**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA KHOA**

**KHOA QUẢN LÝ DỰ ÁN**

# ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

## NGÀNH: QUẢN LÝ CÔNG NGHIỆP

**ĐỀ TÀI:**

# NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM TẠI CÔNG TY VAFI THÔNG QUA ÁP DỤNG FMEA VÀ TỐI ƯU DỰ ĐOÁN BẢO TRÌ BẰNG HỌC MÁY

Người hướng dẫn: **TS. LÊ THỊ HUỲNH ANH**

Sinh viên thực hiện: **NGUYỄN NGỌC MAI**

Số thẻ sinh viên: **118200202**

Lớp**:** **20QLCN2**

**Đà Nẵng, tháng 6/2025**

# TÓM TẮT

**Tên đề tài:** Nâng cao chất lượng sản phẩm tại công ty VAFI thông qua áp dụng FMEA và tối ưu dự đoán bảo trì bằng học máy.

**Sinh viên thực hiện:** Nguyễn Ngọc Mai

**Số thể sinh viên:** 118200202 **Lớp**: 20QLCN2

Mục tiêu đề tài: Áp dụng công cụ FMEA phân tích các lỗi tại công ty VAFI. Từ đó phân tích nguyên nhân gây ra lỗi để tìm kiếm những biện pháp để khắc phục các nguyên nhân tìm ẩn nhằm cải thiện chất lượng sản phẩm của công ty, bênh cạnh đó bảo trì dự đoán bằng học máy để dự báo thời gian cần bảo trì của máy móc để có thể khắc phục tình trạng hỏng hóc nặng ảnh hưởng đến quá trình sản xuất của công ty.

Những nội dung chính:

Chương 1: Nếu lý do chọn đề tài, mục tiêu, ý nghĩa và phạm vi giới hạn đề tài.

Chương 2: Cơ sỡ lý thuyết về công cụ FMEA, lý thuyết về Six Sigma, các công cụ quản lý chất lượng và lý thuyết về học máy.

Chương 3: Giới thiệu công ty, quy trình sản xuất, quy trình chất lượng và thực trạng của công ty.

Chương 4: Phân tích mô hình FMEA và xác định cấp độ Sigma hiện tại của công ty.

Chương 5: Giải quyết vấn đề.

Chương 6: Dự đoán bảo trì bằng học máy và đánh giá hiệu quả sau cải tiến.

Chương 7: Kết luận và kiến nghị.

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**
KHOA QUẢN LÝ DỰ ÁN

**CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

# NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ tên sinh viên: Nguyễn Ngọc Mai Số thẻ sinh viên: 118200202

Lớp: 20QLCN2 Khoa:Quản lý dự án Ngành: Quản lý công nghiệp

*Tên đề tài đồ án:* Nâng cao chất lượng sản phẩm tại công ty Vafi thông qua áp dụng FMEA và dự đoán bảo trì bằng học máy.

1. *Đề tài thuộc diện:* ☐ *Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện*
2. *Các số liệu và dữ liệu ban đầu:*

Số liệu và viêc tổng hợpk từ các bộ phận quản lý chất lượng cảu công ty, đo đạc trong quá trình sản xuất và một số tài liệu học tập có liên quan đến đề tài.

3. *Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:*

Thuyết minh có tất cả 7 chương:
Chương 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

Chương 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Chương 3 : GIỚI THIỆU CÔNG TY

Chương 4: ÁP DỤNG CÔNG CỤ FMEA TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN VAFI

Chương 5: GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Chương 6: DỰ ĐOÁN BẢO TRÌ BẰNG HỌC MÁY

Chương 7: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4. *Các bản vẽ, đồ thị ( ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ ):*

…...……

5. *Họ tên người hướng dẫn:* TS. LÊ THỊ HUỲNH ANH
6. *Ngày giao nhiệm vụ đồ án: ……/……/2025..*
7. *Ngày hoàn thành đồ án: ……/……/2025*

*Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025*

**Trưởng Bộ môn Quản Lý Công Nghiệp** **Người hướng dẫn**

**PGS.TS Huỳnh Nhật Tố** **TS. Lê Thị Huỳnh Anh**

# LỜI MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh cạnh tranh ngày càng gay gắt của thị trường công nghiệp hiện đại, việc duy trì và nâng cao chất lượng sản phẩm là yếu tố sống còn đối với mọi doanh nghiệp sản xuất. Công ty VAFI, với vai trò là nhà cung cấp các sản phẩm kỹ thuật cao, luôn chú trọng cải tiến quy trình và tối ưu hóa thiết bị, các vấn đề tiềm ẩn trong sản xuất và bảo trì vẫn là thách thức lớn, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm đầu ra.

Chất lượng sản phẩm không phải là kết quả ngẫu nhiên mà đòi hỏi sự quản lý đúng đắn các yếu tố liên quan chặt chẽ. Hoạt động quản lý chất lượng đóng vai trò thiết yếu trong việc nâng cao hiệu quả sản phẩm. Sau thời gian thực tập tại công ty Vafi, nhận thấy chất lượng là ưu tiên hàng đầu và mong muốn giảm thiểu sản phẩm lỗi, em quyết định thực hiện đề tài "Nâng cao chất lượng sản phẩm tại công ty Vafi thông qua áp dụng FMEA và tối ưu dự đoán bảo trì bằng học máy". Đề tài này sẽ kết hợp phương pháp phân tích chế độ và tác động lỗi (FMEA) với các kỹ thuật học máy hiện đại để tối ưu hóa công tác bảo trì thiết bị, từ đó góp phần giải quyết vấn đề chất lượng một cách hệ thống và hiệu quả.

Trong thời gian làm và hoàn thiện đồ án đến nay, em nhận được sự quan tâm giúp đỡ hướng dẫn của quý thầy cô khoa Quản Lý Dự Án, đã chỉ bảo truyền đạt những kiến thức vô cùng quý giá, quý công ty đã tạo điều kiện cho em thực tập tốt nghiệp để thu thập số liệu. với lòng biết ơn sâu sắc nhất, em xin gửi đến quý thầy cô Khoa Quản Lý Dự Án – Trường Đại Học Bách Khoa Đà Nẵng, với tâm huyết của mình truyền đạt vốn kiến thức quý báu cho em trong suốt thời gian học tập tại trường, đặc biệt là giảng viên TS. Lê Thị Huỳnh Anh đã tận tình hướng dẫn em trong quá trình thực hiện nhiệm vụ đồ án tốt nghiệm này.

Vì thời gian hoàn thành đề tài và kiến thức của bản thân còn hạn chế, trong quá trình thực hiên hoàn thiện đồ án em không tránh khỏi những sai sót, kính mong nhận được những ý kiến đóng góp từ quý thầy cô.

Đà Nẵng, Ngày  tháng  năm 2025

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Ngọc Mai

# LỜI CAM ĐOAN

Tôi tên là Nguyễn Ngọc Mai, sinh viên lớp 20QLCN2 xin cam đoan:

- Đề tài " Nâng cao chất lượn sản phẩm tại công ty Vafi thông qua áp dụng FMEA và tối ưu dự đoán bảo trì bằng học máy" là kết quả của quá trình ngiên cứu và làm việc nghiệm túc của bản thân dưới sự hướng dẫn của cô TS. Lê Thị Huỳnh Anh.

- Các số liệu, kết quả phân tích và nội dụng trình bày trong đề tài đều được thu thập từ thực tế, tài liệu tham khảo đáng tin cậy, mọi trích dẫn đều được ghi rõ nguồn.

- Tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm trước pháp luật và nhà trường nếu phát hiện có bất kỳ hành vi sao chép, gian lận học thuật hay vi phạm bản quyền trong đề tài này.

Đà Nẵng, Ngày  tháng 6  năm 2025

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Ngọc Mai

# MỤC LỤC

TÓM TẮT ..... i
LỜI MỞ ĐẦU ..... iii
LỜI CAM ĐOAN ..... iv
DANH MỤC BẢNG BIỂU ..... ix
DANH MỤC HÌNH ẢNH ..... xi
DANH SÁCH CÁC CỤM TỪ VIẾT TẮT ..... xiii
CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI ..... 1
1.1 Lý do hình thành đề tài ..... 1
1.2 Mục tiêu của đề tài ..... 2
1.3 Phạm vi và ý nghĩa của đề tài ..... 2
1.4 Nhiệm vụ nghiên cứu ..... 3
1.5 Các bước thực hiện đề tài và phương pháp nghiên cứu ..... 3
CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT ..... 4
2.1 Tổng quan về chất lượng và quản lý chất lượng ..... 4
*2.1.1 Khái niệm* ..... 4
2.2 Tổng quan về phương pháp lean-six sigma ..... 4
*2.1.1 Hệ thống sản xuất tinh gọn* ..... 4
2.3 Công cụ quản lý chất lượng ..... 6
*2.3.1 Công cụ phân tích lỗi FMEA* ..... 6
*2.3.2 Tiêu chí đánh giá PFMEA tại công ty cổ phần VAFI* ..... 8
*2.3.3 Các bước thực hiện FMEA* ..... 8
*2.3.4 Lợi ích của công cụ FMEA* ..... 8
*2.3.5 Biểu đồ nhân quả* ..... 9
2.4 Hệ thống Kanban ..... 10

*2.4.1 Định nghĩa* ..... 10
*2.4.2 Nguyên lý vận hành hệ thống* ..... 10
*2.4.3 Chức năng của hệ thống Kanban* ..... 10
2.5 Bảo trì dự đoán bằng học máy ..... 11
*2.5.1 Khái niệm* ..... 11
*2.5.2 Lợi ích của bảo trì dự đoán* ..... 11
*2.5.3 Sự khác biệt giữa bảo trì phòng ngừa và bảo trì dự đoán* ..... 11
CHƯƠNG 3 GIỚI THIỆU CÔNG TY VÀ SẢN PHẨM BỘ LỌC DẦU SPIN-ON ..... 13
3.1 Giới thiệu chung về công ty ..... 13
*3.1.1 Tổng quan về công ty* ..... 13
*3.1.2 Tầm nhìn, sứ mệnh và đinh hướng* ..... 14
*3.1.3 Một số sản phẩm của công ty* ..... 14
3.2 Tổng quan về bộ lọc dầu ..... 15
*3.2.1 Giới Thiệu* ..... 15
*3.2.2 Công dụng* ..... 15
3.3 Bộ lọc dầu Spin-on ..... 15
*3.3.1 Cấu tạo* ..... 15
*3.3.2 Lưu trình sản xuất* ..... 17
*3.3.3 Nguyên lý hoạt động* ..... 19
3.4 Chất lượng sản xuất tại công ty ..... 20
*3.4.1 Tình hình hoạt động và quản lý chất lượng tại nhà máy* ..... 20
*3.4.2 Thực trạng lỗi chất lượng* ..... 21
CHƯƠNG 4 ÁP DỤNG CÔNG CỤ FMEA TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN VAFI ..... 25
4.1 Phân tích mô hình FMEA ..... 25
4.2 Xác định cấp độ Sigma hiện tại của công ty ..... 47
CHƯƠNG 5 GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ ..... 50

5.1 Cải tiến chất lượng ..... 50
*5.1.1 Đối với con người* ..... 50
*5.1.2 Đối với nguyên vật liệu* ..... 69
*5.1.3 Đối với phương pháp* ..... 70
5.2 Xây dựng hệ thống Kanban kiểm soát chất lượng nguyên vật liệu và bán thành phẩm. ..... 80
5.3 Ứng dụng công tác 5S ..... 87
CHƯƠNG 6 DỰ ĐOÁN BẢO TRÌ BẰNG HỌC MÁY ..... 96
6.1 Thực trạng bảo trì máy của công ty ..... 96
*6.1.1 Tự bảo trì máy móc* ..... 96
*6.1.2 Thời gian làm việc* ..... 105
6.2 Dự đoán bảo trì bằng học máy ..... 106
*6.2.1 Tổng quan về bảo trì dự đoán* ..... 106
6.2.2 Cơ sở lý thuyết ..... 108
6.2.3 Phương pháp nghiên cứu ..... 109
6.3 Thực nghiệm ..... 123
*6.3.1 Chuẩn bị và xử lý dữ liệu* ..... 124
6.4 Thảo luận ..... 134
*6.4.1 Ý nghĩa của kết quả* ..... 134
*6.4.2 Hạn chế của KNN* ..... 135
6.5 Hướng cải tiến ..... 137
*6.5.1 Kết hợp với giảm chiều dữ liệu (PCA - Principal Component Analysis)* ..... 137
*6.5.2 Điều chỉnh siêu tham số* ..... 139
*6.5.3 Tích hợp với mô hình học sâu* ..... 140
6.6. Kết luận ..... 141
*6.6.1 Tóm tắt đóng góp chính của nghiên cứu.* ..... 141

*6.6.2 Nêu ra tiềm năng áp dụng thực tế và các hướng nghiên cứu tiếp theo.* ..... 141
6.7 Đánh giá hiệu quả sau khi cải tiến: ..... 142
*6.7.1 Thực hiện FMEA lần thứ 2* ..... 143
CHƯƠNG 7 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ ..... 145
7.1 Kết luận ..... 145
7.2 Kiến nghị ..... 145
TÀI LIỆU THAM KHẢO ..... 147

# DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1: Bảng chuyển đổi hiệu suất hoạt động của quá trình, DMPO và mức Sigma đã được đơn giản hóa ..... 6

Bảng 2.2: Sự khác nhau giữa bảo trì phòng ngừa và bảo trì dự đoán ..... 12

Bảng 3.1: Thống kê số lượng lỗi 3 tháng cuối năm 2024 ..... 21

Bảng 3.2: Các lỗi đáng chú ý trong quá trình sản xuất ảnh hưởng đến chất lượng ..... 21

Bảng 4.1: Liệt kê các dạng lỗi ở mỗi công đoạn ..... 25

Bảng 4.2: Các tác động tiềm ẩn ..... 28

Bảng 4.3: Nguyên tắc đánh giá mức độ nghiêm trọng FMEA (S) ..... 30

Bảng 4.4: Nguyên tắc đánh giá tần suất FMEA (O) ..... 32

Bảng 4.5: Nguyên tắc đánh giá khả năng dò tìm PFMEA (D) ..... 33

Bảng 4.6: Bảng tính toán hệ số rủi ro RPN ..... 34

Bảng 4.7: Dạng sai lỗi ưu tiên ..... 40

Bảng 4.8: Thống kê tổng số sản phẩm lỗi ..... 47

Bảng 4.9: Mục tiêu đề tài ..... 49

Bảng 5.1: Xây dựng kế hoạch đào tạo ..... 51

Bảng 5.2: Lịch đào tạo nhân sự ..... 57

Bảng 5.3 : Bảng đánh giá hiệu suất nhân viên ..... 60

Bảng 5.4: Kế hoạch sau khi đánh giá ..... 62

Bảng 5.5: Nội dung kế hoạch chi tiết khi triển khai đào tạo nhân viên ..... 64

Bảng 5.6: Bảng kế hoạch 30-60-90 ngày ..... 66

Bảng 5.7: Biêu mẫu PIP ..... 67

Bảng 5.8: Ví dụ về phiếu PIP ..... 67

Bảng 5.9 : Nội dung thực hiện cải tiến tư thế làm việc ..... 70

Bảng 5.10: Nội dung thực hiện chuẩn hoá công tác hướng dẫn ..... 71

Bảng 5.1: Đo lường công thái học ..... 74

Bảng 5.12: Mẫu hướng dẫn công việc kiểm tra chất lượng ..... 76
Bảng 5.13: Cách thức kiểm tra ..... 78
Bảng 5.14: Checklist kiểm tra ..... 80
Bảng 5.15: Bảng tính các thành phần chi tiết của C ..... 86
Bảng 5.16: Bảng tính các thành phần chi tiết của P ..... 86
Bảng 5.17: Số lượng thẻ kanban ..... 87
Bảng 5.18: Tiêu chuẩn đánh giá 5S ..... 88
Bảng 5.19: Nội dung đào tạo 5S của ban chỉ đạo ..... 90
Bảng 5.20: Nội dung đào tạo 5S cho nhân viên ..... 91
Bảng 5.21: Bảng phân biệt vật tư cần thiết và không cần thiết ..... 92
Bảng 6.1: Tổng hợp các bước thực hiện tự bảo trì ..... 96
Bảng 6.2: Xác định và loại bỏ các nguồn gây ra lỗi ..... 97
Bảng 6.3: kế hoạch tự bảo trì ..... 99
Bảng 6.4: Bảng tiêu chuẩn chất lượng ..... 100
Bảng 6.5: Tổng hợp các hạng mục kiểm tra ..... 104
Bảng 6.6: Biểu phân công người đảm nhận nhiệm vụ kiểm tra các hạng mục ..... 105
Bảng 6.7: thời gian làm việc ..... 106
Bảng 6.8: So sánh 1 số loại thuật toán ..... 107
Bảng 6.9: Kế hoạch và thời gian bảo trì dự kiến của công ty ..... 110
Bảng 6.10: Hàm khoảng cách ..... 114
Bảng 6.11: Các chỉ số đánh giá ..... 122
Bảng 6.12: Kết quả dự đoán bảo trì bằng học máy ..... 130
Bảng 6.13: Hạn chế của KNN ..... 135
Bảng 6.14: Số lượng sản phẩm lỗi trước và sau cải tiến ..... 142
Bảng 6.15: Đánh giá RPN lần 2 ..... 143

# DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1: Biểu đồ xương cá phân tích nguyên nhân chưa đáp ứng được chất lượng sản phẩm ..... 2
Hình 2.1: Minh hoạ biểu đồ nhân quả ..... 9
Hình 3.1: Logo Công ty cổ phần VAFI ..... 13
Hình 3.2: Bộ lọc dầu Spin-on ..... 15
Hình 3.3: Bộ lọc dầu Eco ..... 15
Hình 3.4: Cấu tạo bộ lọc dầu Spin-on ..... 16
Hình 3.5: Lưu trình sản xuất bộ lọc dầu Spin-on ..... 18
Hình 3.6: Mô phỏng đường đi của dầu qua bộ lọc ..... 20
Hình 3.7: Mô phỏng bênh trog bộ lọc dầu Spin-On ..... 20
Hình 4.1: Mô hình phân tích nguyên nhân kích thước không đạt ..... 41
Hình 4.2: Mô hình phân tích nguyên nhân điểm hàn không dính, bị cháy ..... 42
Hình 4.3: Mô hình phân tích nguyên nhân lỗ van bị vênh ..... 43
Hình 4.4: Mô hình phân tích nguyên nhân lỗ thoát dầu không đứt hoàn toàn ..... 44
Hình 4.5: Mô hình phân tích nguyên nhân vỏ bị khuyết vành ..... 45
Hình 4.6: Mô hình phân tích nguyên nhân ghép mí không đạt ..... 46
Hình 5.1: Phiếu đảm bảo chất lượng ..... 70
Hình 5.2: Tiêu chuẩn kiểm tra ..... 77
Hình 5.3: Quy trình sản xuất khi áp dụng hệ thống Kanban ..... 81
Hình 5.4 : Thẻ Kanban băng tải ..... 82
Hình 5.5 : Các màu sắc của thẻ kanban ..... 83
Hình 5.6: Ảnh minh hoạ ..... 93
Hình 5.7: Ví dụ về săn sóc ..... 94

