm có chất lượng hàng đầu, mẫu mã đa dạng, đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng trong và ngoài nước, đặc biệt là các thị trường khó tính như Nhật Bản và Châu Âu. Công ty có 30% sản phẩm được tiêu thụ trong nước và 70% xuất khẩu ra nước ngoài.

4.2. Giai đoạn Xác định vấn đề

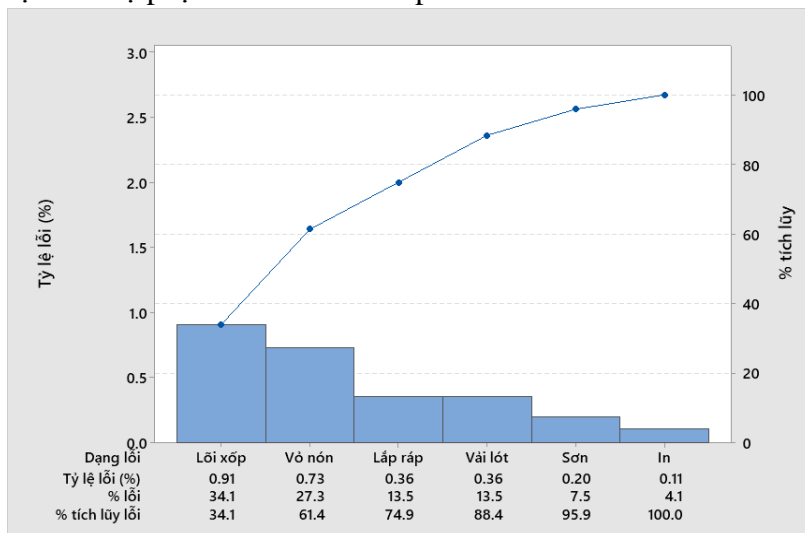
Mặc dù chất lượng sản phẩm của công ty A được đánh giá cao, nhưng trong quá trình sản xuất ra chúng vẫn còn nhiều lỗi xảy ra. Điều này ảnh hưởng đến chi phí sản xuất và năng suất của công ty. Để nhận diện được các dạng lỗi, trước tiên cần phải hiểu được cấu tạo của nón bảo hiểm (Hình 1). Nón bảo hiểm gồm các thành phần chính sau: vỏ nón, lõi xấp (lớp EPS), vải lót, quai đeo và khóa an toàn. Ngoài ra, còn có các phụ kiện khác như nút, kính chắn, ...

Theo số liệu thống kê tỉ lệ lỗi ra trong các quá trình sản xuất nón bảo hiểm của công ty A trong tháng 11 năm 2020 (Hình 2), quá trình sản xuất lõi xốp có tỉ lệ lỗi xảy ra nhiều nhất (34.1%). Hơn nữa, lõi xốp chủ yếu được sử dụng để hấp thụ va đập, nó cũng là lớp kết nối giữa lớp vỏ nón và lớp vải lót. Nếu lõi xốp bị lỗi sẽ ảnh hưởng đến kết cấu của nón bảo hiểm. Do đó, trong nghiên cứu này tập trung vào việc giảm tỉ lệ lỗi ở bộ phận sản xuất Lõi xốp.



Hình 1. Cấu tạo nón bảo hiểm

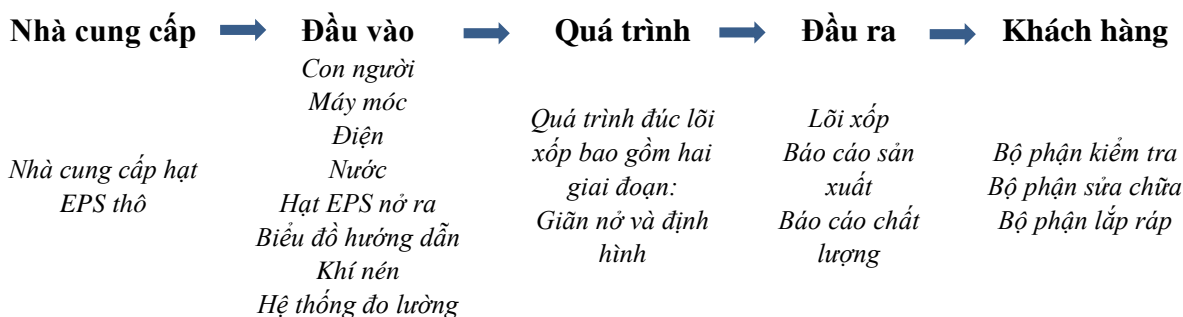
Nguồn: Tự tổng hợp



Hình 2. Biểu đồ Pareto về tỉ lệ lỗi xảy ra trong các quá trình sản xuất nón bảo hiểm

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

Trước khi tiến hành cải tiến, nhóm dự án cần phải hiểu rõ quá trình và phạm vi của dự án. Do đó, nhóm đã thực hiện phân tích SIPOC (Hình 3) để thấy được mối quan hệ giữa Nhà cung cấp - Đầu vào - Quá trình - Đầu ra - Khách hàng. Lưu đồ về quá trình đúc lõi xốp cũng được nghiên cứu (Hình 4).