Hình 6.1: Làm sạch dữ liệu ..... 113
Hình 6.2: Chuẩn hoá dữ liệu ..... 113
Hình 6.3: Nhãn y dự báo ..... 115
Hình 6.4: Dữ liệu giả lập ..... 117
Hình 6.5: Chuẩn hoá dữ liệu ..... 117
Hình 6.7: Thuật toán chia tập huấn luyện/ kiểm thử ..... 118
Hình 6.8: Kết quả đạt được ..... 118
Hình 6.9: Bước nhập dữ liệu ..... 120
Hình 6.10: Chia dữ liệu thành tập huấn luyện và tập kiểm thử ..... 120
Hình 6.11: Khởi tạo và huấn luyện mô hình KNN ..... 121
Hình 6.12: Dự đoán và so sánh ..... 121
Hình 6.13: Kết quả đạt được ..... 121
Hình 6.14: Thuật toán đánh giá mô hình ..... 122
Hình 6.15: Kết quả đạt được ..... 123
Hình 6.16: Nhập thư viện ..... 124
Hình 6.17: Dữ liệu huấn luyện mô hình ..... 124
Hình 6.18: Chuẩn hoá dữ liệu ..... 125
Hình 6.19: Đánh giá  mô hình với các giá trị K ..... 126
Hình 6.20: Làm sạch dữ liệu ..... 126
Hình 6.21: Hàm dự đoán bảo trì ..... 127
Hình 6.22: Dữ liệu 26 máy ..... 128
Hình 6.23: Chạy dự đoán ..... 129
Hình 6.24: Kết quả dự đoán ..... 129
Hình 6.25: Sơ đồ gantt của dự báo K=2 ..... 133
Hình 6.26: Biểu đồ so sánh lỗi trước và sau cải tiến ..... 143

# DANH SÁCH CÁC CỤM TỪ VIẾT TẮT

| STT | KÝ HIỆU | TÊN ĐẦY ĐỦ | Ý NGHĨA |
|---|---|---|---|
| 1 | FMEA | Failure Mode Efects Anlysis | Phân tích mô hình lỗi và ảnh hưởng |
| 2 | RPN | Risk Priority Number | Là số ưu tiên rủi ro, dùng để định lượng và xếp hạng mức độ rủi ro của các lỗi tiềm ẩn. |
| 3 | DPMO | Defect Per Million Opportunity | Lỗi trên 1 triệu cơ hội |
| 4 | PIP | Performance Improvement Plan | Công cụ quan trọng để hỗ trợ nhóm nhân viên Kém hiệu quả cải thiện hiệu suất. |
| 5 | ERP | Enterprise Resource Planning | Hệ thống phần mềm tích hợp quản lý mọi hoạt động chính của doanh nghiệp, giúp tối ưu vận hành và ra quyết định. |
| 6 | KNN | K-Nearest Neighbors | Là K-Hàng xóm gần nhất, một thuật toán học máy dựa vào việc tìm K điểm dữ liệu gần nhất để đưa ra dự đoán. |
| 7 | PCA | Principal Component Analysis (Phân tích Thành phần Chính). | Một thuật toán giảm chiều dữ liệu bằng cách biến đổi dữ liệu thành các "thành phần chính" mới, giữ lại phần lớn thông tin quan trọng. |
| 8 | NG | Not Good | Là lỗi, không đạt tiêu chuẩn trong sản xuất hoặc kiểm soát chất lượng. |

# CHƯƠNG 1 GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

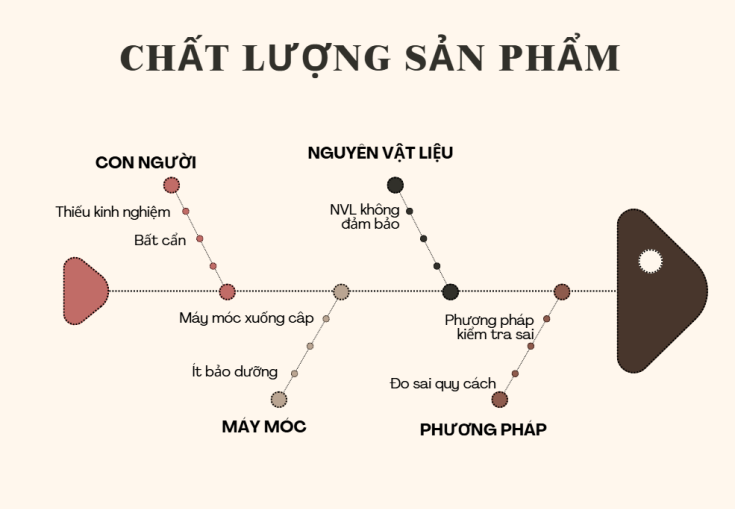
## 1.1 Lý do hình thành đề tài

Công ty cổ phần VAFI là công ty sản xuất phụ tùng và bộ phận phụ trợ cho xe oto và động cơ khác. Hiện tại công ty đang triển khai sản xuất sản phẩm chính đó là bộ lọc dầu cho xe oto để cung cấp các đơn hàng từ khách hàng nước ngoài. Tuy nhiên quá trình kiểm soát chất lượng tại doanh nghiệp vẫn còn những hạn chế, dẫn đến tỷ lệ sản phẩm không đạt chất lượng (NG) cao trong quá trình sản xuất.

Tỷ lệ NG cao không chỉ làm gia tăng chi phí sản xuất mà còn ảnh hưởng đến tiến độ sản xuất, gây khó khăn cho các công đoạn gia công và lắp ráp tiếp theo. Điều này có thể tác động đến toàn bộ chuỗi cung ứng, giảm hiệu suất sản xuất và lợi nhuận của doanh nghiệp.

Do đó, để nâng cao chất lượng sản phẩm và tối ưu hóa quy trình, giảm thiểu lỗi và sai sót, tăng cường hiệu suất và phòng ngừa các nguy cơ phát sinh tiềm ẩn. Lean Six Sigma là một phương pháp quản lý chất lượng mạnh mẽ và hiệu quả trong ngành công nghiệp sản xuất vào cùng một bộ máy mang đến cho doanh nghiệp một cấu trúc mới mẻ, phong phú và linh hoạt hơn. Bênh cạnh đó FMEA cũng là một công cụ để giúp các công ty duy trì và cải tiến trình độ năng lực sản xuất. Để đánh giá lại tình trạng năng lực cũng như kiểm soát được các lỗi tiềm ẩn và hay xảy ra trong quá trình sản xuất thì FMEA là một công cụ trực quan, hữu hiệu cho các phòng ban quản lý chất lượng của doanh nghiệp nhờ xác định được tần suất xuất hiện, mức độ nguy hiểm và khả năng phát hiện các lỗi tiềm ẩn hay thường xuyên xảy ra trong quy trình sản xuất. Từ đó, giúp các nhà quản lý có thể dự báo, phòng ngừa được các rủi ro có thể xảy ra trong quy trình.

Trong quá trình quan sát và thu thập thông tin tại hiện trường và từ các quản lý, nhận thấy tỉ lệ không đáp ứng được chất lượng sản phẩm được thể hiện qua các nguyên nhân được mô tả trong hình 1.1.




Hình 1.1 Biểu đồ xương cá phân tích nguyên nhân chưa đáp ứng được chất lượng sản phẩm

Trên cơ sở đó em đã lựa chọn đề tài "Nâng cao chất lượng sản phẩm tại công ty Vafi thông qua áp dụng FMEA và tối ưu dự đoán bảo trì bằng học máy".

## 1.2 Mục tiêu của đề tài

Với mong muốn áp dụng những kiến thức đã học vào thực tiễn doanh nghiệp, em đã chọn đề tài "Nâng cao chất lượng sản phẩm tại công ty Vafi thông qua áp dụng FMEA và tối ưu dự đoán bảo trì bằng học máy". Để phân tích số liệu lỗi sản phẩm, tìm ra các loại lỗi và ảnh hưởng của loại lỗi đó và tìm ra thời gian dự đoán bảo trì tiếp theo phù hợp nhất, cụ thể là:

- Phát hiện những lỗi tiềm ẩn trong quy trình sản xuất.
- Phân tích ảnh hưởng của từng lỗi đến chất lượng của quy trình sản xuất.

Từ đó sắp xếp thứ tự ưu tiên giải quyết các lỗi tiềm ẩn

- Tìm kiếm những nguyên nhân gây ra lỗi ở quy trình.
- Đánh giá mức độ ảnh hưởng của từng lỗi đến chất lượng để đề xuất thứ tự cải tiến.
- Đề ra biện pháp khắc phục nguyên nhân gây ra lỗi đã phân tích nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm.

## 1.3 Phạm vi và ý nghĩa của đề tài

Đối tượng nghiên cứu là Công ty cổ phần VAFI, tập trung nghiên cứu ở khâu kiểm tra chất lượng của bộ lọc dầu Spin- on: Giai đoạn lắp ráp nắp vỏ, giai đoạn lắp ráp lõi lọc, giai đoạn vỏ lọc, giai đoạn hoàn thiện.

Đối với công ty:

- Xác định lỗi đang tồn tại.
- Giảm thiểu lãng phí.
- Đề ra hướng giảm lỗi và nâng cao chất lượng sản phẩm cho công ty.

Đối với bản thân những người thực hiện đề tài:

- Nâng cao kỹ năng phân tích, dựa trên nền tảng lý thuyết để giải quyết vấn đề cụ thể trong thực tế.
- Đề tài giúp hiểu rõ hơn về Lean – Six Sigma cũng như có thể cũng cố kiến thức về mô hình quản lý sản xuất theo Lean, phục vụ cho công tác quản lý sau này.

### 1.4 Nhiệm vụ nghiên cứu

- Tìm hiểu về phương pháp six sigma.
- Tìm hiểu về công cụ FMEA.
- Tìm hiểu về quy trình công nghệ  sản xuất sản phẩm.
- Xác định vấn đề giải quyết.
- Đề ra các giải pháp cải tiến .
- Đánh giá kết quả tính khả thi mà lợi của việc thực hiện mà đề tài mang lại.

### 1.5 Các bước thực hiện đề tài và phương pháp nghiên cứu

- Tìm hiểu tài liệu liên quan đến đề tài thông qua sách, báo, luận văn tốt nghiệp…
- Thu thập số liệu thực tế tại công ty thông qua quá trình thực tập doanh nghiệp.
- Phương pháp đo đạc: Tham gia kiểm tra tại các công đoạn trong chuyền sản xuất
- Phương pháp thông kê: Thống kê tỷ lệ và tần suất xảy ra lỗi
- Tìm hiểu về học máy: Xây dựng mô hình thuật toán để dự đoán bảo trì máy móc

# CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

## 2.1 Tổng quan về chất lượng và quản lý chất lượng

### *2.1.1 Khái niệm*

Chất lượng: là mức độ của một tập hợp các đặc tính vốn có của một sản phẩm, hệ thống hoặc quá trình thỏa mãn các yêu cầu của khách hàng và các bên liên quan.

Quản lý chất lượng: là quá trình xác định và quản trị các hoạt động cần thiết để đạt được mục tiêu chất lượng của một tổ chức. Theo tổ chức tiêu chuẩn quốc tế ISO, quản lý chất lượng nhằm đề ra các chính sách, mục tiêu, trách nhiệm, thực hiện bằng các biện pháp hoạch định chất lượng, kiểm soát chất lượng, cải tiến chất lượng, đảm bảo chất lượng trong khuôn khổ một hệ thống chất lượng.

Theo Juran, ba chức năng của quản lý chất lượng là:

• Hoạch định chất lượng (QP - Quality Planning)

• Kiểm soát chất lượng (QC - Quality Control)

• Cải tiến chất lượng (QI - Quality Improvement)

## 2.2 Tổng quan về phương pháp lean-six sigma

### *2.1.1 Hệ thống sản xuất tinh gọn*

#### *2.1.1.1 Định nghĩa*

Lean Manufacturing – Lean Production – Sản xuất tinh gọn, là một phương pháp quản trị sản xuất bắt nguồn từ hệ thống sản xuất Toyota (TPS) và đã được dần triển khai xuyên suốt các hoạt động của Toyota từ những năm 1950. Từ trước những năm 1980, Toyota đã ngày càng được biết đến nhiều hơn về tính hiệu quả trong việc triển khai hệ thống sản xuất Just-In-Time (JIT). Ngày nay, Toyota thường được xem là một trong những công ty sản xuất hiệu quả nhất trên thế giới và là công ty đã đưa ra chuẩn mực về điển hình áp dụng Lean Manufacturing.

Lean Manufacturing là một hệ thống các công cụ và phương pháp nhằm liên tục loại bỏ tất cả những lãng phí trong quá trình sản xuất. Lợi ích chính của hệ thống này là giảm chi phí sản xuất, tăng sản lượng, và rút ngắn thời gian sản xuất.

Các công cụ và phương pháp cơ bản để triển khai mô hình tích hợp Lean – 6 Sigma, ngoài PDCA, DMAIC còn có 5S, Kaizen, JIT, … Thực tế ứng dụng cho thấy cách tiếp cận theo

Lean và 6 Sigma kết hợp cùng nhau tạo thành một chiến lược quản lý rất hiệu quả. Nó trở thành một phương pháp quản lý mới nhằm giảm thiểu chi phí, nâng cao chất lượng các quá trình và giảm thiểu sự biến đổi của sản phẩm cũng như dịch vụ cung cấp hiệu quả hơn. Tùy từng doanh nghiệp khác nhau, mỗi mô hình, công cụ và phương pháp kỹ thuật cụ thể cần được lựa chọn để kết hợp với nhau sao cho phù hợp với điều kiên thực tế của doanh nghiệp nhất.

#### *2.1.1.2 Mục tiêu của Lean- Six Sigma*

Rút ngắn thời gian sản xuất: Giảm thời gian quy trình và chu kỳ sản xuất bằng cách giảm thiểu thời gian chờ đợi giữa các công đoạn, cũng như thời gian chuẩn bị cho quy trình và thời gian chuyển đổi mẫu mã hay quy cách sản phẩm.

Giảm mức tồn kho: Giảm thiểu mức hàng tồn kho ở tất cả công đoạn sản xuất, nhất là sản phẩm dở dang giữa các công đoạn. Mức tồn kho thấp hơn đồng nghĩa với yêu cầu vốn lưu động ít hơn.

Nâng cao năng suất lao động: Cải thiện năng suất lao động, bằng cách vừa giảm thời gian nhàn rỗi của công nhân, đồng thời phải đảm bảo công nhân đạt năng suất cao nhất trong thời gian làm việc (không thực hiện những công việc hay thao tác không cần thiết).

Sử dụng hiệu quả cơ sở hạ tầng: Sử dụng thiết bị và mặt bằng sản xuất hiệu quả hơn bằng cách loại bỏ các trường hợp ùn tắc và gia tăng tối đa hiệu suất sản xuất trên các thiết bị hiện có, đồng thời giảm thiểu thời gian dừng máy.

Tăng cường sự linh hoạt: Có khả năng sản xuất nhiều loại sản phẩm khác nhau một cách linh động hơn với chi phí và thời gian chuyển đổi thấp nhất.

Nâng cao năng suất lao động chung: Nếu có thể giảm chu kỳ sản xuất, tăng năng suất lao động, giảm thiểu các sự cố, ùn tắc và thời gian dừng máy, công ty có thể gia tăng sản lượng một cách đáng kể từ cơ sở vật chất hiện có. Hầu hết các lợi ích trên đều dẫn đến việc giảm giá thành sản xuất.

#### *2.1.1.3 Các cấp độ trong Six Sigma*

"Sigma" có nghĩa là độ lệch chuẩn (Standard Deviation) trong thống kê, nên Six Sigma đồng nghĩa với sáu đơn vị lệch chuẩn. Nâng cao chất lượng sản phẩm tại công ty VAFI thông qua áp dụng FMEA và tối ưu dự đoán bảo trì bằng học máy. Quy trình Six Sigma được chia thành 6 cấp độ khác nhau, tương ứng với từng độ lệch chuẩn nhất định. Các mức

sigma cho thấy khả năng xử lý. Mức sigma càng cao thì càng ít khuyết tật, có nghĩa là chi phí sản xuất thấp hơn và lợi nhuận cao hơn. Mục tiêu của 6σ là chỉ có 3,4% sai số trên một triệu khả năng. Nói cách khác, nó hoàn hảo đến 99,99966%. Dưới đây là bảng thể hiện mức sigma.

Bảng 2.1: Bảng chuyển đổi hiệu suất hoạt động của quá trình, DMPO và mức Sigma đã được đơn giản hóa

| **Lỗi tính theo %** | **DPMO (Lỗi trong 1 triệu sản phẩm)** | **Mức sigma** |
|---|---|---|
| 69,0% | 691.500 | 1.0 |
| 30,8% | 308.500 | 2.0 |
| 6,68% | 66.800 | 3.0 |
| 0,621% | 6.200 | 4.0 |
| 0,023% | 230 | 5.0 |
| 0,0003% | 3,8 | 6.0 |

Hệ số Sigma hiện tại của nhà máy sẽ được xác định dựa trên số khuyết tật xảy ra trên một triệu cơ hội, gọi tắt là DPMO (Defect Per Million Opportunity).

$$\textbf{DPMO} = \frac{\text{Số khuyết tật} \times 1.000.000}{\text{Số đơn vị sản xuất} \times \text{Số xẩy ra khuyết tật}}$$

## 2.3 Công cụ quản lý chất lượng

### *2.3.1 Công cụ phân tích lỗi FMEA*

Là kỹ thuật tạo nhóm các hoạt động một cách hệ thống nhằm:

- Phân tích lỗi & tác động

- Xác định các hành động

- Văn bản hóa quá trình Được sử dụng trước tiên bởi kỹ sư/ nhóm thiết kế(sản phẩm hay quá trình hay hệ thống...)

Có 2 loại FMEA:

- FMEA thiết kế (DFMEA)

- FMEA quy trình (PFMEA)

***Áp dụng FMEA***

Trường hợp 1: Thiết kế mới, công nghệ mới.(Phạm vi của FMEA là thiết kế toàn bộ, công nghệ, hoặc quá trình).

Trường hợp 2: Thay đổi thiết kế hoặc quá trình có sẵn. (Phạm vi áp dụng FMEA cần tập trung vào quá trình thay đổi thiết kế, những tương tác có thể xảy ra do thay đổi thiết kế, những tương tác có thể xảy ra do thay đổi, và lịch sử).

Trường hợp 3:Trong môi trường mới, địa điểm mới, hoặc ứng dụng ( Phạm vi áp dụng của FMEA là tác động môi trường mới hoặc địa điểm lên thiết kế hoặc quá trình hiện tại).

***Thực ngữ và khái niệm:***

- Tính nghiêm trọng (Severity): Là cấp độ ảnh hưởng nghiêm trọng nhất đối với dạng lỗi đưa ra.
- Tần suất xuất hiện (Occurrence): Là khả năng mà nguyên nhân/cơ chế xảy ra lỗi.
- Khả năng phát hiện (Detection): Là khả năng phát hiện của các biện pháp kiểm soát sản phẩm hay quá trình.

**Trình tự thực hiện FMEA**

Xác định lĩnh vực FMEA→Thành lập tổ FMEA→Phân tích chức năng của hệ thống→Nghiên cứu những sai sót đã có và tiềm tàng→Cải thiện hệ thống.

Một số lợi ích khi áp dụng FMEA:

+Xác định được các chức năng và các yêu cầu của quy trình sản xuất.

+ Đánh giá được các ảnh hưởng của sai hỏng tiềm ẩn với khách hàng.

+ Kiểm soát việc giảm thiểu sự xuất hiện hoặc sự phát hiện điều kiện sai hỏng qua quá trình phân tích nguyên nhân.

+ Thiết lập hệ thống thứ tự ưu tiên thực hiện hành động phòng ngừa và khắc phục.

+ Tăng cường khả năng phát hiện những sản phẩm không phù hợp để ngăn chặn xảy ra trong quá trình sản xuất.

+ Xác định các dạng sai hỏng tiềm năng của quy trình sản xuất mà có thể vi phạm luật định của nhà nước hoặc an toàn của công nhân.

### *2.3.2 Tiêu chí đánh giá PFMEA tại công ty cổ phần VAFI*

PFMEA là 1 phần tài liệu động, tiến hành trong khi thiết kế và phát triển quá trình, cần xem xét tất cả các công đoạn từ gia công linh kiện rời tới lắp ráp, đánh giá và phân tích quá trình mới/thay đổi, để làm tốt việc dự báo, giải quyết, kiểm soát những vấn đề của quá trình. PFMEA không phải dựa vào việc thay đổi thiết kế sản phẩm để khắc phục những kiểu lỗi trong quá trình, nhưng cần xét đến những đặc tính thiết kế sản phẩm có liên quan đến việc chế tạo - lắp đặt - gia công, trên cơ sở giới hạn trên để bảo đảm sản phẩm có thể đáp ứng yêu cầu và kỳ vọng của khách hàng.

### *2.3.3 Các bước thực hiện FMEA*

Bước 1: Xác định quá trình hay sản phẩm
Bước 2: Động não để tìm ra các lỗi tiềm ẩn
Bước 3: Liệt kê các tác động tiềm ẩn cho các sai lỗi
Bước 4: Chỉ ra xếp hạng về mức độ nghiêm trọng cho mỗi loại lỗi
Bước 5: Chỉ ra xếp hạng về tần suất xuất hiện cho mỗi dạng lỗi
Bước 6: Chỉ ra xếp hạng về sự phát hiện cho mỗi dạng lỗi
Bước 7: Tính toán hệ số ưu tiên rủi ro cho mỗi dạng lỗi
Bước 8: Ưu tiên các dạng lỗi cần thực hiện
Bước 9: Đưa ra các hành động để loại trừ và giảm các lỗi mức độ ưu tiên cao
Bước 10: Tính toán lại chỉ số RPN khi các dạng lỗi đã loại trừ và giảm đi

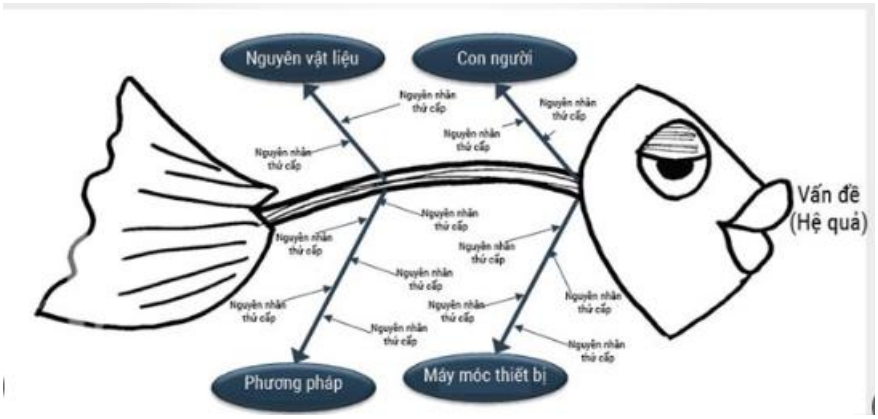
### *2.3.4 Lợi ích của công cụ FMEA*

FMEA là một công cụ giúp những kỹ sư thiết kế một hệ thống đáng tin cậy, an toàn và được người sử dụng ưu chuộng bằng cách:

- Xác định các hình thức sai lỗi tiềm tàng có thể xảy ra và mức độ tác động nghiêm trọng của các lỗi này.
- Đánh giá khả năng phát hiện ra các sai lỗi.
- Đánh giá một cách khách quan khả năng xuất hiện các sai lỗi.
- Phân loại các lỗi sản phẩm hay quá trình tiềm tàng có thể xảy ra.
- Tập trung vào loại trừ các nguyên nhân gây ra các lỗi trọng yếu.
- Đối với các nhà sản xuất, FMEA thực sự là một công cụ hữu hiệu để thiết kế và cải tiến sản phẩm và quá trình.

### *2.3.5 Biểu đồ nhân quả*

Biểu đồ nhân quả hay còn gọi là biểu đồ xương cá là một công cụ nhằm tìm ra nguyên nhân của một vấn đề, từ đó thực hiện hành động khắc phục để đảm bảo chất lượng. Biểu đồ nhân quả là công cụ được dùng nhiều nhất trong việc tìm kiếm những nguyên nhân của khuyết tật trong quá trình sản xuất.




Hình 2.1 : Minh hoạ biểu đồ nhân quả

Quá trình để phát hiện các yếu tố và xây dựng biểu đồ theo phương pháp huy động trí não bao gồm các bước:

Bước 1: Đưa ra các đặc tính để thảo luận. Các đặc tính phải phù hợp với vấn đề cần giải quyết với mục đích rõ ràng.

Bước 2: Thảo luận về các yếu tố, những yếu tố nào có ảnh hưởng đến các đặc tính, và thu thập các yếu tố này.

Bước 3: Sắp xếp các ý tưởng thành các nhóm hạng mục (từ 4 đến 8 nhóm) và vẽ xương lớn.

Bước 4: Thiết lập mối quan hệ nhân quả giữa các ý tưởng trong mỗi nhóm. Nếu chưa tới được nguyên nhân cấp độ 3 thì tiếp tục truy tìm nguyên nhân cho đến khi tìm được nguyên nhân gốc rễ.

**Mục đích sử dụng:**

Biểu đồ xương cá thường sử dụng trong các trường hợp:

- Khi có nhu cầu tìm hiểu một vấn đề để xác định nguyên nhân gốc rễ.
- Khi muốn tìm hiểu tất cả các lí do có thể có tại sao một tiến trình giải quyết vấn đề gặp những khó khăn hoặc những thất bại.
- Khi có nhu cầu nhận diện các lĩnh vực thu thập thông tin.

- Khi muốn tìm hiểu lí do một tiến trình không đưa đến những kết quả mong muốn.

**Các yếu tố chính của biểu đồ:**

Có nhiều yếu tố khác nhau ảnh hưởng đến kết quả, tuy nhiên nếu chia một cách đơn giản nhất chúng ta có 4 yếu tố chính sau đây:

- Con người - Manpower.
- Máy móc thiết bị - Machine.
- Nguyên vật liệu - Material.
- Phương pháp làm việc - Method

## 2.4 Hệ thống Kanban

### *2.4.1 Định nghĩa*

Là một hệ thống hoạt động dựa theo những nguyên lý hết sức đơn giản, công việc sản xuất được vận hành tương ứng với nhu cầu khách hàng. Trong đó, trạm đằng sau đưa ra yêu cầu về các chi tiết cần gia công cho vùng xuất hàng của trạm trước. Khi mức tồn trữ của vùng xuất hàng cạn kiệt thì trạm trước sẽ tiến hành sản xuất để bù vào và duy trì một lượng tồn xác định tại vùng xuất hàng.

### *2.4.2 Nguyên lý vận hành hệ thống*

Mỗi trạm có các thùng chứa đầy các chi tiết tương ứng với các Kanban quy định cho trạm đó. Nếu các thùng này chứa không đủ Kanban sẽ quy định sản xuất theo đúng số lượng đó. Lượng tồn trữ cực đại về số chi tiết cho một trạm được xác định bằng = số lượng Kanban * Số chi tiết tương ứng mỗi Kanban.

Khi hệ thống vận chuyển nguyên vật liệu/ bán thành phẩm di chuyển các thùng này ra thì trạm kề trước sẽ bắt đầu sản xuất để thay thế lượng chi tiết đã xuất đi.

Như vậy hệ thống Kanban tránh việc phải giữ lại dòng thông tin liên lạc giữa kế hoạch sản xuất dài hạn và điều độ sản xuất.

### *2.4.3 Chức năng của hệ thống Kanban*

*Hướng dẫn:* Là công cụ hướng dẫn sản xuất và vận chuyển (sản xuất chi tiết, sản phẩm nào, vận chuyển bao nhiêu…).

*Tự kiểm tra:* Để ngăn ngừa sản xuất thừa. Mỗi công đoạn tự kiểm tra để đảm bảo chỉ sản xuất những chi tiết, sản phẩm với số lượng cần thiết, tại thời điểm cần thiết.

*Cải tiến hoạt động:* Kanban duy trì mức tồn kho tối thiểu, giảm chi phí sản xuất, nhờ vậy doanh nghiệp hoạt động có hiệu quả hơn.

## 2.5 Bảo trì dự đoán bằng học máy

### *2.5.1 Khái niệm*

Bảo trì dự đoán (PdM) sử dụng các thuật toán thông minh để dự báo thời điểm thiệt bị máy móc có khả năng hỏng hóc, cho phép thực hiện bảo trì trước khi xảy ra sự cố tốn kém. Bằng cách tích hợp nhiều nguồn dữ liệu khác nhau với phân tích phần cứng theo thời gian thực.

### *2.5.2 Lợi ích của bảo trì dự đoán*

- *Giảm thời gian chết:* việc xác định các vấn đề tiềm ẩn về thiết bị trước khi chúng xảy ra, cho phép các hoạt động bảo trì chủ động sẽ giúp giảm thiểu thời gian ngừng hoạt động của thiết bị ngoài kế hoạch và gián đoạn sản xuất.

- *Tăng độ tin cậy của thiết bị:* Bằng cách liên tục theo dõi tình trạng thiết bị theo thời gian thực và dự đoán các lỗi tiềm ẩn, bảo trì dự đoán Máy học đảm bảo rằng tài sản được duy trì ở điều kiện tối ưu.

- *Lịch trình bảo trì được tối ưu hoá:* Bảo trì dự đoán cho phép các tổ chức tối ưu hóa các hoạt động theo lịch trình bảo trì dựa trên tình trạng và hiệu suất thiết bị thực tế, thay vì các khoảng thời gian cố định hoặc phản ứng phản ứng với các lỗi. Việc tối ưu hóa này đảm bảo rằng các tác vụ bảo trì chỉ được thực hiện khi cần thiết, tránh bảo trì quá mức.

- *Tiết kiệm chi phí:* ảo trì dự đoán làm giảm sự cố, giúp tiết kiệm chi phí đáng kể cho các tổ chức bằng cách ngăn ngừa thời gian ngừng hoạt động ngoài kế hoạch, sửa chữa khẩn cấp và tối ưu hóa nguồn lực bảo trì.

- *Cải thiện an toàn:* Giải quyết chủ động các vấn đề về thiết bị giúp giảm thiểu rủi ro an toàn tại nơi làm việc liên quan đến hỏng hóc thiết bị. Bằng cách ngăn ngừa sự cố bất ngờ, các tổ chức tạo ra môi trường làm việc an toàn hơn cho nhân viên, giảm khả năng xảy ra tai nạn và đảm bảo tuân thủ các quy định về an toàn.

- *Tuổi thọ thiết bị được kéo dài:* Bằng cách chủ động giải quyết các vấn đề và thực hiện các hoạt động bảo trì kịp thời, có thể kéo dài tuổi thọ của các tài sản quan trọng. Điều này làm giảm nhu cầu thay thế thiết bị sớm và chi phí vốn, dẫn đến tiết kiệm chi phí dài hạn và cải thiện việc sử dụng tài sản.

### *2.5.3 Sự khác biệt giữa bảo trì phòng ngừa và bảo trì dự đoán*

Bảng 2.2 : Sự khác nhau giữa bảo trì phòng ngừa và bảo trì dự đoán

| Tiêu chí | Bảo trì phòng ngừa | Bảo trì dự đoán |
|---|---|---|
| **Khái niệm** | Bảo trì phòng ngừa (PM) là một loại chiến lược bảo trì tập trung vào việc đạt được việc kiểm tra hoặc bảo trì định kỳ trước khi xảy ra sự cố tại cơ sở. | Bảo trì dự đoán (PdM) một loại chiến lược bảo trì tập trung vào việc theo dõi tình hình thực tế của cơ sở và dự đoán rủi ro hỏng hóc trong tương lai. |
| **Cơ sỡ** | Kinh nghiệm hoặc hồ sơ trong quá khứ | Tình hình thực tế theo theo thời gian thực |
| **Đặc điểm** | - Thực hiện theo lịch trình xác định trước, thường dựa trên ngưỡng thời gian theo lịch hoặc ngưỡng sử dụng<br>- Các hoạt động bảo trì được thực hiện bất kẻ có dấu hiệu xuống cấp hay hỏng hoct hiết bị hay không<br>- Các nhiệm vụ bảo trì phòng ngừa được lên kế hoạch sắp xếp trước, cho phép phân bổ nguồn lực và nhân lực hiệu quả | - Thực hiện dựa trên việc thu thập dữ liệu thời gian thực<br>- Bằng cách dự đoán thời điểm thiết bị có khả năng hỏng hóc, công nghệ này cho phép lên lịch các hoạt động bảo trì một cách chủ động<br>- Nhiệm vụ bảo trì được thực hiện dựa trên tình trnagj thực tế của thiết bị thay vì theo lịch trình cố định hoặc ngưỡng sữ dụng. |

# CHƯƠNG 3 GIỚI THIỆU CÔNG TY VÀ SẢN PHẨM BỘ LỌC DẦU SPIN-ON

## 3.1 Giới thiệu chung về công ty

### *3.1.1 Tổng quan về công ty*

Hình 3.1 Logo Công ty cổ phần VAFI

| | |
|---|---|
| Pháp nhân | Công ty cổ phần VAFI (VAFI JSC) |
| Trụ sở chính | Đường 11B, Khu công nghiệp Hoà Khánh mở rộng, Xã Hoà Liên, Huyện Hoà Vang, Thành phố Đà Nẵng |
| Năm thành lập | 2018 |
| Địa chỉ | Đường 11B, Khu công nghiệp Hoà Khánh mở rộng, Xã Hoà Liên, Huyện Hoà Vang, Thành phố Đà Nẵng |
| Điện thoại | 02363712678 - 02363712679 |
| Email | vafi@afifilter.com.vn |
| Ngành nghề | Sản xuất phụ tùng và bộ phận phụ trợ cho xe ô tô và xe có động cơ khác |
| Diện tích | 97400 x 120400 mm2 |

**Lịch sử hình thành và phát triển**

Được thành lập năm 2018 với tư cách là một doanh nghiệp vốn của Hàn Quốc tại Đà Nẵng Việt Nam, tổng vốn đầu tư dự án: 10.000.000 đô la Mỹ. VAFI đã trở thành nhà sản xuất hàng đầu về sản phẩm lọc nhớt, lọc nhiên liệu của các thương hiệu nổi tiếng trên toàn cầu. Quy mô dự án: 15.000.000 sản phẩm/năm. Trên cơ sở nhiều năm kinh nghiệm, có uy tín kinh doanh phụ tùng ô tô Hàn Quốc thành lập Công ty VAFI, xây dựng nhà máy sản xuất sản phẩm phụ tùng lọc khí, lọc dầu,.. và bộ phận phụ trợ cho xe ô tô và xe có động cơ khác cho ngành Công nghiệp ô tô Việt Nam.

Về cung ứng sản phẩm, công ty sẽ kết hợp thiết bị mới với công nghệ tiên tiến của đối tác, đồng thời không ngừng cải tiến công nghệ sản xuất, tối ưu hóa công tác quản lý vận hành.

### *3.1.2 Tầm nhìn, sứ mệnh và đinh hướng*

#### *3.1.2.1 Tầm nhìn*

Quốc gia cường thịnh vững bền nhờ việc tối ưu thiết bị và tái tạo tài nguyên.

#### *3.1.2.2 Sứ mệnh*

Khai phóng tiềm lực nhà thầu và xã hội thông qua các giải pháp toàn diện về máy xây dựng.

#### *3.1.2.3 Định hướng*

Công ty sẽ kết hợp thiết bị mới với công nghệ tiên tiến của đối tác, đồng thời không ngừng cải tiến công nghệ sản xuất, tối ưu hóa công tác quản lý vận hành. Công ty đang cố gắng hướng tới chất lượng cao và giá thành thấp, nâng cao chỉ số giữa chất lượng và giá chào để tránh rơi vào tình trạng cạnh tranh giá thấp không lành mạnh. Công ty hoàn thiện các dịch vụ chăm sóc khách hàng trước, trong và sau bán hàng cũng như nắm bắt chính xác nhu cầu của khách hàng, hỗ trợ khách hàng giải quyết các vấn đề khó khăn, phấn đấu nâng cao giá trị sử dụng của sản phẩm. Điều đó sẽ nâng cao lòng tin của khách hàng, tạo ra con đường mà hai bên cùng có lợi trong chuỗi công nghiệp, góp phần thúc đẩy thị trường phát triển lên tầm cao mới.

### *3.1.3 Một số sản phẩm của công ty*

Công ty cổ phần Vafi được thành lập và xây dựng nhà máy sản xuất sản phẩm phụ tùng lọc khí, lọc dầu,…bộ phận phụ trợ cho xe oto và xe có động cơ khác cho ngành công nghiệp oto Việt Nam.

Công ty hiện tại đang sản xuất 2 dòng sản phẩm chính là : Bộ lọc dầu Spin-on và Bộ lọc dầu Eco.

Hình 3.2 Bộ lọc dầu Spin-on

Hình 3.3 Bộ lọc dầu Eco

## 3.2 Tổng quan về bộ lọc dầu

### *3.2.1 Giới Thiệu*

Bộ lọc dầu oto là bộ phận quan trọng của xe, được đặt phía trước động cơ, có chức năng lọc sạch các tạp chất, bao gồm: bụi bẩn, cặn dầu, giữ cho dầu có độ sạch nhất định trước khi thực hiện nhiệm vụ bôi trơn và làm mát động cơ. Bộ lọc dầu có kích thước khá nhỏ, thường có hình dạng trụ tròn hoặc hình cốc, đóng vai trò quan trọng trong bảo vệ hệ thống bôi trơn, tránh những hao mòn của các chi tiết bên trong động cơ, đồng thời giữ khả năng tiết kiệm nhiên liệu cho xe.