Hình 3. Sơ đồ SIPOC

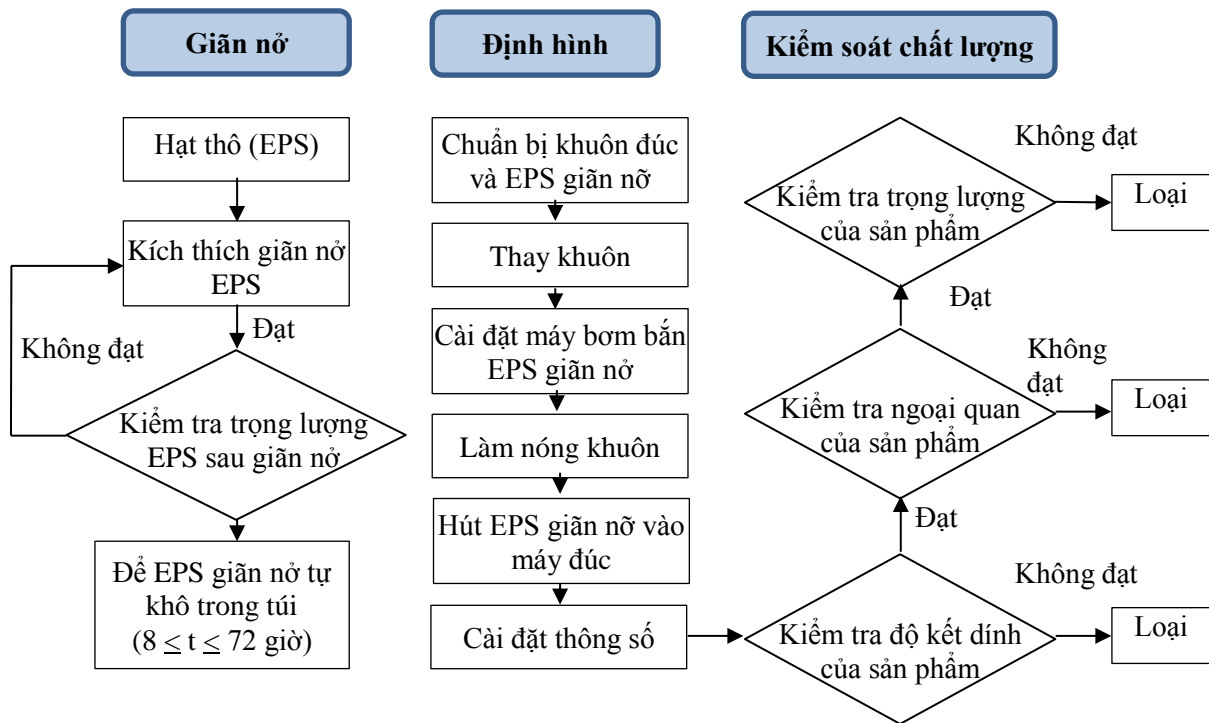
Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

Sau khi hiểu rõ quá trình, nhóm dự án tiến hành thu thập số liệu các dạng lỗi lõi xốp trong tháng 11 năm 2020 và phân tích theo Pareto ở Hình 5. Kết quả cho thấy dạng lỗi Kết cấu chiếm tỉ lệ cao nhất (78.6%) trong các dạng lỗi xảy ra, đây là vấn đề chính của lõi xốp cần phải được cải tiến. Hiện trạng tỉ lệ lỗi của Kết cấu trong cuối năm 2020 là 1.15%, tương ứng với cấp độ Sigma là 3.77. Các đặc điểm quan trọng được công ty A quan tâm hiện nay là CTQ và CTC, chúng được tính như sau:

$$\begin{aligned}
 \text{CTQ} &= \text{Tỉ lệ lỗi} = \frac{\text{Tổng sản phẩm lỗi} * 100}{\text{Tổng sản phẩm kiểm tra}} & (1) \\
 &= \frac{20,916 * 100}{1,812,814} = 1.15\%
 \end{aligned}$$

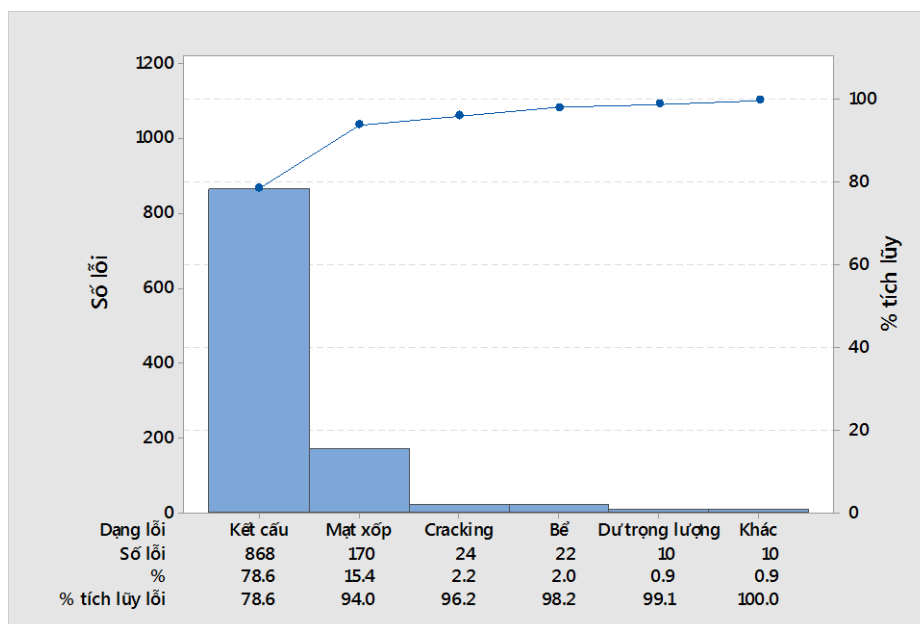
$$\begin{aligned}
 \text{CTC} &= \text{Chi phí chất lượng (COQ - Cost of Quality)} & (2) \\
 &= \text{Tổng sản phẩm lỗi} * \text{Chi phí sản xuất sản phẩm} \\
 &= 20,916 * 19,000 = 397,408,711 \text{ đồng/năm}
 \end{aligned}$$

Trong nghiên cứu này, CTQ (đo bằng tỉ lệ lỗi) được chọn làm mục tiêu cải tiến của dự án và được trình bày trong bản tuyên ngôn dự án (Bảng 4). Còn CTC (đo bằng chi phí chất lượng) được dùng để đánh giá hiệu quả của dự án ở giai đoạn Cải tiến.