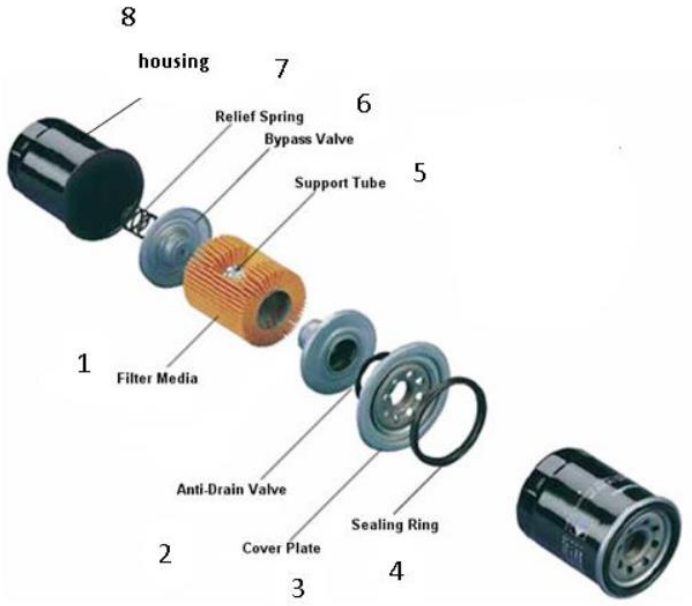
### *3.2.2 Công dụng*

Bộ lọc dầu oto có công dụng loại bỏ cặn bẩn, kim loại và các tạp chất sinh ra trong chi tiết máy khi xe vận hành.

Có tác dụng bôi trơn, làm mát và chống gỉ động cơ làm tăng tuổi thọ cho động cơ.

## 3.3 Bộ lọc dầu Spin-on

### *3.3.1 Cấu tạo*




Hình 3.4 Cấu tạo bộ lọc dầu Spin-on

Bộ lọc dầu Spin-on được cấu tạo từ 3 bộ phận chính:

+ Vỏ lọc

+ Nắp vỏ

+ Lõi lọc

Trong đó :

- Lõi lọc được cấu tạo từ : ống trung tâm, giấy lọc, nắp trên, nắp dưới, van an toàn.

- Nắp vỏ được cấu tạo từ : nắp viền, nắp ren và roăng su ngoài

- Bên cạnh đó, lõi lọc còn có thêm van 1 chiều, lò xo và roăng su ngoài .

• Vỏ lọc là bộ phận bên ngoài sản phẩm có tác dụng bảo vệ, chống rò rỉ dầu. Hình dạng như như một cái lon có miệng, đáy và thành đáy tròn, có viền để ghép mí với nắp lọc. Kích thước có nhiều loại khác nhau, màu bột sơn ngoài lon là màu xanh, trắng và đen. Nguyên liệu là từ cuộn thép.

• Nắp ren, nắp viền là 2 chi tiết cấu tạo nên nắp lọc. Nắp ren được dập từ cuộn thép dày, cấu tạo có các lỗ dầu để cho dầu vào bộ lọc và có lỗ ren được taro lắp đặt vào động cơ để

dầu từ lọc vào động cơ. Nắp viền sản xuất từ cuộn thép mỏng hơn, nắp này thường to hơn để tán nắp ren vào.

• Nắp trên và nắp dưới của lõi lọc là dùng máy dập có khuôn sẵn để dập chi tiết. Nguyên liệu chính cũng là các cuộn thép tròn dạng tấm. Nắp trên sẽ có miệng và thành miệng cao để cho dầu đi vào lõi và đế có kích thước phù hợp để gắn nắp lên lõi trung tâm. Nắp dưới có đế thành cao gắn nắp như nắp trên song có đáy có các rảnh tròn và có lỗ nhỏ ở trong tâm đáy.

• Roăn su ngoài và roăn su trong là các phụ kiện để lắp ráp. Roăn su ngoài làm kín khi gắn bộ lọc dầu vào động cơ. Roăn su trong có chức năng như van một chiều, không cho dầu chảy ngược từ bộ lọc dầu về động cơ thông qua các lỗ dầu. Nguyên liệu là làm từ cao su.

• Lò xo định vị là chi tiết trong khâu lắp ráp công ty nhập về nên không sản xuất. Cũng giống như lò xo bình thường nhưng cứng hơn và phủ lớp sơn màu đen, có kích thước bằng với rảnh nắp dưới lõi lọc. Lò xo định vị được đặt trong vỏ và dưới nắp dưới của lõi có tác dụng định vị lõi lọc khớp với nắp.

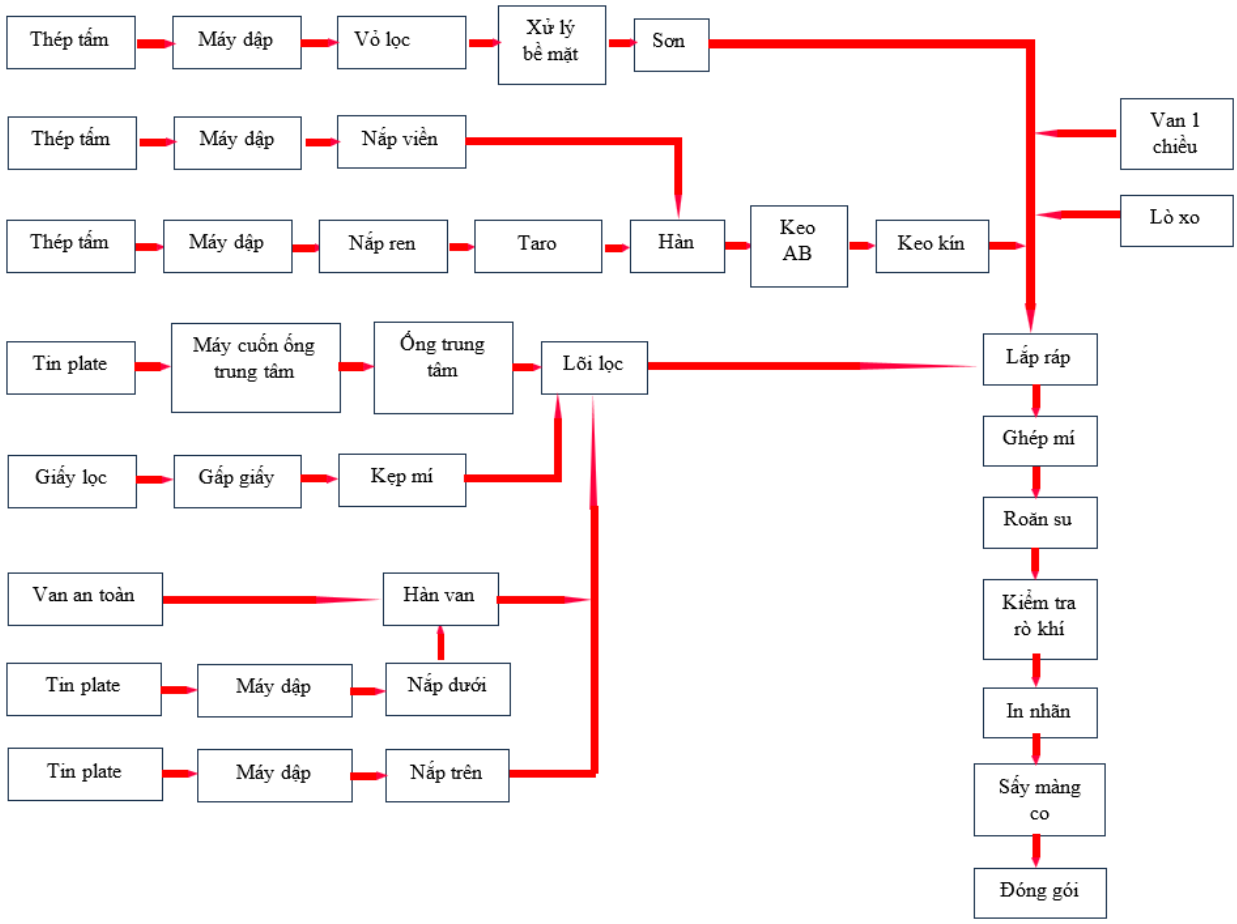
• Van an toàn là chi tiết hàn vào nắp dưới của lõi lọc. Cũng được công ty nhập về không sản xuất. Van ạn toàn này có tác dụng đảm bảo dầu luôn được lọc ổn định trong lõi.

• Ống trung tâm là chi tiết cấu tạo phức tạo hình tròn dạng ống có các rảnh quanh thành và các lỗ. Chiều cao bằng với chiều cao giấy lọc, kích thước cố định. Ống trung tâm để giữ giấy lọc không di chuyển trong lõi và để cho dầu đi qua giấy được ổn định.

• Giấy lọc là chi tiết chính có tác dụng trực tiếp để lọc dầu. Nguyên liệu của giấy là các cuộn giấy lớn phải trải qua các công đoạn gấp, sấy tốn thời gian. Giấy có màu và có kích thước chiều cao, nét gấp, số nép gấp cụ thể. Sau khi gấp xong giấy sẽ được kẹp mí đưa vào lắp ráp lõi.

### *3.3.2 Lưu trình sản xuất*

Lưu trình sản xuất bộ lọc dầu Spin-on của công ty được mô tả ở hinh 3.5.




Hình 3.5: Lưu trình sản xuất bộ lọc dầu Spin-on

### *Thuyết minh lưu trình sản xuất*

- **Tạo vỏ lọc**: Nguyên liệu là cuộn thép được đưa vào máy cắt để định dạng ra những tấm thép dạng hình tròn. Những tấm thép tròn tiếp tục chuyển sang máy dập để tạo thành thân vỏ dạng hình ống, sau đó đưa qua công đoạn xử lý bề mặt. Thân vỏ sẽ theo băng tải chạy lần lượt qua buồng sơn. Trong buồng sơn được lắp các đầu phun sơn tự động, khi thân vỏ chạy vào buồng sơn, các đầu phun sẽ phun sơn từ các phía đảm bảo thân vỏ được sơn hoàn chỉnh.

– **Tạo Nắp vỏ :** Nguyên liệu là cuộn thép được đưa vào máy dập để tạo ra nắp viền và nắp ren (dạng vòng, hình tròn). Sau đó nắp ren sẽ được taro để tạo ren, tiếp đến được đưa qua công đoạn hàn/tán để liên kết với nắp viền tạo thành bán thành phẩm nắp vỏ. Nắp vỏ bán thành phần được chuyển qua máy chích keo chuyên dụng nhằm chích keo vào viền xung quanh của nắp để tăng khả năng liên kết và làm kín nắp vỏ.

**- Tạo Lõi lọc :**

• Tạo ống thép: Nguyên liệu là cuộn thép được đưa vào máy dập lổ để định dạng ra những tấm thép có nhiều lổ. Tấm thép này tiếp tục chạy qua máy cuộn, để cuộn tấm thép thành dạng ống.

• Tạo Cuộn giấy: Nguyên liệu là cuộn giấy (giấy lọc) được đưa vào máy dập (gấp nếp) để định dạng tấm giấy phẳng thành dạng nhiều gấp nếp. Tấm giấy được cắt theo những kích thước qui định và cuộn lại thành dạng trục tròn.

• Tạo nắp trên và nắp dưới : Nguyên liệu là tấm thép được đưa qua máy dập để tạo thành nắp trên và nắp dưới. Nắp dưới được đưa qua công đoạn hàn van để hàn van an toàn.

• Lắp ráp : Cuộn thép được lắp vào bên trong cuộn giấy nhằm giữ cho cuộn giấy chắc chắn, tất cả được cố định bởi các nắp trên và nắp dưới, được liên kết với nhau bằng keo dính, tạo ra linh kiện Lõi lọc.

- Lắp ráp thành phẩm : Đầu tiên Lõi lọc gắn thêm các phụ kiện như: van một chiều, lò xo, các vòng đệm (nhựa và cao su). Sau đó Lõi lọc và các linh kiện Nắp vỏ, Thân vỏ được lắp lại với thành bộ Lọc dầu hoàn chỉnh.

- In nhãn: Sản phẩm sẽ theo băng chuyền chạy vào máy in chuyên dụng. Máy in sẽ in các thông số kỹ thuật của sản phẩm lên thân vỏ.

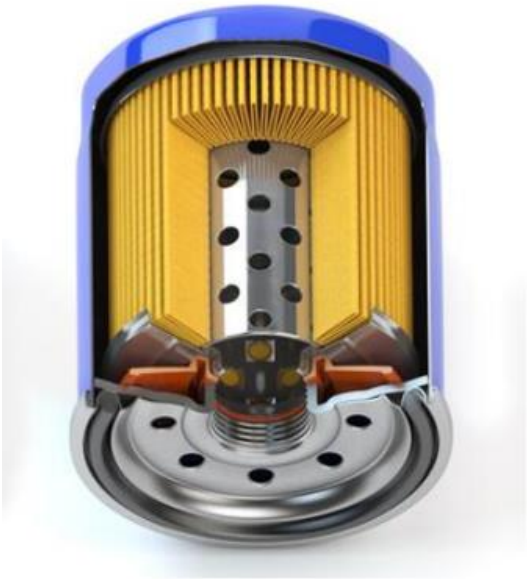
- Kiểm tra/ Đóng gói/ Lưu kho: Sản phẩm sẽ được kiểm tra lần cuối, sau đó chuyển qua công đoạn đóng gói (bỏ vào hộp), lưu kho.

### *3.3.3 Nguyên lý hoạt động*

Dầu được bơm từ động cơ vào bộ lọc thông qua các lỗ trên nắp ren. Với áp suất cao thì van 1 chiều sẽ mở để dầu đi lên. Dầu sẽ được đi qua giấy lọc để làm sạch sau đó chảy vào ống trung tâm để đi ra ngoài qua lỗ ren vào động cơ và kết thúc chu trình lọc dầu.

Ta có thể thấy được dầu bôi trơn của oto được đưa vào bầu lọc. Khi có tác động của van một chiều dầu chạy dọc theo hai bên thành của bộ lọc đến lõi giữa bầu lọc thông qua 2 hình 3.6 và hình 3.7.

Hình 3.6: Mô phỏng đường đi của dầu qua bộ lọc



Hình 3.7: Mô phỏng bênh trog bộ lọc dầu Spin-On

## 3.4 Chất lượng sản xuất tại công ty

### *3.4.1 Tình hình hoạt động và quản lý chất lượng tại nhà máy*

Việc quản lý chất lượng công ty rất chú trọng. Hầu hết trong mọi công đoạn của quy trình công nghệ  điều được kiểm soát chất lượng nghiêm ngoặt bởi những nhân viên QC (Kiểm soát chất lượng). Ở đây, công ty có một phòng ban riêng chuyên tìm hiểu, nghiêm cứu, đánh giá về chất lượng sản phẩm. Việc phát hiện sớm sản phẩm lỗi và chất lượng là gửi yêu cầu sữa chữa là ưu tiên hàng đầu của mỗi nhân viên của phòng ban để góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm, năng suất cao cho nhà máy. Việc kiểm soát chất lượng căn cứ theo một tiêu chuẩn đánh giá chất lượng đã có mẫu sẵn. Nhân viên QC được đào tạo và hướng dẫn một cách cụ thể các công việc tại mỗi khâu. Hiện tại công ty có các nhân viên QC tại hiện trường, mỗi nhân viên sẽ thực hiện kiểm soát chất lượng tại mỗi khu vực, chịu sự quản lí làm việc tại phòng kiểm sát chất lượng tại khu vực hành chính.

Họ thực hiện kiểm soát đầu vào nguyên vật liệu, quá trình sản xuất, đầu ra bán thành phẩm và sản phẩm. Cũng giống như mọi nhân viên QC tại hiện trường khác thì công việc của họ là kiểm tra chất lượng nguyên vật liệu đầu vào, bán thành phẩm mỗi quy trình, sản phẩm đầu ra, thu thập, phân loại, thống kê sản phẩm lỗi, xác định lỗi, báo cáo tình trạng hoạt động tại mỗi khâu, tình trạng lỗi cho người phụ trách sản xuất, chất lượng liên quan.

Việc kiểm tra sản phẩm cần các dụng cụ đo chuyên dụng: thước kẹp, thước đo chiều cao đồng hồ, dụng cụ đo độ đồng tâm và máy nội soi để phân tích hình ảnh khi cắt tại khâu ghép mí vỏ và nắp. Việc kiểm tra sản phẩm tiến hành thực hiện 2 tiếng 1 lần, cách thức là kiểm tra ngoại quan (bằng mắt) và kiểm tra bằng máy(dụng cụ đo chuyên dụng) sau đó đánh giá tình trạng và đưa ra quyết định. Nếu sản phẩm lỗi thì phải tạm dừng máy để sữa chữa, cài đặt lại. Nhân viên làm viện tại văn phòng thì họ có trách nhiệm tiếp nhận báo cáo của QC tại hiện trường để phân tích, đánh giá chất lượng sản phẩm, tiến hành xử lí các vấn đề phát sinh liên quan đến chất lượng, lập các tiêu chuẩn đánh giá. Ngoài ra, họ phải phối hợp với các cán bộ sản xuất phụ trách để xử lí vấn đề liên quan đến chất lượng, vận hành sản xuất, kế hoạch sản xuất.

### *3.4.2 Thực trạng lỗi chất lượng*

Tình hình lỗi chất lượng trong ba tháng cuối năm 2024 có sự biến động, dựa trên số liệu thống kê trong Bảng 3.1.