Hình 4. Lưu đồ về quá trình đúc lõi xốp

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả



Hình 5. Biểu đồ Pareto về tỉ lệ lỗi xảy ra trong quá trình sản xuất lõi xốp

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

Bảng 4

Bản tuyên ngôn dự án

Tên dự án: Giảm tỉ lệ lỗi Kết cấu ở bộ phận Lỗi xóp	
Thời gian: 5 tháng	Phạm vi: - Đối tượng nghiên cứu: Lỗi Kết cấu của Lỗi xóp - Không gian: Bộ phận Lỗi xóp ở nhà máy đặt tại tỉnh Bình Dương
Tóm tắt vấn đề: Vấn đề chất lượng tại bộ phận Lỗi xóp đã trở nên nghiêm trọng vì tỷ lệ lỗi của bộ phận này cao hơn so với các bộ phận sản xuất khác, đặc biệt là lỗi Kết cấu. Ngoài ra, hiện nay chưa có dự án nào được thực hiện với mục tiêu nâng cao tỷ lệ bán thành phẩm một cách hiệu quả và duy trì sự ổn định của bộ phận Lỗi xóp, do đó nhóm dự án sẽ được ưu tiên thực hiện dự án này.	
Mục tiêu của dự án: Giảm tỉ lệ lỗi Kết cấu xuống 50% so với ban đầu (1.15%)	
Mốc thời gian: - 02/11/2020 - 08/01/2021: Giai đoạn Xác định - 09/01/2021 - 15/02/2021: Giai đoạn Đo lường - 08/02/2021 - 27/02/2021: Giai đoạn Phân tích - 27/02/2021 - 31/03/2021: Giai đoạn Cải tiến - 01/04/2021 - 30/04/2021: Giai đoạn Kiểm soát	
Nhóm dự án: - <i>Quản lý nhà máy:</i> Giám sát dự án - <i>Trưởng phòng chất lượng:</i> Trưởng nhóm dự án - <i>Phó phòng chất lượng:</i> cung cấp các thông tin về kiểm soát chất lượng, hỗ trợ quá trình thu thập và phân tích dữ liệu - <i>Trưởng bộ phận sản xuất Lỗi xóp:</i> cung cấp các thông tin về sản phẩm, quá trình, máy móc sản xuất lỗi xóp - <i>Nhân viên bộ phận sản xuất Lỗi xóp:</i> cung cấp các thông tin về các lỗi của lỗi xóp - <i>Thực tập sinh:</i> thu thập, phân tích dữ liệu, đề xuất giải pháp và kế hoạch kiểm soát	

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

4.3. Giai đoạn Đo lường

Giai đoạn này nhằm xác nhận tính hợp lệ của dữ liệu thông qua việc đánh giá hệ thống đo lường (MSA) và phân tích hiện trạng của quá trình bằng phần mềm Minitab.

4.3.1. Đánh giá độ tin cậy của hệ thống đo lường (Gage Repeatability & Reproducibility - Gage R&R)

Lỗi Kết cấu được đo bởi máy kiểm tra độ ép xóp, do đó nhóm dự án quyết định phân tích độ tin cậy của máy kiểm tra độ ép xóp. Để đánh giá độ tin cậy của máy, 100 sản phẩm được kiểm tra và được thực hiện 03 lần bởi 03 công nhân khác nhau. Kết quả phân tích được thể hiện ở Hình 6 và 7. Theo Chrysler Group LLC, Ford Motor Company & General Motors Corporation (2010), khi % Đóng góp (% Contribution) của Gage R&R tổng là $0.76 < 1\%$, % đóng góp (Part- to - part) là $99.24\% > 96\%$ và % Biến thiên nghiên cứu (%Study Var) là $8.72\% < 10\%$ thì máy độ ép xóp này chấp nhận được, nghĩa là máy này đạt độ tin cậy. Hay nói một cách khác, lỗi Kết cấu xảy ra không phải do thiết bị đo lường đo sai.

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.01662	0.76
Repeatability	0.01467	0.67
Reproducibility	0.00195	0.09
Operators	0.00045	0.02
Operators*Parts	0.00150	0.07
Part-To-Part	2.16984	99.24
Total Variation	2.18646	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.12891	0.77348	8.72	9.67
Repeatability	0.12112	0.72671	8.19	9.08
Reproducibility	0.04415	0.26487	2.99	3.31
Operators	0.02123	0.12737	1.44	1.59
Operators*Parts	0.03871	0.23224	2.62	2.90
Part-To-Part	1.47304	8.83822	99.62	110.48
Total Variation	1.47867	8.87201	100.00	110.90

Hình 6. Phân tích “% Contribution”

Hình 7. Phân tích “% Study Var”

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

4.3.2. Đo lường kết quả của quá trình hiện tại (Trước cải tiến)