Bảng 3.1: Thống kê số lượng lỗi 3 tháng cuối năm 2024

| **Tháng** | **10** | **11** | **12** |
|---|---|---|---|
| **Số lượng lỗi** | 2776 | 1606 | 2412 |

Dựa theo các bản báo cáo về tần xuất, khả năng xảy ra lỗi của công ty Vafi thống kê trong 3 tháng đã thống kê các lỗi thường xuyên xảy ra hoặc ít xảy ra nhưng dẫn đến lỗi nghiêm trọng trong quá trình sản xuất sản phẩm thành bảng sau đây:

Bảng 3.2 Các lỗi đáng chú ý trong quá trình sản xuất ảnh hưởng đến chất lượng

| **Công đoạn** | **Các dạng lỗi** | **Tháng 10** | **Tháng 11** | **Tháng 12** | **Tổng số lượng của các công đoạn** |
|---|---|---|---|---|---|
| | Kích thước không đạt tiêu chuẩn | 73 | 56 | 69 | 1561 |
| | Đường cắt giấy không đứt hoàn toàn | 68 | 35 | 78 | |

| **Công đoạn** | **Các dạng lỗi** | **Tháng 10** | **Tháng 11** | **Tháng 12** | **Tổng số lượng của các công đoạn** |
|---|---|---|---|---|---|
| Gia công giấy | Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy | 86 | 51 | 58 | |
| | Lượng keo PVC không đúng tiêu chuẩn | 74 | 56 | 61 | |
| | Mép kẹp không đạt kích thước | 54 | 50 | 79 | |
| | Mép giấy bị lệch | 53 | 53 | 63 | |
| | Kẹp mí giấy không đủ lực liên kết | 69 | 32 | 55 | |
| | Giấy không đều, nắp bị nghiêng | 57 | 49 | 42 | |
| | Keo bị sủi bọt, không đều | 45 | 47 | 48 | |
| Gia công nắp trên, nắp dưới | Kích thước không đạt | 97 | 54 | 69 | 598 |
| | Lỗ van bị vênh | 103 | 32 | 57 | |
| | Bề mặt không phẳng | 64 | 35 | 87 | |
| ống trung tâm | Kích thước không đạt | 89 | 32 | 63 | 767 |
| | Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn | 97 | 28 | 76 | |
| | Lắp O-ring vào ống nối không đúng vị trí. | 76 | 41 | 68 | |
| | Lắp ngược lõi lọc không đúng vị trí | 101 | 29 | 67 | |
| | Lỗ thoát dầu không đứt | 69 | 47 | 80 | 1354 |

| **Công đoạn** | **Các dạng lỗi** | **Tháng 10** | **Tháng 11** | **Tháng 12** | **Tổng số lượng của các công đoạn** |
|---|---|---|---|---|---|
| Gia công nắp ren, nắp viền | Taro không hết | 87 | 51 | 74 | |
| | Đường ren bị nhám | 81 | 51 | 62 | |
| | Kích thước không đạt | 87 | 65 | 65 | |
| | Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn | 98 | 46 | 92 | |
| | Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy | 119 | 85 | 95 | |
| Gia công vỏ lon | Tấm phôi bị via sợi | 83 | 50 | 73 | 1225 |
| | Kích thước không đạt | 76 | 43 | 72 | |
| | Độ dày sơn không đạt | 87 | 57 | 69 | |
| | Bề mặt sơn bám màu khác nhau | 69 | 46 | 71 | |
| | Vỏ bị khuyết vành | 93 | 42 | 84 | |
| | Kích thước không đúng tiêu chuẩn | 89 | 59 | 62 | |
| Hoàn thiện | Thiếu phụ kiện | 92 | 51 | 83 | 1289 |
| | Lẫn các phụ kiện, bán thành phẩm bị lỗi | 78 | 49 | 84 | |
| | Mã in không rõ ràng, nội dung không đúng tiêu chuẩn | 87 | 43 | 76 | |
| | Mí ghép không đạt | 96 | 39 | 89 | |
| | Màng co không có hoặc không dính | 83 | 44 | 72 | |

| **Công đoạn** | **Các dạng lỗi** | **Tháng 10** | **Tháng 11** | **Tháng 12** | **Tổng số lượng của các công đoạn** |
|---|---|---|---|---|---|
| | Đóng gói không đủ số lượng sản phẩm | 96 | 58 | 69 | |
| **Tổng số lỗi** | | 2776 | 1606 | 2412 | **6794** |
| **Số lượng kiểm tra** | | 3100 | 3000 | 3010 | **9110** |

### 3.4.2.1 Nhận xét về thực trạng công ty

**Ưu điểm:**

- Công tác quản lý sản xuất cũng như chất lượng sản phẩm được giám sát trực tiếp của bộ phận kiểm soát chất lượng, bộ phận sản xuất và quản đốc. Quản đốc và chuyền trưởng sẽ là người giám sát trực tiếp công đoạn sản xuất, tham gia hỗ trợ công nhân xử lý khắc phục những sự cố xảy ra tại xưởng. Tuỳ vào mức độ của lỗi mà trưởng bộ phận sẽ đưa ra cách xử lý.

-Thống kê, theo dõi hàng hoá, phân loại tỉ lệ lỗi và loại lỗi tốt để đưa ra những phương án thích hợp để cải tiến và nâng cao chất lượng cho linh kiện và sản phẩm.

**Nhược điểm:**

Mặc dù đã có hoạch định quy trình kiểm soát chất lượng kĩ càng, thế nhưng vẫn còn tồn đọng nhiều hạn chế và thiếu sót trong các công đoạn, giai đoạn sản xuất: Lỗi, khuyết tật vẫn còn xuất hiện nhiều, nhất là trong các công đoạn cần thao tác công nhân, một số công nhân nhằm chạy theo năng suất mà dẫn đến làm ẩu, làm nhanh, khiến khuyết tật xảy ra nhiều, hay trường hợp công nhân làm sơ sài, xem nhẹ công đoạn, ngoài ra còn có thể đến từ công tác đào tạo chưa được bài bản, hợp lý, hoặc công nhân bất mãn, khó chịu với vấn đề trong công ty, dẫn đến ảnh hưởng năng suất, cần có biện pháp khắc phục kịp thời.

# CHƯƠNG 4 ÁP DỤNG CÔNG CỤ FMEA TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN VAFI

## 4.1 Phân tích mô hình FMEA

Áp dụng công cụ FMEA để đánh giá rủi ro chất lượng cho sản phẩm bộ lọc dầu Spin-on của Công ty Cổ phần Vafi. Quy trình phân tích FMEA bao gồm 9 bước chính:

- Xác định sản phẩm: Xác định sản phẩm được phân tích.

- Liệt kê các dạng lỗi: Tổng hợp các lỗi thường gặp trong từng công đoạn.

- Liệt kê các tác động tiềm ẩn: Đánh giá hậu quả của từng dạng lỗi.

- Xác định mức nghiêm trọng (S): Đánh giá mức độ ảnh hưởng của lỗi.

- Xác định tần suất xảy ra (O): Đánh giá khả năng lặp lại của lỗi.

- Xác định khả năng phát hiện (D): Đánh giá hiệu quả của biện pháp kiểm soát.

- Tính toán hệ số rủi ro (RPN): Tính toán RPN (S×O×D) cho mỗi lỗi.

- Ưu tiên các lỗi sai: Sắp xếp và ưu tiên các lỗi cần hành động khắc phục.

- Hành động giảm thiểu hoặc loại bỏ lỗi: Phân tích nguyên nhân gốc rễ và đề xuất giải pháp.

**Bước 1: Xác định sản phẩm**

Sản phẩm được dùng để phân tích FMEA ở đây là sản phẩm bộ lọc dầu Spin-on tại công ty cổ phần Vafi.

**Bước 2: Liệt kê các dạng lỗi**

Bảng tổng hợp các dạng lỗi thường xuyên xảy ra tại xưởng, liệt kê các dạng lỗi nhằm tiến hành phân tích từng lại lỗi ở các bước tiếp theo.

Bảng 4.1 Liệt kê các dạng lỗi ở mỗi công đoạn

| STT | Cụm | Lỗi | |
|---|---|---|---|
| 1 | Gia công giấy | Công đoạn gấp giấy | Kích thước không đạt tiêu chuẩn |
| | | | Giấy không đều, nắp bị nghiêng |
| | | | Đường cắt giấy không đứt hoàn toàn |

| STT | Cụm | Lỗi | |
|---|---|---|---|
| | | Công đoạn hàn van an toàn | Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy |
| | | Công đoạn quét keo | Lượng keo PVC không đúng tiêu chuẩn |
| | | Công đoạn kẹp mí | Mép kẹp không đạt kích thước |
| | | | Kẹp mí giấy không đủ lực liên kết |
| | | | Mép giấy bị lệch |
| | | Công đoạn Keo kín | Keo bị sủi bọt, không đều |
| 2 | Gia công nắp trên, nắp dưới | Công đoạn dập nắp dưới, nắp trên | Kích thước không đạt |
| | | | Lỗ van bị vênh |
| | | | Bề mặt không phẳng |
| 3 | Gia công ống trung tâm | Công đoạn ống trung tâm | Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn |
| | | | Kích thước không đạt |
| | | Công đoạn lắp ráp lõi lọc | Lắp O-ring vào ống nối không đúng vị trí. |
| | | | Lắp ngược lõi lọc không đúng vị trí. |
| 4 | Gia công nắp ren, náp viền | Công đoạn taro | Taro không hết |
| | | | Đường ren bị nhám |
| | | | Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn |
| | | | Kích thước không đạt |
| | | | Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn |

| STT | Cụm | Lỗi | |
|---|---|---|---|
| | | | Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy |
| 5 | Gia công vỏ lon | Công đoạn dập tấm phôi | Tấm phôi bị via sợi |
| | | | Kích thước không đạt |
| | | Công đoạn sơn | Độ dày sơn không đạt |
| | | | Bề mặt sơn bám màu khác nhau |
| | | Công đoạn dập vỏ lọc | Vỏ bị khuyết vành |
| | | | Kích thước vỏ lon không đạt tiêu chuẩn |
| 6 | Hoàn thiện | Công đoạn lắp ráp thành phẩm | Lẫn các phụ kiện, bán thành phẩm bị lỗi |
| | | | Thiếu phụ kiện |
| | | Công đoạn Phun mã | Mã in không rõ ràng, nội dung không đúng tiêu chuẩn |
| | | Công đoạn Ghép mí | Ghép mí không đạt |
| | | Công đoạn Màng co | Màng co không có hoặc không dính |
| | | Công đoạn đóng gói | Đóng gói không đủ số lượng sản phẩm |

**Bước 3 Liệt kê các tác động tiềm ẩn**

Trong quá trình sản xuất bộ lọc dầu, mỗi loại lỗi đều có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng nếu không được kiểm soát. Bảng 4.2 dưới đây tổng hợp các lỗi phổ biến phát sinh trong từng công đoạn sản xuất, cùng với các tác động tiềm ẩn liên quan đến chất lượng sản phẩm và hiệu suất vận hành động cơ.

Bảng 4.2 Các tác động tiềm ẩn

| STT | Các loại lỗi | Tác động tiềm ẩn |
|---|---|---|
| 2 | Kích thước không đạt tiêu chuẩn | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ |
| 3 | Đường cắt giấy không đứt hoàn toàn | Tạp chất lọt vào dầu, gây mài mòn động cơ |
| 4 | Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy | Lọc dầu dễ bị vỡ khi hoạt động, gây hư hỏng động cơ và làm giảm áp suất dầu |
| 5 | Lượng keo PVC không đúng tiêu chuẩn | Rò rỉ dầu tại vị trí keo làm giảm hiệu quả lọc dầu |
| 6 | Mép kẹp không đạt kích thước | Lọc dầu không kín làm giảm hiệu quả lọc dầu, dầu bẩn lưu thông qua động cơ |
| 7 | Mép giấy bị lệch | Giấy lọc bị rách , tạp chất lọt vào dầu |
| 8 | Kẹp mí giấy không đủ lực liên kết | Lọc dầu không kín làm giảm hiệu quả lọc dầu, dầu bẩn lưu thông qua động cơ |
| 9 | Giấy không đều, nắp bị nghiêng | Rò rỉ dầu tròn quá trình lọc dẫn đến tình trạng tạp chất dính vào dầu |
| 10 | Keo bị sủi bọt, không đều | Giảm độ bám dính của keo gây rò rỉ và tắc nghẽn |
| 11 | Kích thước không đạt | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ |
| 12 | Lỗ van bị vênh | Van hoạt động không đúng cách ảnh hưởng đến áp suất dầu |
| 13 | Bề mặt không phẳng | Lọc dầu không kín gây rò rỉ |

| STT | Các loại lỗi | Tác động tiềm ẩn |
|---|---|---|
| 14 | Kích thước không đạt | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ |
| 15 | Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn | Tắc nghẽn đường dầu làm giảm áp suất dầu. dầu không lưu thông đúng cách gây hư hỏng động cơ |
| 16 | Lắp O-ring vào ống nối không đúng vị trí. | Rò rỉ tại ống nối giảm hiệu quả lọc dầu |
| 17 | Lắp ngược lõi lọc không đúng vị trí | Lọc dầu không hoạt động, dầu bẩn lưu thông |
| 18 | Lỗ thoát dầu không đứt | Tắc nghẽn đường dầu làm giảm áp suất dầu. |
| 19 | Taro không hết | Lọc dầu không lắp vừa gây rò rỉ. hư hỏng ren, khó lắp đặt |
| 20 | Đường ren bị nhám | Khó lắp đặt gây rò rỉ. hư hỏng ren, không sử dụng được |
| 21 | Kích thước không đạt | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ |
| 22 | Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ |
| 23 | Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy | Lọc dầu dễ bị vỡ khi hoạt động, gây hư hỏng động cơ và làm giảm áp suất dầu |
| 24 | Tấm phôi bị via sợi | Làm rách giấy lọc, tạp chất lẫn vào dầu |
| 25 | Kích thước không đạt | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ |

| STT | Các loại lỗi | Tác động tiềm ẩn |
|---|---|---|
| 26 | Độ dày sơn không đạt | Vỏ lọc bị ăn mòn, rỉ sắt |
| 27 | Bề mặt sơn bám màu khác nhau | ảnh hưởng đến thẩm mỹ sản phẩm. làm giảm giá trị sản phẩm |
| 28 | Vỏ bị khuyết vành | Lọc dầu không kín gây rò rỉ. hư hỏng bộ lọc khi lắp đặt. |
| 29 | Kích thước không đúng tiêu chuẩn | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ |
| 30 | Thiếu phụ kiện | Không đảm bảo trong quá trình lắp ráp |
| 31 | Lẫn các phụ kiện, bán thành phẩm bị lỗi | Lắp ráp sai quy cách gây hư hỏng sản phẩm |
| 32 | Mã in không rõ ràng, nội dung không đúng tiêu chuẩn | Khó khăn trong việc xác định sản phẩm. ảnh hưởng đến thương hiệu |
| 33 | Đóng gói không đủ số lượng sản phẩm | Không đáp ứng được nhu cầu khách hàng |

**Bước 4: Xác định mức nghiêm trọng (S)**

Đánh giá bằng cách giả định mức độ ảnh hưởng nghiêm trọng nhất, gồm có 10 cấp từ 1 đến 10 như bảng 4.3. Khi mức độ nghiêm trọng cấp 9 hoặc cấp 10 cần có các biện pháp kiểm soát hoặc đề xuất hành động.

Bảng 4.3: Nguyên tắc đánh giá mức độ nghiêm trọng FMEA (S)

| Hậu quả với sản phẩm | | Level | Hậu quả với quá trình | |
|---|---|---|---|---|
| **Hậu quả** | **Tiêu chuẩn** | | **Hậu quả** | **Tiêu chuẩn** |
| Không phù hợp với yêu cầu về an | Khi phát sinh tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn hoặc không | 10 | Không phù hợp với yêu cầu về an | Có nguy cơ ảnh hưởng tới an toàn của người |

| **Hậu quả với sản phẩm** | | **Level** | **Hậu quả với quá trình** | |
|---|---|---|---|---|
| **Hậu quả** | **Tiêu chuẩn** | | **Hậu quả** | **Tiêu chuẩn** |
| toàn hoặc pháp luật | phù hợp yêu cầu pháp luật, không có cảnh báo trước. | | toàn hoặc pháp luật | thao tác, không có cảnh báo. |
| | Khi phát sinh tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn hoặc không phù hợp yêu cầu pháp luật, có cảnh báo trước. | 9 | | Có nguy cơ ảnh hưởng tới an toàn của người thao tác, có cảnh báo. |
| Mất hoặc giảm chức năng chính | Tính năng chính bị mất đi, xe không thể chạy nhưng không ảnh hưởng đến an toàn. | 8 | Gián đoạn toàn hệ thống | 100% NG, lưu trình bị dừng hoặc ngừng xuất hàng. |
| | Tính năng chính bị ảnh hưởng, xe có thể chạy nhưng công năng bị ảnh hưởng. | 7 | Gián đoạn một phần, ảnh hưởng cả hệ thống | Một phần NG, tốc độ toàn lưu trình ảnh hưởng. |
| Mất hoặc giảm sự thoải mái | Sự thoải mái mất đi, xe có thể chạy nhưng không còn sự thoải mái, thuận tiện | 6 | Gián đoạn 1 phần | 100% cần trả về xử lý/gia công lại, sau đó cần xác nhận lại. |
| | Giảm bớt sự thoải mái, xe có thể chạy nhưng sự thoải mái, thuận tiện bị ảnh hưởng. | 5 | | Một phần phải trả về xử lý/gia công lại, sau đó cần xác nhận lại. |
| Ảnh hưởng đến sự hải lòng của khách hàng | Ngoại quan hoặc âm thanh không đạt yêu cầu, xe có thể vận hành bình thường, đa số khách hàng có thể nhận biết (> 75%). | 4 | Ảnh hưởng tới một phần | Trước khi sử dụng 100% phải lựa hoặc xử lý lại trên chuyền. |
| | Ngoại quan hoặc âm thanh không đạt yêu cầu, xe có thể | 3 | | Trước khi sử dụng 1 phần |

| Hậu quả với sản phẩm | | Level | Hậu quả với quá trình | |
|---|---|---|---|---|
| **Hậu quả** | **Tiêu chuẩn** | | **Hậu quả** | **Tiêu chuẩn** |
| | vận hành bình thường, khoảng một nửa số khách hàng có thể nhận biết | | | phải lựa hoặc xử lý lại trên chuyền. |
| | Ngoại quan hoặc âm thanh không đạt yêu cầu, xe có thể vận hành bình thường, số ít khách hàng có kinh nghiệm mới nhận biết được (< 25%). | 2 | Không thuận tiện | Quà trình/thao tác không thuận tiện, hoặc người thao tác không thoải mái. |
| Không ảnh hưởng | Không có sự ảnh hưởng nào rõ nét | 1 | Không ảnh hưởng | Không có sự ảnh hưởng nào rõ nét |

**Bước 5: Xác định tần xuất xảy ra (O)**

Để chỉ khả năng phát sinh của kiểu lỗi. Có thể thông qua việc thay đổi thiết kế hoặc thay đổi quá trình để phòng ngừa hoặc kiểm soát các nguyên nhân chính là cách để giảm tần suất. Tần suất phân thành 10 cấp từ 1 đến 10 như bảng 4.4.

*Bảng 4.4: Nguyên tắc đánh giá tần suất FMEA (O)*

| Khả năng phát sinh | Nguyên tắc đánh giá: Số lỗi sai xảy ra trên 1000 sản phẩm | Cấp độ |
|---|---|---|
| Rất cao (Very high) | ≥ 100 | 10 |
| Cao (High) | ≥ 50 | 9 |
| | ≥ 20 | 8 |
| | ≥ 10 | 7 |
| Bình thường (Normal) | ≥ 2 | 6 |
| | ≥ 0.5 | 5 |
| | ≥ 0.1 | 4 |
| Thấp (short) | ≥ 0.01 | 3 |
| | ≤ 0.01 | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| Rất thấp (very low) | Không xảy ra | 1 |

**Bước 6: Xác định khả năng phát hiện ra lỗi hoặc các tác động (D)**

Các biện pháp kiểm soát áp dụng đem lại hiệu quả cao nhất, phân thành 10 cấp từ 1 đến 10 như bảng 4.5.

Bảng 4.5: Nguyên tắc đánh giá khả năng dò tìm PFMEA (D)

| **Cơ hội dò tìm** | **Nguyên tắc đánh giá: khả năng phát hiện bằng hệ thống kiểm soát** | **Cấp độ** | **Khả năng dò tìm** |
|---|---|---|---|
| Không có cơ hội dò tìm | Chưa thể kiểm soát: không thể dò tìm hoặc phân tích. | 10 | Không thể phát hiện |
| Không có vị trí dò tìm thích hợp | Rất khó để dò tìm, phát hiện. | 9 | Rất khó |
| Dò tìm sau khi gia công | Dựa vào mắt thường, so sánh, âm thanh khi kiểm tra lô sản phẩm để phát hiện. | 8 | Khó |
| Dò tìm khi vấn đề bắt đầu phát sinh | Người thao tác dựa vào trực quan, mắt thường, so sánh, âm thanh hoặc các phương pháp đo đạc trên dây chuyền để phát hiện. | 7 | |
| Dò tìm sau khi gia công | Người thao tác phát hiện thông qua các phương pháp đo đạc khi kiểm tra lô sản phẩm. | 6 | Bình thường |
| Dò tìm khi vấn đề bắt đầu phát sinh | Bằng cách đo sản phẩm đầu và các phương pháp đo đạc ngay trên dây chuyền (người thao tác hoặc máy móc) để phát hiện. | 5 | |
| Dò tìm sau khi gia công | Sau khi gia công có thiết bị tự động kiểm soát để ngăn chặn sản phẩm không phù hợp chuyển tới công đoạn tiếp theo. | 4 | Cao |
| Dò tìm khi vấn đề bắt đầu phát sinh | Trên dây chuyền có thiết bị tự động để kiểm soát và tự động ngăn chặn sản phẩm không phù hợp đưa tới công đoạn tiếp theo. | 3 | |
| Do tìm hoặc phòng ngừa | Có thiết bị tự động kiểm soát phát hiện lỗi, đồng thời phòng ngừa xuất hiện | 2 | Rất cao |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Phòng ngừa triệt để, không cần dò tìm | Sử dụng các biện pháp phòng ngừa có thể loại bỏ hoàn toàn . | 1 | Hoàn toàn |

**Bước 7 Tính toán hệ số rủi ro (RPN) cho mỗi sai lỗi**

Hệ số rủi ro RPN được tính bằng công thức:

$$RPN=S\times O\times D$$

Trong đó:

S (Severity) – Mức độ nghiêm trọng của lỗi.

O (Occurrence) – Tần suất xảy ra lỗi.

D (Detection) – Khả năng phát hiện lỗi trước khi sản phẩm đến tay khách hàng.

Bảng 4.6 trình bày kết quả tính toán RPN cho từng lỗi phát sinh tại các công đoạn sản xuất bộ lọc dầu. Các giá trị này giúp xác định mức độ ưu tiên xử lý và cải tiến quy trình.

Bảng 4.6 Bảng tính toán hệ số rủi ro RPN

| **Công đoạn** | **Các dạng lỗi** | **Tác động tiềm ẩn** | **S** | **Nhân nhân** | **O** | **D** | **RPN** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gia công giấy | Kích thước không đạt tiêu chuẩn | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ | 4 | Máy móc gia công bị hao mòn. Sai sót trong thiết kế hoặc lập trình máy | 4 | 5 | **80** |
| | Đường cắt giấy không đứt hoàn toàn | Tạp chất lọt vào dầu, gây mài mòn động cơ | 2 | Dao cắt bị cùn. Máy cắt bị lỗi kỹ thuật | 2 | 3 | 12 |
| | Điểm hàn không | Lọc dầu dễ bị vỡ khi hoạt động, gây | 4 | Công nhân thiếu kinh nghiệm. | 3 | 2 | 24 |

| Công đoạn | Các dạng lỗi | Tác động tiềm ẩn | S | Nhân nhân | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | dính, điểm hàn bị cháy | hư hỏng động cơ và làm giảm áp suất dầu | | Dòng điện hàn điều chỉnh chưa đúng.<br>Khuôn hàn không đều, không được vệ sinh. | | | |
| | Lượng keo PVC không đúng tiêu chuẩn | Rò rỉ dầu tại vị trí keo làm giảm hiệu quả lọc dầu | 1 | Keo bị biến chất.<br>Hệ thống định lượng keo lỗi | 2 | 5 | 10 |
| | Mép kẹp không đạt kích thước | Lọc dầu không kín làm giảm hiệu quả lọc dầu, dầu bẩn lưu thông qua động cơ | 2 | Máy kẹp bị lỗi hoặc điều chỉnh không chính xác | 2 | 5 | 20 |
| | Mép giấy bị lệch | Giấy lọc bị rách , tạp chất lọt vào dầu | 2 | Sai sót trong khâu định vị giấy lọc | 2 | 5 | 20 |
| | Kẹp mí giấy không đủ lực liên kết | Lọc dầu không kín làm giảm hiệu quả lọc dầu, dầu bẩn lưu thông qua động cơ | 2 | Máy kẹp bị lỗi hoặc điều chỉnh không chính xác | 2 | 5 | 20 |
| | Giấy không đều, nắp bị nghiêng | Rò rỉ dầu tròn quá trình lọc dẫn đến tình trạng tạp chất dính vào dầu | 2 | Máy cắt và máy quét keo bị lỗi | 2 | 5 | 20 |

| Công đoạn | Các dạng lỗi | Tác động tiềm ẩn | S | Nhân nhân | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Keo bị sủi bọt, không đều | Giảm độ bám dính của keo gây rò rỉ và tắc nghẽn | 4 | Keo bị nhiễm không khí hoặc tạo chất<br>Quá trình trộn keo không đúng cách | 2 | 5 | 40 |
| Gia công nắp trên, nắp dưới | Kích thước không đạt | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ | 3 | Máy móc gia công bị hao mòn. Sai sót trong thiết kế hoặc lập trình máy | 4 | 4 | 48 |
| | Lỗ van bị vênh | Van hoạt động không đúng cách ảnh hưởng đến áp suất dầu | 4 | Máy bị lỗi hoặc điều chỉnh không chính xác.<br>Vật liệu van không đạt chất lượng | 5 | 4 | **80** |
| | Bề mặt không phẳng | Lọc dầu không kín gây rò rỉ | 4 | Vật liệu bị biến dạng trong quá trình thi công.<br>Sai sót trong quá trình gia công bề mặt | 2 | 5 | 40 |
| ống trung tâm | Kích thước không đạt | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ | 4 | Máy móc gia công bị hao mòn. Sai sót trong thiết kế hoặc lập trình máy | 3 | 4 | 48 |
| | Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn | Tắc nghẽn đường dầu làm giảm áp suất dầu. dầu không lưu thông đúng cách gây hư hỏng động cơ | 4 | Dao bị cùn hoặc do hư hỏng.<br>Sai sót trong quá trình vận hành máy | 4 | 5 | **80** |

| Công đoạn | Các dạng lỗi | Tác động tiềm ẩn | S | Nhân nhân | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lắp O-ring vào ống nối không đúng vị trí. | Rò rỉ tại ống nối giảm hiệu quả lọc dầu | 10 | Sai sót trong quá trình láp ráp | 1 | 7 | 70 |
| | Lắp ngược lõi lọc không đúng vị trí | Lọc dầu không hoạt động, dầu bẩn lưu thông | 8 | Do công nhân thiếu kinh nghiệm trong quá trình lắp ráp | 1 | 4 | 32 |
| Gia công nắp ren, nắp viền | Lỗ thoát dầu không đứt | Lọc dầu không hoạt động, nghẹt dầu | 5 | Do công nhân thiếu kinh nghiệm trong quá trình điều chỉnh | 2 | 4 | 40 |
| | Taro không hết | Lọc dầu không lắp vừa gây rò rỉ. hư hỏng ren, khó lắp đặt | 4 | Điều chỉnh máy không đúng tiêu chuẩn | 2 | 5 | 40 |
| | Đường ren bị nhám | Khó lắp đặt gây rò rỉ. hư hỏng ren, không sử dụng được | 5 | Tốc độ ren không phù hợp | 2 | 5 | 50 |
| | Kích thước không đạt | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ | 4 | Máy móc gia công bị hao mòn. Sai sót trong thiết kế hoặc lập trình máy | 2 | 5 | 40 |

| Công đoạn | Các dạng lỗi | Tác động tiềm ẩn | S | Nhân nhân | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn | Lọc dầu không hoạt động, nghẹt dầu | 5 | Do công nhân thiếu kinh nghiệm trong quá trình điều chỉnh | 3 | 4 | |
| | Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy | Lọc dầu dễ bị vỡ khi hoạt động, gây hư hỏng động cơ và làm giảm áp suất dầu | 4 | Công nhân thiếu kinh nghiệm.<br>Dòng điện hàn điều chỉnh chưa đúng.<br>Khuôn hàn không đều, không được vệ sinh. | 4 | 5 | **80** |
| Gia công vỏ lon | Tấm phôi bị via sợi | Làm rách giấy lọc, tạp chất lẫn vào dầu | 4 | Áp lực căt không đủ.<br>Dao cắt bị cùn hoặc mẻ | 2 | 5 | 40 |
| | Kích thước không đạt | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ | 4 | Máy móc gia công bị hao mòn. Sai sót trong thiết kế hoặc lập trình máy | 3 | 5 | 60 |
| | Độ dày sơn không đạt | Vỏ lọc bị ăn mòn, rỉ sắt | 2 | Hệ thống phun sơn bị lỗi. | 1 | 5 | 10 |
| | Bề mặt sơn bám màu khác nhau | ảnh hưởng đến thẩm mỹ sản phẩm. làm giảm giá trị sản phẩm | 1 | Môi trường bị ô nhiễm.<br>Bề mặt vật liệu không được làm sạch đúng cách | 2 | 5 | 10 |
| | Vỏ bị khuyết vành | Lọc dầu không kín gây rò rỉ. hư hỏng bộ lọc khi lắp đặt. | 10 | Máy dập bị lỗi.<br>Điều chỉnh máy chưa đúng | 2 | 4 | **80** |

| Công đoạn | Các dạng lỗi | Tác động tiềm ẩn | S | Nhân nhân | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kích thước không đúng tiêu chuẩn | Không lắp vừa vị trí gây hư hỏng động cơ | 3 | Máy móc gia công bị hao mòn. Sai sót trong thiết kế hoặc lập trình máy | 3 | 4 | 36 |
| Hoàn thiện | Thiếu phụ kiện | Không đảm bảo trong quá trình lắp ráp | 3 | Sai sót trình quá trình vận chuyển của công nhân | 2 | 5 | 30 |
| | Lẫn các phụ kiện, bán thành phẩm bị lỗi | Lắp ráp sai quy cách gây hư hỏng sản phẩm | 6 | Hệ thống kiểm soát chất lượng chưa hiệu quả | 1 | 5 | 30 |
| | Mã in không rõ ràng, nội dung không đúng tiêu chuẩn | Khó khắn trong việc xác định sản phẩm. ảnh hưởng đến thương hiệu | 1 | Máy in bị lỗi | 2 | 5 | 10 |
| | Mí ghép không đạt | Lọc dầu bị vỡ gây hư hỏng động cơ | 8 | Sai sót trong quá trình ghép mí.<br>Máy ghép mí bị lỗi | 2 | 5 | **80** |
| | Màng co không có hoặc | Sản phẩm bị bẩn, trầy xước | 1 | Máy co màng bị lỗi | 2 | 5 | 10 |

| Công đoạn | Các dạng lỗi | Tác động tiềm ẩn | S | Nhân nhân | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | không dính | | | | | | |
| | Đóng gói không đủ số lượng sản phẩm | Không đáp ứng được nhu cầu khách hàng | 2 | Thiếu sót của công nhân trong quá trình đóng gói | 2 | 5 | 20 |

Ngưỡng RPN = 100 được lựa chọn làm tiêu chí cảnh báo vì đây là mức rủi ro cao, có khả năng gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng sản phẩm và an toàn thiết bị. Những lỗi có RPN ≥ 100 bắt buộc phải có biện pháp khắc phục ngay, khi các lỗi có RPN < 100 nhưng giá trị RPN cao nhất là đối tượng của các biện pháp phòng ngừa và cải tiến để giảm thiểu rủi ro trong tương lai.

**Bước 8 Ưu tiên các lỗi sai để thực hiện các hành động**

Sau khi phân tích FMEA từ bảng trên, ta sắp xếp thứ tự ưu tiên để thực hiện hành động phòng ngừa nhằm ngăn chặn những thiệt hại không đáng có.

Giá trị lớn nhất của RPN là 80. Và giá trị nhỏ nhất của RPN Là 10

Bảng 4.7 Dạng sai lỗi ưu tiên

| Dạng lỗi | S | O | D | RPN |
|---|---|---|---|---|
| Kích thước không đạt tiêu chuẩn | 4 | 4 | 5 | 80 |
| Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy | 4 | 4 | 5 | 80 |
| Lỗ van bị vênh | 4 | 5 | 4 | 80 |
| Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn | 4 | 4 | 5 | 80 |
| Vỏ bị khuyết vành | 10 | 2 | 4 | 80 |
| Ghép mí không đạt | 8 | 2 | 5 | 80 |

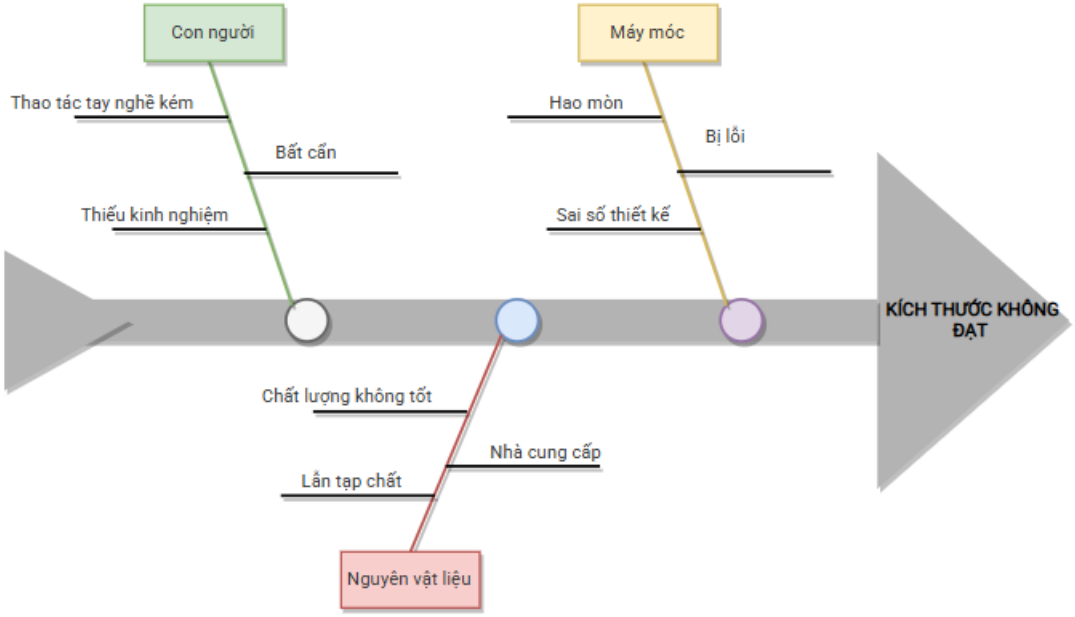
**Bước 9 Hành động để giảm thiểu hoặc loại bỏ các lỗi.**

Trong quá trình sản xuất, việc phát sinh lỗi là điều khó tránh khỏi. Tuy nhiên, nếu không kịp thời nhận diện và xử lý các nguyên nhân gốc rễ, những lỗi này sẽ tiếp tục lặp lại, ảnh

hưởng nghiêm trọng đến chất lượng sản phẩm cũng như hiệu suất sản xuất. Vì vậy, ở bước này, em đã hiện tiến hành phân tích chi tiết từng lỗi chính thông qua công cụ sơ đồ xương cá nhằm xác định các nguyên nhân chủ yếu dẫn đến sai hỏng.

❖ ***Kích thước không đạt tiêu chuẩn***

Một trong những lỗi phổ biến ảnh hưởng trực tiếp đến tính lắp ghép và độ chính xác của sản phẩm là lỗi sai lệch kích thước. Để hiểu rõ nguyên nhân gây ra tình trạng này, em đã phân tích theo các yếu tố chính như con người, máy móc và nguyên vật liệu.




Hình 4.1: Mô hình phân tích nguyên nhân kích thước không đạt

**Yếu tố con người:**

Người vận hành chưa được đào tạo bài bản về thao tác và quy trình.Trong quá trình sản xuất công nhân thay đổi vị trí dẫn đến việc vận hành máy không đúng yêu cầu ban đầu. Nhiều công nhân vì muốn chạy theo năng suất nên đã làm nhanh khiến sản phẩm làm sai lệch kích thước, ảnh hưởng đến chất lượng tổng thể cho các công đoạn sau.

**Máy móc:**

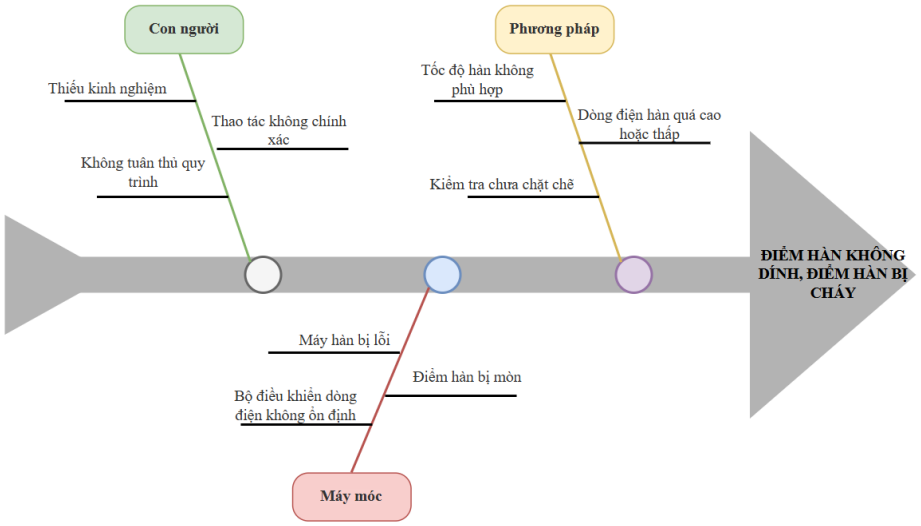
Máy móc, mặc dù là công cụ hỗ trợ quan trọng, nhưng nếu không được bảo trì đúng cách sẽ bị hao mòn và giảm hiệu suất, từ đó gây ra sai lệch kích thước. Hơn nữa, lỗi kỹ thuật hoặc thiết kế không chính xác cũng có thể khiến sản phẩm không đạt yêu cầu.

**Nguyên vật liệu:**

Chất lượng nguyên vật liệu đầu vào có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm đầu ra. Nguyên vật liệu lẫn tạp chất, không đạt tiêu chuẩn về kích thước, độ dày, độ cứng hoặc được cung cấp từ những nhà cung cấp không uy tín đều có thể dẫn đến sản phẩm không đạt kích thước yêu cầu.

❖ **Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy**

Lỗi hàn không dính hoặc bị cháy không chỉ làm giảm độ bền liên kết mà còn tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn trong quá trình sử dụng. Phân tích nguyên nhân lỗi này cho thấy nhiều yếu tố kỹ thuật và thao tác cần được kiểm soát chặt chẽ.




Hình 4.2: Mô hình phân tích nguyên nhân điểm hàn không dính, bị cháy

**Con người:**

Thiếu kinh nghiệm và thao tác không chính xác làm người thợ không điều chỉnh được thông số máy hàn phù hợp. Thiếu tập trung và bỏ qua quy trình chuẩn dẫn đến sai sót và nguy cơ mất an toàn.