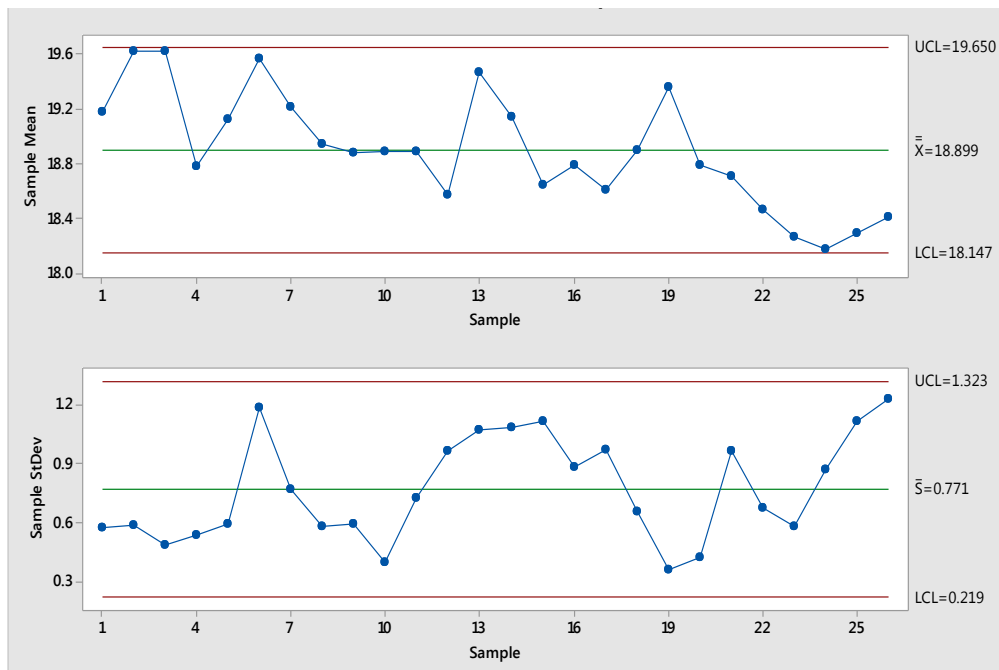
Ở giai đoạn này, các đo lường được thực hiện để đo lỗi Kết cấu đã được phát hiện trong giai đoạn Xác định. Đặc tính Kết cấu có đơn vị đo lường là Kg/m³ (đo độ dày đặc), đây là dạng dữ liệu liên tục nên kế hoạch thu thập mẫu được đề xuất ở Bảng 5.

Bảng 5

Kế hoạch thu thập dữ liệu của đặc tính Kết cấu

Nơi thu thập	Kích cỡ nhóm mẫu (n)	Số nhóm mẫu (N)	Tổng số mẫu (n x N)	Người thu thập	Thời gian	Phương pháp đo
Khu vực kiểm tra	Lấy ngẫu nhiên 10 mẫu mỗi ngày	26	10 x 26 = 260	Thực tập sinh	Tháng 1 và 2/2021 (26 ngày)	Sử dụng máy đo độ dày đặc lõi xốp

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả



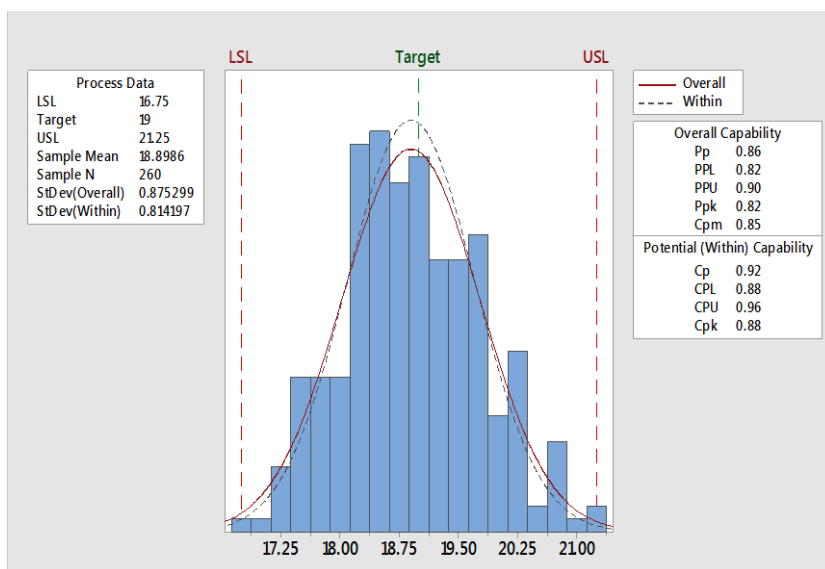
Hình 8. Biểu đồ kiểm soát X-ngang và S của quá trình hiện tại

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

Từ đó, biểu đồ kiểm soát X-ngang & S được sử dụng để phân tích quá trình sản xuất lõi xốp có đặc tính Kết cấu nằm trong giới hạn kiểm soát hay không. Hình 8 cho thấy đặc tính Kết cấu nằm trong giới hạn kiểm soát vì tất cả các điểm kiểm tra trong biểu đồ X-ngang (Mean) và

biểu đồ S (Standard deviation) đều nằm trong UCL (Giới hạn trên của quá trình) và LCL (Giới hạn dưới của quá trình). Hay nói cách khác, quá trình sản xuất lỗi xấp có đặc tính Kết cấu ổn định.

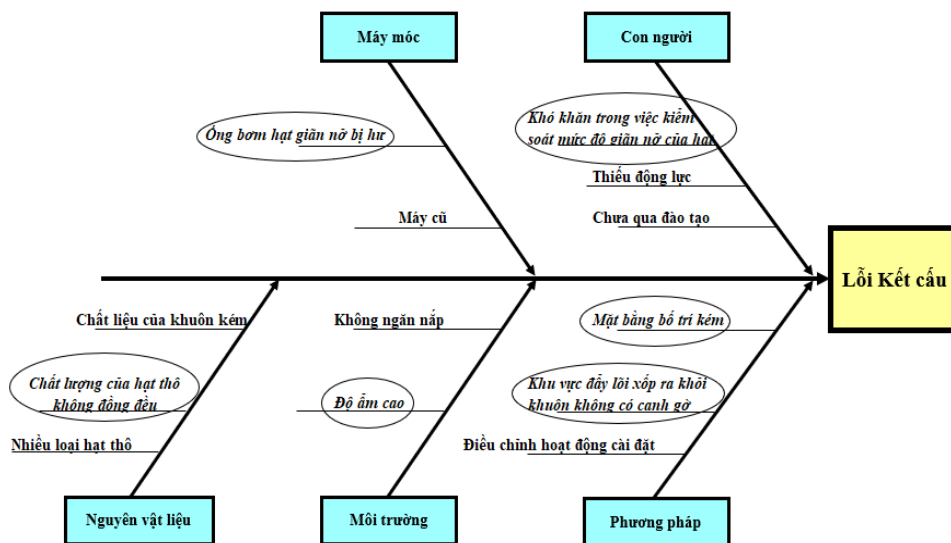
Sau khi quá trình được đánh giá là ổn định, bước tiếp theo là đánh giá năng lực của quá trình này liệu có đáp ứng yêu cầu của đặc tính kỹ thuật hay không. Hình 9 cho thấy các chỉ số năng lực quá trình $C_p = 0.92$, $CPL = 0.88$, $CPU = 0.94$ và $Cpk = 0.88$ đều nhỏ hơn 1, nghĩa là quá trình không có năng lực. Nói một cách khác, quá trình hiện tại mặc dù ổn định nhưng không đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đưa ra. Đặc tính Kết cấu có giá trị nằm ngoài đặc tính kỹ thuật, cụ thể là lớn hơn USL (Giới hạn trên của đặc tính kỹ thuật) = 21.25 và nhỏ hơn LSL (Giới hạn dưới của đặc tính kỹ thuật) = 16.75, sẽ được xem là lỗi Kết cấu. Như vậy, lỗi Kết cấu chính là vấn đề cần phải cải tiến. Cụ thể là, quá trình cần phải được cải tiến để UCL và LCL nằm trong hoặc trùng với đặc tính kỹ thuật USL và LSL, khi đó các chỉ số C_p , CPL , CPU và Cpk sẽ lớn hơn 1.



Hình 9. Năng lực của quá trình sản xuất Lỗi xấp hiện tại (trước cải tiến)

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

4.4. Giai đoạn Phân tích



Hình 10. Biểu đồ nhân quả của lỗi Kết cấu

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

Mục đích của giai đoạn này là xác định các nguyên nhân tiềm ẩn cho vấn đề đang được nghiên cứu và sau đó chọn nguyên nhân gốc rễ. Nhóm dự án đã tiến hành nhiều cuộc thảo luận/động não nhóm và đưa ra các nguyên nhân tiềm ẩn gây ra lỗi Kết cấu được trình bày trên biểu đồ nhân quả ở Hình 10. Sau đó nhóm dự án kết hợp động não nhóm với quan sát hiện trường để xác định các nguyên nhân gốc rễ (được khoanh tròn trên Hình 10), đó là công nhân khó khăn trong việc kiểm soát mức độ giãn nở của hạt EPS, ống bơm hạt giãn nở bị hư, khu vực đẩy lõi xốp ra khỏi khuôn không có cạnh gờ bảo vệ, chất lượng của hạt thô không đồng đều, và độ ẩm cao.

4.5. Giai đoạn Cải tiến

Trong giai đoạn cải tiến, giải pháp và các bước triển khai để khắc phục nguyên nhân gốc rễ được đề xuất và tổng hợp trong Bảng 6.

Các giải pháp trên đã được triển khai trong tháng 03 năm 2021 và được đánh giá hiệu quả trong tháng 04 năm 2021. Nhìn chung, kết quả triển khai các giải pháp đã đem lại hiệu quả tích cực về mặt kỹ thuật. Hình 11 cho thấy các chỉ số năng lực của quá trình sản xuất Lõi xốp thay đổi đáng kể so với trước cải tiến, cụ thể $C_p = 1.11$, $C_{PL} = 0.97$, $C_{PU} = 1.26$, $C_{pk} = 0.97$. Tuy nhiên, chỉ số CPU và C_{pk} gần bằng 1 nhưng vẫn nhỏ hơn 1, có nghĩa là quá trình này vẫn chưa hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật. Điều này có thể được giải thích là các giải pháp đề xuất mới được triển khai và đánh giá ngay nên có thể chưa phản ánh đúng hiệu quả của chúng. Do đó, cần có thêm một thời gian nữa để công nhân áp dụng các giải pháp trở nên thành thạo trong công việc của họ thì việc đánh giá hiệu quả này sẽ chính xác hơn.