**Máy móc:**

Máy móc có thể gây ra lỗi do không được bảo trì đúng cách, dẫn đến các vấn đề như máy hàn bị lỗi hoặc điểm hàn mòn. Nếu bộ điều khiển dòng điện không ổn định, chất lượng mối

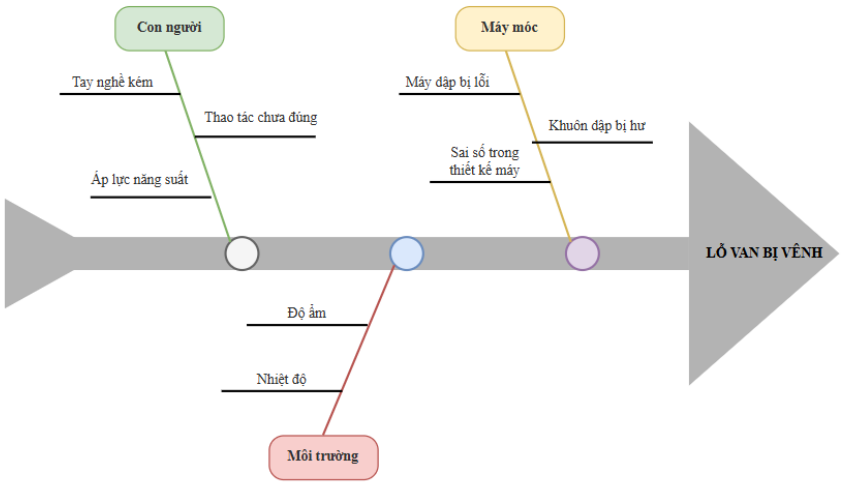
hàn sẽ bị ảnh hưởng. Những lỗi kỹ thuật này làm giảm khả năng truyền nhiệt và dòng điện, từ đó gây ra sản phẩm không đạt yêu cầu.

**Phương pháp:**

Tốc độ hàn không phù hợp và dòng điện không đúng với vật liệu gây ra mối hàn không đạt yêu cầu. Thiếu kiểm tra kỹ lưỡng sau hàn có thể bỏ sót lỗi, ảnh hưởng đến sản phẩm cuối cùng.

### ❖ Lỗ van bị vênh

Lỗ van bị vênh là lỗi có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến chức năng và độ kín khít của sản phẩm. Để xác định nguyên nhân gốc rễ, em đã tiến hành phân tích các yếu tố tác động như con người, máy móc và môi trường làm việc.




Hình 4.3: Mô hình phân tích nguyên nhân lỗ van bị vênh

**Con người:**

Con người là yếu tố quyết định chất lượng sản phẩm. Thiếu kinh nghiệm, thao tác chưa đúng và áp lực năng suất là những nguyên nhân chính. Công nhân không nắm vững kỹ thuật dập lỗ và không điều chỉnh máy móc phù hợp có thể dẫn đến sai sót. Thiếu tập trung và áp lực năng suất khiến công nhân vội vàng, bỏ qua bước kiểm tra, dẫn đến sản phẩm bị lỗi.

**Máy móc:**

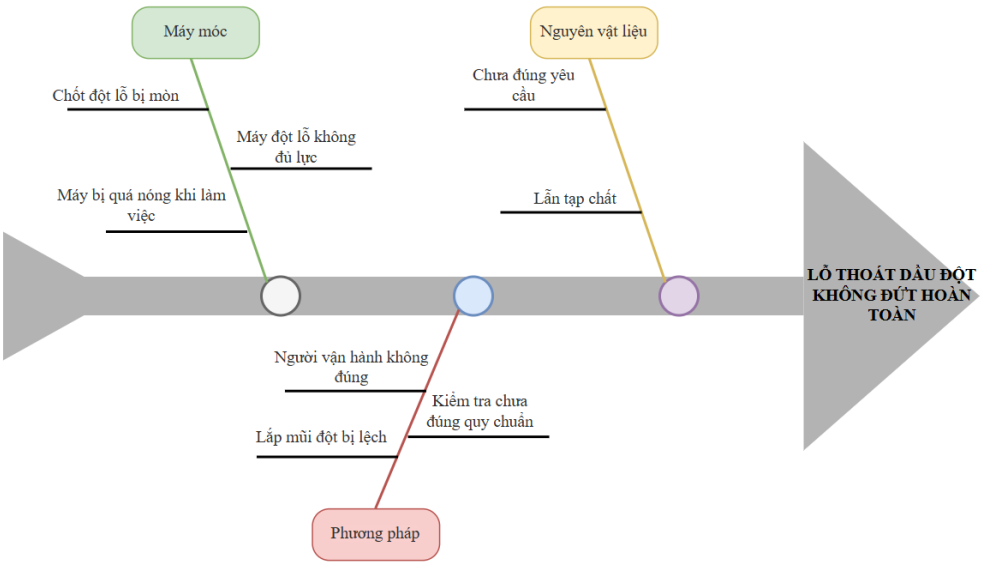
Máy móc, mặc dù hỗ trợ sản xuất, có thể gây lỗi nếu không được bảo trì đúng cách. Máy dập bị lỗi, khuôn dập hư và sai số trong thiết kế là những vấn đề phổ biến. Lỗi kỹ thuật của máy dập ảnh hưởng đến độ chính xác của lỗ van, trong khi khuôn hư làm biến dạng lỗ van. Sai số trong thiết kế có thể dẫn đến chi tiết không đạt yêu cầu ngay từ đầu.

**Môi trường:**

Môi trường làm việc cũng có thể tác động đến chất lượng sản phẩm. Độ ẩm và nhiệt độ cao có thể ảnh hưởng đến tính chất vật liệu, dẫn đến lỗ van bị vênh. Ví dụ, trong môi trường có độ ẩm cao, vật liệu có thể bị giãn nở, dẫn đến sai lệch kích thước. Nhiệt độ cao có thể làm biến dạng khuôn dập, ảnh hưởng đến độ chính xác của lỗ van.

- ❖ **Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn**

Lỗi lỗ thoát dầu không đứt hoàn toàn làm ảnh hưởng đến quá trình vận hành của sản phẩm và có thể gây rò rỉ trong quá trình sử dụng. Việc phân tích lỗi này giúp nhận diện những vấn đề kỹ thuật và quy trình cần cải thiện.




Hình 4.4: Mô hình phân tích nguyên nhân lỗ thoát dầu không đứt hoàn toàn

**Máy móc:**

Máy đột lỗ có thể gây lỗi nếu không bảo trì đúng cách. Chốt đột lỗ bị mòn làm giảm độ chính xác. Máy không đủ lực ảnh hưởng đến vật liệu cứng. Máy quá nóng giảm tuổi thọ và độ chính xác.

**Nguyên vật liệu:**

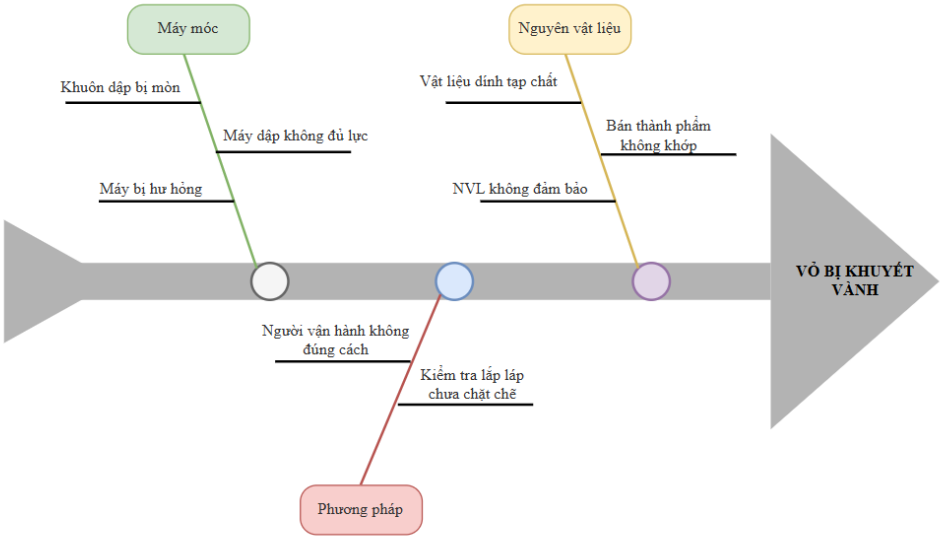
Chất lượng nguyên vật liệu đầu vào rất quan trọng. Nguyên vật liệu không đạt yêu cầu về độ dày, độ cứng có thể gây lỗ đột không đứt hoàn toàn. Lẫn tạp chất cũng là nguyên nhân cần lưu ý.

**Phương pháp:**

Phương pháp sản xuất cũng ảnh hưởng đến chất lượng. Kiểm tra không đúng quy chuẩn có thể bỏ sót sản phẩm lỗi. Lắp mũi đột bị lệch là nguyên nhân thường gặp, đặc biệt với mũi đột nhỏ hoặc phức tạp.

❖ **Vỏ bị khuyết vành**

Lỗi khuyết vành trên vỏ sản phẩm gây ảnh hưởng lớn đến tính thẩm mỹ và chất lượng sản phẩm. Việc phân tích nguyên nhân giúp làm rõ những điểm yếu trong máy móc, nguyên vật liệu và quy trình sản xuất hiện tại.




Hình 4.5: Mô hình phân tích nguyên nhân vỏ bị khuyết vành

**Máy móc:**

Máy dập có thể gây lỗi nếu không bảo trì đúng cách. Khuôn dập bị mòn làm giảm độ chính xác và sắc nét. Máy dập không đủ lực là vấn đề với vật liệu dày và cứng. Máy hư hỏng do thiếu bảo trì hoặc quá tải gây gián đoạn sản xuất.

**Nguyên vật liệu:**

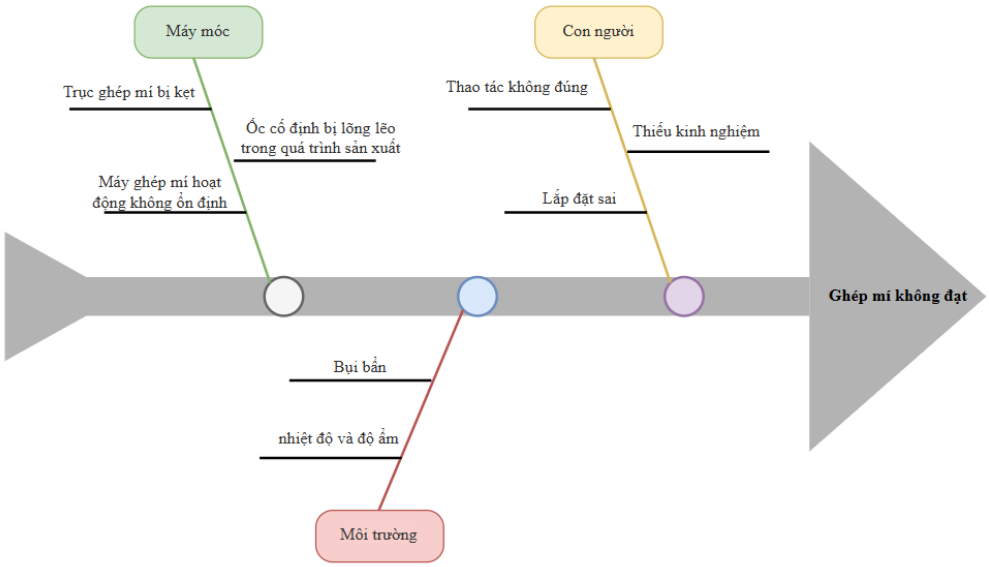
Chất lượng nguyên vật liệu đầu vào rất quan trọng. Vật liệu dính tạp chất giảm độ bền, gây khuyết trong quá trình dập. Bản thành phẩm không khớp do sai lệch kích thước là vấn đề cần lưu ý. Nguyên vật liệu không đảm bảo về độ dày và độ cứng có thể làm biến dạng hoặc nứt vỡ.

**Phương pháp:**

Phương pháp sản xuất đóng vai trò then chốt. Kiểm tra lắp ráp không chặt chẽ có thể bỏ sót sản phẩm lỗi khi sản xuất số lượng lớn trong thời gian ngắn.

❖ **Ghép mí không đạt**

Lỗi ghép mí không đạt là một trong những nguyên nhân gây rò rỉ hoặc mất độ kín trong sản phẩm. Em đã phân tích nguyên nhân lỗi này dưới nhiều góc độ để đưa ra giải pháp khắc phục hiệu quả.




Hình 4.6: Mô hình phân tích nguyên nhân ghép mí không đạt

**Máy móc:**

Máy ghép mí có thể gây lỗi nếu không bảo trì đúng cách. Trục ghép mí bị kẹt do thiếu bôi trơn hoặc bụi bẩn ảnh hưởng đến độ chính xác và kín khít. Ốc cố định lỏng lẻo sai lệch vị

trí bộ phận, dẫn đến mối ghép không đều. Máy hoạt động không ổn định do nguồn điện không ổn định hoặc bộ phận bị mòn cũng là vấn đề cần lưu ý..

**Con người:**

Người vận hành quyết định chất lượng sản phẩm. Thao tác không đúng do thiếu kinh nghiệm hoặc không tuân thủ quy trình có thể gây mối ghép hở hoặc biến dạng. Thiếu kinh nghiệm khiến họ không nhận biết dấu hiệu bất thường hoặc không điều chỉnh thông số kỹ thuật đúng cách. Lắp đặt sai các chi tiết cũng có thể gây lỗi trong sản xuất..

**Môi trường:**

Môi trường làm việc cũng có thể tác động đến chất lượng sản phẩm. "Bụi bẩn" có thể làm kẹt các bộ phận của máy ghép mí hoặc ảnh hưởng đến độ bám dính của mối ghép. "Nhiệt độ và độ ẩm" không phù hợp có thể làm biến dạng vật liệu hoặc ảnh hưởng đến chất lượng keo dán.

- **Nhận xét:** Qua tích các lỗi của nhà máy, nguyên nhân đến từ máy móc luôn chiếm phần lớn. phần lớn là do máy hoạt động quá tải, sửa dụng lâu bị mài mòn. Quá trì bảo trì bảo dưỡng máy móc hạn chế dẫn đến máy móc xuống cấp nhanh ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Bênh cạnh đó nguyên nhân đến từ con người cũng chiếm phần lớn. sự khác biệt về trình độ của công nhân  cùng với áp lực về năng suất ảnh hưởng đến chất lượn đầu ra sản phẩm. các công đoạn được thực hiện lặp đi lặp lại cũng làm cho công nhân chủ quan và lơ là trong thao tác.

## 4.2 Xác định cấp độ Sigma hiện tại của công ty

Qua bảng thống kê sản phẩm lỗi của công ty trong 3 tháng cuối năm 2024 trong bảng 3.2, ta có được bảng tóm tắt về tổng số lỗi trên bao nhiêu mẫu kiểm tra như sau:

Bảng 4.8: Thống kê tổng số sản phẩm lỗi

| | |
|---|---|
| Tổng số lỗi | 6.794 |
| Số cơ hội xảy ra lỗi trên mỗi đơn vị | 34 lỗi |
| Tổng số mẫu kiểm tra | 9.110 |

Hệ số Six Sigma sẽ được xác định dựa trên số khuyết tật xảy ra trên một triệu cơ hội là DPMO

$$\textbf{DPMO} = \frac{\text{Số khuyết tật} \times 1.000.000}{\text{Số đơn vị sản xuất} \times \text{Số xẩy ra khuyết tật}}$$

Số lượng sản phẩm kiểm tra trong 3 tháng là: 9.110 sản phẩm và 6.794 lỗi ta có:

Tổng số cơ hội xảy ra khuyết tật = số lượng kiểm tra x số cơ hội xảy ra

$$= 9.110 \text{ x } 34 = 309.740$$

$$\textbf{DPMO} = \frac{6.794 \times 1.000.000}{309.740} = 21.934$$

Số lỗi trên mỗi đơn vị: DPU = $\frac{\text{Số khuyết tật}}{\text{Số đơn vị sản xuất}} = \frac{6.794}{9.110} = 0.745$

Số lỗi trên mỗi cơ hội: DPO = $\frac{\text{Số khuyết tật}}{\text{Số đơn vị sản xuất} \times \text{Số xẩy ra khuyết tật}}$

$$= \frac{6.794}{309.740} = 0.021$$

Lợi nhuận = 1- DPO = 1 – 0.021 = 0.978

Sigma = Norm.S.Inv ( lợi nhuận) + 1.5 = 2.01 + 1.5 = 3.5

Vậy ta có DPMO = 21.934 theo bảng quy đổi hệ số Sigma thì thương ứng vớu hệ số Sigma = 3.5

**Nhận xét**: Với hệ số Sigma = 3.5, tương ứng vớu DPMO = 21.934 cho thấy quy trình sản xuất đang ở mức trung bình.

Tiêu chuẩn Sigma hướng đến mục tiêu đạt 3.4 lỗi trên một triệu cơ hội ( DPMO). Do đó hệ số Sigma = 3.5 cho thấy quy trình của công ty đang xảy ra nhiều lỗi hơn đáng kể so với tiêu chuẩn. vì thế để nâng cao chất lượng sản phẩm ta nên khắc phục những lỗi đang gặp.

**Mục tiêu:**

Đề tài hướng đến việc cải thiện chất lượng sản phẩm thông qua việc giảm thiểu lỗi phát sinh trên dây chuyền sản xuất bộ lọc dầu Spin-on. Bảng 4.9 dưới đây thể hiện mục tiêu cụ thể của đề tài, bao gồm mức chất lượng hiện tại và mức kỳ vọng sau khi áp dụng các giải pháp cải tiến.

Bảng 4.9 : Mục tiêu đề tài

| **Mô tả vấn đề** | **Giảm lỗi trên dây chuyền sản xuất bộ lọc dầu Spin-on** | |
|---|---|---|
| Mục tiêu đề tài | Hiện tại | Kỳ vọng |
| Mức chất lượng | 3.5 σ | 3.7 σ |

# CHƯƠNG 5 GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Sau khi phân tích và xác định được các vấn đề mà doanh nghiệp đang gặp phải. Các vấn đề này dẫn đến sự sai lỗi trong quá trình sản xuất, làm tốn chi phí sửa chữa. việc cải tiến giúp cho doanh nghiệp tăng năng suất và hiệu quả lao động, từ đó nâng cao chất lượng sản phẩm, quy trình làm việc tốt và hệ thống quản lý có khả năng dự báo vấn đề. Giảm lỗi và lãng phí do đó giảm chi phí, tăng lợi nhuận cho công ty.

## 5.1 Cải tiến chất lượng

Để nâng cao chất lượng toàn diện trong hoạt động sản xuất tại Công ty VAFI, trọng tâm cải tiến được đặt vào việc tối ưu hóa nguồn nhân lực và xây dựng hệ thống quản lý hiệu quả. Điều này không chỉ giúp khai thác tối đa tiềm năng của đội ngũ hiện có mà còn tạo động lực, đảm bảo chất lượng sản phẩm và tăng cường khả năng cạnh tranh của doanh nghiệp.