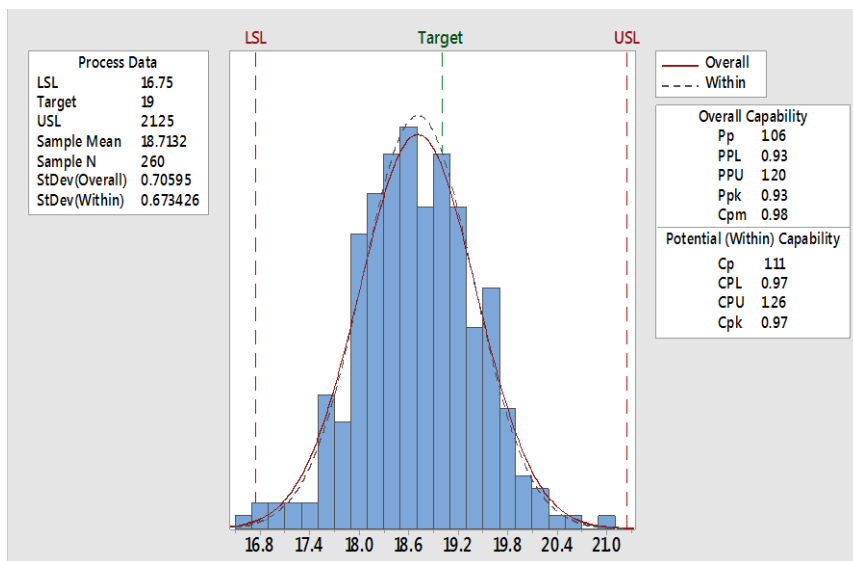
Bảng 6

Giải pháp và các bước triển khai

Nguyên nhân		Giải pháp đề xuất	Các bước triển khai giải pháp
<i>Con người</i>	Công nhân khó khăn trong việc kiểm soát mức độ giãn nở của hạt EPS	Lập bảng các chỉ số cụ thể về mật độ giãn nở trên một công cụ đo lường tương ứng với từng loại hạt EPS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Liên hệ với bộ phận R & D, yêu cầu thông tin đặc điểm kỹ thuật của mật độ giãn nở của EPS. 2. Thiết kế bảng mật độ giãn nở và được công ty phê duyệt. 3. Huấn luyện công nhân đang đứng tại vị trí vận hành về các giới hạn đặc tính kỹ thuật của mật độ giãn nở. 4. Tiến hành dán bảng mật độ giãn nở tại vị trí thao tác.
<i>Máy móc</i>	Ống bơm hạt giãn nở bị hư	Sửa chữa các ống bơm hạt hiện tại và lập kế hoạch bảo trì ống bơm thường xuyên	<ol style="list-style-type: none"> 1. Yêu cầu đội bảo trì sửa chữa các vị trí hư hỏng hiện tại. 2. Lập lịch trình bảo trì và danh sách kiểm tra hàng ngày cho máy ép xốp. 3. Yêu cầu đội bảo trì kiểm tra và cải tiến máy ép xốp theo đúng lịch trình bảo dưỡng. 4. Huấn luyện công nhân vận hành máy ép xốp kiểm tra máy trước và sau khi kết thúc ca làm việc theo danh sách kiểm tra hàng ngày.
<i>Phương pháp</i>	Khu vực đẩy lõi xốp ra khỏi khuôn không có cạnh gờ bảo vệ	Hàn thêm cạnh gờ hai bên để bảo vệ lõi xốp ra khỏi khuôn	Yêu cầu bộ phận máy móc thiết bị hàn thêm cạnh gờ hai bên để bảo vệ lõi xốp ra khỏi khuôn.

Nguyên nhân		Giải pháp đề xuất	Các bước triển khai giải pháp
	Mặt bằng bố trí kém làm lầy sai nguyên vật liệu	Chia kho lưu trữ thành hai khu vực, khu vực để hạt thô ở gần cửa ra vào để dễ vận chuyển, khu vực để hạt mở rộng để gần máy ép xốp để dễ vận hành	<ol style="list-style-type: none"> 1. Yêu cầu bộ phận Lỗi xốp phân chia kho lưu trữ thành hai khu vực: khu bảo quản hạt thô và khu bảo quản hạt giãn nở. 2. Sơn vị trí trên mặt đất để dễ phân chia và lập bảng tên tại các vị trí tương ứng với hạt thô hoặc hạt giãn nở. 3. Huấn luyện công nhân về các vị trí vật liệu mới.
Nguyên vật liệu	Chất lượng của hạt thô không đồng đều	Yêu cầu nhà cung cấp hạt thô thực hiện kiểm soát chặt chẽ chất lượng đầu ra. Bộ phận chất lượng phải lập kế hoạch kiểm tra thường xuyên và chỉ chấp nhận những lô hàng đủ tiêu chuẩn	<ol style="list-style-type: none"> 1. Thiết lập các giới hạn đặc tính kỹ thuật để kiểm soát hoạt động của nhà cung cấp. Dựa trên sự phù hợp của nhà cung cấp, cũng như các mục tiêu chất lượng của công ty. 2. Đối với mỗi lô nguyên liệu, nhà cung cấp được yêu cầu cung cấp báo cáo kiểm tra. 3. Bộ phận chất lượng phải thực hiện các báo cáo kiểm tra hàng tháng bằng cách áp dụng biểu đồ kiểm soát I-MR để giám sát chất lượng của hạt thô. 4. Các lô hàng không phù hợp sẽ không được chấp nhận cho đến khi vấn đề được giải quyết.
Môi trường	Độ ẩm cao	Ổn định độ ẩm không khí bằng cách sử dụng máy hút ẩm	So sánh công suất làm khô không khí của mỗi máy hút ẩm với quy mô của khu vực sản xuất để xác định số lượng máy cần mua và tổng chi phí.

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả



Hình 11. Năng lực của quá trình sản xuất Lỗi xốp sau cải tiến

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

Bảng 7 cho thấy tỉ lệ lỗi Kết cấu cũng giảm đáng kể từ 1.15% xuống 0.38%, tương ứng giảm 67% cao hơn so với mục tiêu đưa ra của dự án là giảm 50%. Ngoài ra, các giải pháp cũng đem lại hiệu quả về mặt kinh tế, cụ thể là chi phí chất lượng giảm đáng kể, ước tính công ty có thể tiết kiệm được 264,939,140 đồng/năm.

Bảng 7

So sánh kết quả quá trình trước và sau cải tiến

Quá trình	Tỷ lệ lỗi Kết cấu	Cấp độ Sigma	Số Lỗi xộp ước tính sản xuất/năm	Số lỗi Kết cấu ước tính	Chi phí sản xuất Lỗi xộp (VND)	COQ ước tính/năm (VND)
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3 (*)</i>	<i>4</i>	<i>5 = 2 x 4</i>	<i>6</i>	<i>7 = 5 x 6</i>
Trước cải tiến	1.15	3.77	1,812,814	20,916	19,000	397,408,711
Sau cải tiến	0.38	4.17	1,812,814	6,972	19,000	132,469,570
<i>Số tiền có thể tiết kiệm được sau cải tiến</i>						<i>264,939,140</i>

(*) Tham khảo Bảng chuyển đổi “6-sigma”

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

4.6. Giai đoạn Kiểm soát

Trong giai đoạn này, các kế hoạch kiểm soát để theo dõi quá trình và các hành động điều chỉnh tiếp tục được đề xuất. Các kế hoạch kiểm soát này sẽ giúp ngăn ngừa các vấn đề tái diễn (Bảng 8).

Thảo luận

Tình huống tại công ty A là minh chứng thành công của việc áp dụng Six Sigma thông qua việc triển khai dự án cải tiến theo tiến trình DMAIC. Nhóm dự án đã đúc kết ra các yếu tố dẫn đến sự thành công của dự án và đem lại hiệu quả cải tiến, đó là sự lãnh đạo, sự tham gia của nhân viên, quản lý dự án và thu thập dữ liệu.

Theo Azalanzazllay và cộng sự (2022), *yếu tố lãnh đạo* là một trong những yếu tố thành công của Six Sigma. Trong dự án cải tiến của công ty A, thành viên nhóm dự án có sự tham gia của quản lý nhà máy và trưởng phòng quản lý chất lượng trong vai trò giám sát và trưởng nhóm dự án. Điều này thể hiện sự cam kết và ủng hộ của lãnh đạo đối với hoạt động cải tiến.

Bảng 8

Kế hoạch kiểm soát

TT	Yếu tố được kiểm soát	Tài liệu hướng dẫn	Tiêu chuẩn	Hoạt động kiểm soát
1	Mức độ giãn nở của hạt	RD-10-H1-011 (SOP)	Bảng mật độ giãn nở	Sau khi kết thúc quá trình giãn nở ở buồng hơi.
2	Ống bơm hạt giãn nở bị hư		Ống bơm không bị tắc và hư hỏng	Công nhân kiểm tra ống bơm hạt trước khi bắt đầu ca làm việc dựa trên danh sách kiểm tra hàng ngày đối với máy ép xộp. Đội bảo trì kiểm tra ống bơm hạt mỗi tuần một lần.
3	Sắp xếp nguyên vật liệu theo bố trí mặt bằng đã cải tiến	RD-251-Q20-002 (SOP)	Sắp xếp nguyên vật liệu vào các vị trí đã định, tương ứng với các bảng tên.	Nhân viên chất lượng kiểm tra khu vực sản xuất một cách ngẫu nhiên, ít nhất hai lần mỗi ngày.
4	Chất lượng của hạt thô	Bảng mật độ giãn nở	Bảng mật độ giãn nở	Mỗi lô theo biểu đồ kiểm soát I-MR.
5	Đặc tính Kết cấu		$m = 19 \text{ kg/m}^3$ $LSL = 16.75 \text{ kg/m}^3$ $USL = 21.25 \text{ kg/m}^3$	10 lõi xộp được kiểm tra ngẫu nhiên mỗi ngày và lấy mẫu trong vòng 26 ngày, sau đó đánh giá lại năng lực của quá trình.

Nguồn: Từ kết quả thu thập và phân tích của tác giả

Sự tham gia của nhân viên cũng là yếu tố quan trọng của dự án Six Sigma (Costa & ctg., 2018; Powell & ctg., 2017). Sự tham gia của mọi người liên quan đến bộ phận sản xuất Lỗi xếp đã hỗ trợ dự án rất nhiều trong việc thu thập dữ liệu, không những vậy họ còn sẵn lòng chia sẻ các ý tưởng cải tiến.

Trong *quản lý dự án*, việc lựa chọn dự án phù hợp sẽ mang lại cho công ty lợi ích tài chính và đạt được mục tiêu kỹ thuật (Mishra, 2022). Dự án cải tiến của công ty A được hình thành dựa trên phân tích số liệu thực tế khách quan nên việc xác định lỗi Kết cấu của lỗi xếp để cải tiến có tính khoa học và thuyết phục cao. Kết quả dự án đem lại là sự giảm đáng tỉ lệ lỗi và chi phí chất lượng.

Thu thập dữ liệu là một điểm thuận lợi của dự án này mặc dù các nghiên cứu trước ít đề cập tới yếu tố này. Các số liệu về quá trình của công ty được ghi chép tương đối đầy đủ. Các dụng cụ đo lường luôn sẵn có nên việc thu thập thêm dữ liệu không gặp nhiều khó khăn. Do số liệu thu thập lớn nên có thể áp dụng công cụ phức tạp như Gage R&R, biểu đồ kiểm soát X-ngang và S để có thể phân tích quá trình chính xác hơn.

5. Kết luận

Nghiên cứu này là một điển hình thành công của dự án Six Sigma trong một doanh nghiệp sản xuất và đem lại hiệu quả cải tiến cao. Dự án cải tiến lỗi Kết cấu của lỗi xếp trong nón bảo hiểm được thực hiện theo tiến trình DMAIC của Six Sigma. Kết quả là tỉ lệ lỗi giảm từ 1.15% xuống còn 0.38%, cấp độ Sigma tăng từ 3.77 lên 4.17, và dự kiến công ty có thể tiết kiệm được là 264,939,140 đồng/năm. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến sự thành công của dự án là sự lãnh đạo, sự tham gia của nhân viên, quản lý dự án và thu thập dữ liệu.

Bên cạnh những kết quả đạt được, dự án cũng gặp phải rào cản nhất định. Đó là việc xác định vấn đề chất lượng của công ty chỉ tập trung vào cấp quản lý trong khi công nhân chưa được thông báo về tầm quan trọng của chất lượng và công ty chưa có kênh giao tiếp hiệu quả giữa công nhân và cấp quản lý để họ có thể báo cáo kịp thời. Công nhân là những người trực tiếp vận hành tại nơi sản xuất, họ là những người hiểu rõ về các vấn đề của máy móc, sản phẩm, hoạt động và môi trường làm việc. Do đó, công ty nên thiết kế phiếu ghi nhận vấn đề để bất kỳ ai cũng có thể nêu ra những điểm bất hợp lý, vấn đề chất lượng, ý kiến, ý tưởng cải tiến vào phiếu này và phiếu này sẽ được gửi cho nhà quản lý hàng tuần hoặc hàng tháng. Những người có ý tưởng cải tiến, sáng tạo hay xác định những vấn đề nghiêm trọng sẽ được ghi nhận và khen thưởng. Qua đó, người lao động sẽ được khuyến khích hướng đến cải tiến liên tục. Hơn nữa, công ty sẽ sớm nhận ra vấn đề chất lượng và từ đó có các giải pháp khắc phục kịp thời.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- Aized, T. (Ed.) (2012). *Total quality management and Six Sigma*. Rijeka, Croatia: InTech Press.
- Alcaide-Muñoz, C., & Gutiérrez-Gutiérrez, L. J. (2017). Six Sigma and organisational ambidexterity: A systematic review and conceptual framework. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(4), 436-456.

- Alkunsol, W. H., Sharabati, A. A. A., AlSalhi, N. A., & El-Tamimi, H. S. (2019). Lean Six Sigma effect on Jordanian pharmaceutical industry's performance. *International Journal of Lean Six Sigma*, 65(6), 844-859.
- Antony, J. (2014). Readiness factors for the lean Six Sigma journey in the higher education sector. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(2), 257-264.
- Antony, J., & Karaminas, H. (2016). Critical assessment on the Six Sigma black belt roles/responsibilities, skills and training: A global empirical study. *International Journal of Quality Reliability Management*, 33(5), 558-573. doi:10.1108/IJQRM-08-2014-0106
- Azalanazllay, N. N., Lim, S. A. H., Abidin, U. F. U. Z., & Anass, C. (2022). Uncovering readiness factors influencing the lean Six Sigma pre-implementation phase in the food industry. *Sustainability, MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute)*, 14(14), 1-20.
- Bhaskar, H. L. (2020). Lean Six Sigma in manufacturing: A comprehensive review. In F. P. G. Marquez, I. Segovia, T. Banyai & P. Tamas, (Eds.), *Lean manufacturing and Six Sigma - behind the mask* (pp. 1-29). London, UK: IntechOpen.
- Chrysler Group LLC, Ford Motor Company & General Motors Corporation. (2010). *Measurement Systems Analysis (MSA) - Reference manual* (4th ed.). Southfield, MI: Automotive Industry Action Group (AIAG).
- Costa, L. B. M., Filho, M. G., Fredendall, L. D., & Paredes, F. J. G. (2018). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science and Technology*, 82(12), 122-133.
- Dora, M., & Gellynck, X. (2015). Lean Six Sigma implementation in a food processing SME: A case study. *Quality and Reliability Engineering International*, 31(7), 1151-1159.
- Garrido-Vega, P., Sacristán-Díaz, M., & Magaña-Ramírez, L. M. (2016). Six Sigma in SMES with low production volumes. A successful experience in aeronautics. *Universia Business Review*, 1(Q3), 52-71.
- Gremyr, I., & Fouquet, J. B. (2012). Design for Six Sigma and lean product development. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(1), 45-58.
- Hassan, R., Marimuthu, M., & Mahinderjit-Singh, M. (2016). Application of Six-Sigma for process improvement in manufacturing industries: A case study. *International Business Management*, 10(5), 676-691.
- Lim, S. A. H., Antony, J., & Arshed. N. (2016). A critical assessment on SPC implementation in the UK food industry. *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 14(1), 37-42.
- Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., & Choo, A. S. (2003). Six Sigma: A goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, 21(1), 193-203.
- López-Guerrero, A., Hernández-Gómez, J. A., Velázquez-Victorica, K. I., & Olivares-Fong, L. d. O. (2019). Six Sigma as a competitive strategy: Main applications, implementation areas and critical success factors (CSF). *DYNA*, 86(209), 160-169.
- Mishra, M. N. (2022). Identify critical success factors to implement integrated green and Lean Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(4), 765-777. doi:10.1108/IJLSS-07-2017-0076

- Moya, J. V., Déleg, E. M., Sánchez, C. V., & Vásquez, N. R. (2016). Implementation of lean manufacturing in a food enterprise. *Enfoque UTE*, 7(1), 1-12.
- Muraleedharan, P., Siddarth, R. S., Balamurugan, S., & Prakash, R. (2017). Six Sigma DMAIC in manufacturing industry: A literature review. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 6(9), 18288-18293.
- Olanrewaju, F., Uzorh, A. C., & Nnanna, I. (2019). Lean Six Sigma methodology and its application in the manufacturing industry - A review. *American Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 4(3), 40-44. doi:10.11648/j.ajmie.20190403.11
- Powell, D., Lundebj, S., Chabada, L., & Dreyer, H. (2017). Lean Six Sigma and environmental sustainability: The case of a Norwegian dairy producer. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(1), 53-64.
- Schroeder, R. G., Linderman, K., Liedtke, C., & Choo, A. S. (2008). Six Sigma: Definition and underlying theory. *Journal of Operations Management*, 26(1), 536-554.
- Shahin, A., & Alinavaz, M. (2008). Integrative approach and framework of Lean Six Sigma: A literature perspective. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 2(4), 323-337.
- Siregar, K., Ariani, F., Ginting, E., & Dinda, M. P. T. (2019). Lean six sigma for manufacturing industry: A review. In K. Siregar, F. Ariani, E. Ginting & M. P. T. Dinda (Eds.), *IOP conference series: Materials science and engineering* (pp. 1-8). Medan City North Sumatera, Indonesia: IOP Publishing.
- Sreedharan, V. R., Sunder, M. V., & Raju, R. (2018). Critical success factors of TQM, Six Sigma, Lean and Lean Six Sigma: A literature review and key findings. *Benchmarking: An International Journal*, 25(9), 3479-3504.
- Takao, M. R. V., Woldt, J., & da Silva, I. B. (2017). Six Sigma methodology advantages for small- and medium-sized enterprises: A case study in the plumbing industry in the United States. *Advances in Mechanical Engineering*, 9(10), 1-10.
- Trimarjoko, A., Purba, H. H., & Nindiani, A. (2020). Consistency of DMAIC phases implementation on Six Sigma method in manufacturing and service industry: A literature review. *Management and Production Engineering Review*, 11(4), 34-45.