### *5.1.1 Đối với con người*

Cải tiến chất lượng con người là nền tảng cốt lõi, bắt đầu từ việc giúp người lao động hiểu rõ hơn về công việc, nâng cao trình độ chuyên môn, và xây dựng thái độ làm việc kỷ luật, chủ động. Mục tiêu cuối cùng là tạo ra một đội ngũ nhân lực chất lượng cao, thích ứng tốt với môi trường làm việc và những thay đổi trong tương lai.

Dưới dây là những đề xuất xây dựng chương trình đào tạo nhân sự trong doanh nghiệp:

- Xây dựng kế hoạch đào tạo tại công ty

Với tính chất công việc, thời gian hạn hẹp nên em đề xuất đào tạo ngắn hạn (đào tạo theo kế hoạch nhưng chỉ thực hiện trong 1 tháng). Các bộ phận chính trong công ty cần được đào tạo thường xuyên về kiến thức, kĩ năng bao gồm:

- Đội ngũ lãnh đạo, quản lý: Ban giám đốc, các phòng ban, kỹ thuật,...

- Đội ngũ nhân viên: Nhân viên các phòng ban

- Đội ngũ công nhân: Công nhân trong toàn xưởng

Người đào tạo thuộc bộ phận đào tạo nhân viên của công ty. Bộ phận này được cử đi học tập về cách thức hoạt động, các tiêu chuẩn từ các doanh nghiệp lớn và đảm bảo có đầy đủ các chứng chỉ để có thể đào tạo lại trong công ty và thành thạo các kỹ năng, kỹ thuật. Bảng 5.1 mô tả kế hoạch dự kiến cho chương trình đào tạo nhân sự tại công ty cổ phần Vafi

Bảng 5.1: Xây dựng kế hoạch đào tạo

| **Stt** | **Đối tượng đào tạo** | **Nội dung** | **Mục đích** | **Thời gian dự kiến** | **Hình thức** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ban lãnh đạo | Thực hiện triển khai Lean Six Sigma | - Giúp doanh nghiệp tối ưu hóa các nguồn lực và gia tăng tính cạnh tranh trong ngành<br>- Giúp doanh nghiệp quản lý, trao đổi thông tin dễ dàng | 4 tuần | Văn phòng công ty |
| 2 | **Đội ngũ nhân viên** | | | | |
| Nhân viên kỹ thuật | | - Được hướng dẫn cách đọc bản vẽ, sử dụng các phần mềm vận hành máy<br>- Được hướng dẫn chỉnh máy, đo đạc và điều chỉnh các kích thước theo tiêu chuẩn kiểm tra.<br>- Được đào tạo kĩ năng, hiểu biết về máy móc để có thể sửa chữa hàng nếu gặp phải các hư hỏng<br>có thể khắc phục được. | - Nâng cao hiểu biết về đặc thù sản phẩm, nâng cao tay nghề, kinh nghiệm và kỹ năng<br>- Học cách làm việc chuyên nghiệp | 3 tuần | Văn phòng công ty |

| Stt | Đối tượng đào tạo | Nội dung | Mục đích | Thời gian dự kiến | Hình thức |
|---|---|---|---|---|---|
| | | - Được hướng dẫn nội dung công việc, lập báo cáo<br>- Check Sheet thống kê các lỗi.<br>- Đào tạo 5S, an toàn lao động | | | |
| | Nhân viên bộ phận bảo trì máy móc và thiết bị | - Được hướng dẫn các bước xây dựng quy trình bảo dưỡng phòng ngừa, xác định mục tiêu bảo trì, thu thập được các thông tin bảo trì và thực hiện kiểm kê tài sản. lập kế hoạch bảo trì và xác định KPI bảo trì, triển khai công tác bảo dưỡng phòng theo lịch trình, đánh giá kết quả chiến lược bảo trì<br>- Đào tạo 5S, an toàn lao động. | - Hạn chế sự gián đoạn trong quá trình sản xuất đảm bảo chất lượng của sản phẩm và dịch vụ, giảm tỷ lệ phế phẩm.<br>- Nâng cao độ tin cậy của hệ thống sản xuất, tạo thói quen về ý thức cho người lao động<br>- Ngăn ngừa tai nạn lao động, rủi ro trong sản xuất<br>- Duy trì và kéo dài chu kỳ sống của máy móc, thiết bị, tránh máy móc có thể hư | 3 tuần | Văn phòng công ty |

| Stt | Đối tượng đào tạo | Nội dung | Mục đích | Thời gian dự kiến | Hình thức |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | hỏng, các chi tiết hao mòn và nhà xưởng xuống cấp | | |
| Nhân viên bộ phận QC | | Là bộ phận chất lượng (Quality Control) chú trọng đào tạo các chương trình như:<br>- Đào tạo hệ thống quản lý chất lượng ISO 9001<br>- Đào tạo hệ thống quản lý môi trường ISO 14001<br>- Đào tạo 5S, An toàn lao động. | - ISO 9001 được thực hiện để giúp công ty đạt được chất lượng nhất quán trong các dịch vụ và hoạt động, sản phẩm của công ty và tăng sự hài lòng của khách hàng<br>- ISO 14001-2015 là một tiêu chuẩn quốc tế dành cho hệ thống quản lý môi trường giúp công ty quản lý các vấn đề liên quan tới môi trường trong hoạt động sản xuất, kinh doanh của mình. | 2 tuần | Văn phòng công ty |
| 3 | **Đội ngũ công nhân** | | | | |
| Tại bộ phận gia công giấy | | - Nhân viên kĩ thuật hướng dẫn chỉ đạo công việc, quy trình và thứ tự thực hiện công việc. | - Nâng cao kiến thức toàn diện về công việc, kỹ năng, tay nghề.<br>- Truyền đạt kinh nghiệm cho công nhân | 3 tuần | Văn phòng công ty, |

| Stt | Đối tượng đào tạo | Nội dung | Mục đích | Thời gian dự kiến | Hình thức |
|---|---|---|---|---|---|
| | | - Cách khởi động và dừng máy móc trong trường hợp sản xuất, sự cố phát sinh hay trường hợp khẩn cấp.<br>- Được hướng dẫn về an toàn lao động, 5S và tác phong làm việc để đạt hiệu quả cao nhất trong công việc. Hướng dẫn cách sử dụng app ERP xem thông tin đơn hàng, công đoạn, tiến độ sản phẩm. | - Áp dụng kiến thức học được, nâng cao tay nghề | | Nhà xưởng |
| Tại bộ phận gia công nắp trên, nắp dưới | | - Được hướng dẫn bảng chỉ đạo công việc, thao tác làm việc và sử dụng máy.<br>- Cách sử dụng máy móc để kiểm tra về đường may của các máy tự động.<br>- An toàn lao động, 5S, cháy nổ và sự nguy hiểm của hóa chất trong nơi làm việc. Hướng dẫn cách sử dụng app ERP xem thông tin đơn hàng, công đoạn, tiến độ sản phẩm. | - Nâng cao kiến thức toàn diện về công việc, kỹ năng, tay nghề.<br>- Truyền đạt kinh nghiệm cho công nhân<br>- Áp dụng kiến thức học được, nâng cao tay nghề | 3 tuần | Văn phòng công ty, nhà xưởng |

| Stt | Đối tượng đào tạo | Nội dung | Mục đích | Thời gian dự kiến | Hình thức |
|---|---|---|---|---|---|
| Tại bộ phận nắp ren, nắp viền | | - Được hướng dẫn bảng chỉ đạo công việc, thao tác làm việc và sử dụng máy.<br>- Cách sử dụng máy móc để kiểm tra về đường may của các máy tự động.<br>- An toàn lao động, 5S, cháy nổ và sự nguy hiểm của hóa chất trong nơi làm việc. Hướng dẫn cách sử dụng app ERP xem thông tin đơn hàng, công đoạn, tiến độ sản phẩm. | - Nâng cao kiến thức toàn diện về công việc, kỹ năng, tay nghề.<br>- Truyền đạt kinh nghiệm cho công nhân<br>- Áp dụng kiến thức học được, nâng cao tay nghề | 3 tuần | Văn phòng công ty, nhà xưởng |
| Tại bộ phận gia công ống trung tâm | | - Được hướng dẫn bảng chỉ đạo công việc, thao tác làm việc và sử dụng máy.<br>- Cách sử dụng máy móc để kiểm tra về đường may của các máy tự động.<br>- An toàn lao động, 5S, cháy nổ và sự nguy hiểm của hóa chất trong nơi làm việc. Hướng dẫn cách sử dụng app ERP xem thông tin đơn hàng, công đoạn, tiến độ sản phẩm. | - Nâng cao kiến thức toàn diện về công việc, kỹ năng, tay nghề.<br>- Truyền đạt kinh nghiệm cho công nhân<br>- Áp dụng kiến thức học được, nâng cao tay nghề | 3 tuần | Văn phòng công ty, nhà xưởng |

| Stt | Đối tượng đào tạo | Nội dung | Mục đích | Thời gian dự kiến | Hình thức |
|---|---|---|---|---|---|
| Tại bộ phận gia công vỏ lon | | - Được hướng dẫn bảng chỉ đạo công việc, thao tác làm việc và sử dụng máy.<br>- Cách sử dụng máy móc để kiểm tra về đường may của các máy tự động.<br>- An toàn lao động, 5S, cháy nổ và sự nguy hiểm của hóa chất trong nơi làm việc. Hướng dẫn cách sử dụng app ERP xem thông tin đơn hàng, công đoạn, tiến độ sản phẩm. | - Nâng cao kiến thức toàn diện về công việc, kỹ năng, tay nghề.<br>- Truyền đạt kinh nghiệm cho công nhân<br>- Áp dụng kiến thức học được, nâng cao tay nghề | 3 tuần | Văn phòng công ty, nhà xưởng |
| Tại bộ phận hoàn thiện | | - Được hướng dẫn bảng chỉ đạo công việc, thao tác làm việc và sử dụng máy.<br>- Cách sử dụng máy móc để kiểm tra về đường may của các máy tự động.<br>- An toàn lao động, 5S, cháy nổ và sự nguy hiểm của hóa chất trong nơi làm việc. Hướng dẫn cách sử dụng app ERP xem thông tin đơn hàng, công đoạn, tiến độ sản phẩm. | - Nâng cao kiến thức toàn diện về công việc, kỹ năng, tay nghề.<br>- Truyền đạt kinh nghiệm cho công nhân.<br>- Áp dụng kiến thức học được, nâng cao tay nghề. | 3 tuần | Văn phòng công ty, nhà xưởng |

Tuy nhiên, một kế hoạch đào tạo chi tiết cần được phác thảo rõ ràng, phân bổ thời gian hợp lý cho từng đối tượng và nội dung cụ thể. Dưới đây là lịch đào tạo nhân sự dự kiến tại Công ty VAFI, được thiết kế để tối ưu hóa hiệu quả trong khoảng thời gian ngắn:

Bảng 5.2: Lịch đào tạo nhân sự

| | **Tuần 1** | **Tuần 2** | **Tuần 3** | **Tuần 4** |
|---|---|---|---|---|
| **Ban lãnh đạo** | Tìm hiểu, lên kế hoạch triển khai Lean Six Sigma | Quy trình áp dụng vào nhà xưởng. Tìm hiểu cách quản lý, trao đổi thông tin dễ dàng. | Hạn chế sự gián đoạn trong quá trình sản xuất đảm bảo chất lượng của sản phẩm và dịch vụ, giảm tỷ lệ phế phẩm. Quyết định các chủ trương, chính sách, mục tiêu chiến lược. | Nâng cao độ tin cậy của hệ thống sản xuất, tạo thói quen về ý thức cho người lao động. Tối ưu hóa các nguồn lực và gia tăng tính cạnh tranh trong ngành. |
| **Nhân viên kỹ thuật** | | Học cách sử dụng, đo đạc và điều chỉnh các kích thước theo tiêu chuẩn kiểm tra | - Được đào tạo kĩ năng, hiểu biết về máy móc để có thể sửa chữa hàng nếu gặp phải các hư hỏng có thể khắc phục được. | - Được hướng dẫn nội dung công việc, lập báo cáo kiểm tra thống kê các lỗi. - Đào tạo 5S, an toàn lao động |
| **Nhân viên bộ phận bảo trì** | | - Được hướng dẫn các bước xây dựng quy | - Học cách thực hiện kiểm kê tài sản, lập kế hoạch bảo | - Đào tạo 5S, an toàn lao động. - Đào tạo hệ thống |

| | Tuần 1 | Tuần 2 | Tuần 3 | Tuần 4 |
|---|---|---|---|---|
| **máy móc, thiết bị** | | trình bảo dưỡng phòng ngừa: xác định mục tiêu bảo trì, thu thập các thông tin bảo trì. | trì và xác định KPI bảo trì, triển khai công tác bảo dưỡng phòng theo lịch trình, đánh giá kết quả chiến lược bảo trì | quản lý sức khỏe và an toàn ISO 45001. |
| **Nhân viên bộ phận QC** | | | - Đào tạo hệ thống quản lý chất lượng ISO 9001.<br>- Đào tạo hệ thống quản lý môi trường ISO 14001. | - Đào tạo hệ thống quản lý sức khỏe và an toàn ISO 45001.<br>- Đào tạo 5S, an toàn lao động. |
| **Công nhân** | | - Được hướng dẫn bảng chỉ đạo công việc, thao tác làm việc.<br>- Học các phương pháp, kỹ thuật đúng cách, sử dụng các thiết bị, dụng cụ. | - Cách khởi động và dừng máy móc trong trường hợp sản xuất, sự cố phát sinh hay trường hợp khẩn cấp.<br>- Cách sử dụng máy móc, vệ sinh, kiểm tra các lỗi nhỏ có thể tự khắc phục trong quá trình sản xuất. | - Học cách sử dụng trang web của công ty xem thông tin đơn hàng, công đoạn, tiến độ sản phẩm.<br>- Đào tạo an toàn lao động, 5S, cháy nổ và sự nguy hiểm của hóa chất trong nơi làm việc. |

#### *5.1.1.1 Xây dựng giải pháp nâng cao chất lượng đội ngũ công nhân:*

Nhằm nâng cao chất lượng đội ngủ nhân viên, bên cạnh việc đào tạo được trình bày ở mục 5.1.1, thì việc cải thiện môi trường làm việc và xây dựng chính sách nhằm nâng cao động lực làm việc cũng góp phần quan trọng. Nội dung cụ thể được trình bày như sau:

***Môi Trường Làm Việc:***

- Không gian làm việc:

Tạo ra một môi trường vật lý tối ưu, nơi các yếu tố như ánh sáng, không khí, và sự sắp xếp không gian được thiết kế để hỗ trợ tối đa hiệu suất và sự thoải mái của công nhân.

Đảm bảo rằng mọi biện pháp an toàn lao động được thực hiện một cách nghiêm túc và đầy đủ, tạo ra một cảm giác an tâm và tin tưởng cho người lao động.

- Văn hóa doanh nghiệp:

Xây dựng một cộng đồng làm việc mà ở đó sự giao tiếp mở cửa và tôn trọng lẫn nhau được đặt lên hàng đầu.

Tạo ra một môi trường khuyến khích sự tham gia, sự sáng tạo, và tinh thần đồng đội, nơi mỗi cá nhân cảm thấy mình là một phần không thể thiếu của tập thể.

***Động Lực Làm Việc:***

- Lương thưởng và thăng tiến:

Thiết lập một hệ thống khen thưởng công bằng và minh bạch, nơi mà sự nỗ lực và thành tích được đánh giá và đền đáp một cách xứng đáng.

Tạo ra các cơ hội phát triển nghề nghiệp rõ ràng, giúp công nhân nhìn thấy con đường phát triển của mình trong công ty.

- Sự ghi nhận và cân bằng:

Xây dựng một văn hóa ghi nhận và đánh giá cao sự đóng góp của từng cá nhân, giúp họ cảm thấy được trân trọng và động viên.

Đảm bảo rằng công nhân có thể duy trì sự cân bằng giữa công việc và cuộc sống cá nhân, giúp họ giảm căng thẳng và tăng cường sức khỏe tinh thần.

### *5.1.1.2 Nâng cao chất lượng công nhân*

Ngoài đạo tạo công nhân  để giám sát và khuyết khích tinh thần  làm việc công công nhân. Công ty nên đề ra những phương pháp và chính sách đánh gia kiểm tra dành riêng cho đội ngũ công nhân. Em đề xuất phương pháp có thể áp dụng là quy tắc 20-60-20%. Đây là phương pháp phân chia đội ngũ lao động tại nhà máy sẽ có:

- 20% là những người xuất sắc (nhóm A).
- 60% là những người làm việc ở mức trung bình (nhóm B).
- 20% là những người làm việc kém hiệu quả (nhóm C).
- Mục tiêu của phương pháp đánh giá phân loại đội ngũ lao động để tìm ra được các nhóm xuất sắc(A), trung bình (B) và kém hiệu quả (C). Xác định và phát triển nhóm A, hỗ trợ nhóm B nâng cao năng suất, xử lý nhóm C để cải thiện hoặc thay thế.

Bảng 5.3: Bảng đánh giá hiệu suất nhân viên

| **Tiêu chí** | **Trọng số** | **Thang điểm (1-10 điểm)** | **Mô tả chi tết** |
|---|---|---|---|
| **Kết quả công việc (40%)** | | | |
| Hoàn thành mục tiêu, năng lực công việc | 15% | | Đạt toàn bộ các chỉ tiêu đã được phân công( về số lượng, tiến độ,…) không bị bỏ sót hay chậm trễ. |
| Chất lượng công việc | 15% | | Sản phẩm đầu ra đạt tiêu chuẩn theo yêu cầu công việc( đúng mẫu, không sai sót kỹ thuất,…)<br>Tỷ lệ lỗi, sai sót thấp hoặc bằng 0. Nếu có lỗi, biết tự rà soát, kiểm tra và khắc phục nhanh. |
| Đúng hạn, tuân thủ deadline | 10% | | Luôn bàn giao công việc đúng hoặc trước thời hạn đã cam kết. |

| Tiêu chí | Trọng số | Thang điểm (1-10 điểm) | Mô tả chi tết |
|---|---|---|---|
| | | | Chủ động nhắc lại thời hạn công việc để đảm bảo tiến độ. Không trì hoãn, không để người khác phải đợi. |
| **Thái độ công việc(30%)** | | | |
| Tinh thần, trách nhiệm | 10% | | Luôn nhận thức rõ trách nhiệm cá nhân đối với kết quả công việc chung. Không trốn tránh trách nhiệm khi có lỗi xảy ra, sẵn sàng nhận sai và sửa chữa. phải tự giác làm việc, không bị động chờ chỉ đạo chi tiết. |
| Hợp tác, làm việc nhóm | 10% | | Luôn thể hiện tinh thần hỗ trợ, sẵn sàng chia sẽ thông tin với đồng nghiệp. biết lắng nghe và tôn trọng ý kiến khác biệt. |
| Tuân thủ quy tắc, nội quy | 10% | | Không vi phạm các nội quy về giờ giấc, trang phục, thái độ ứng xử và bảo mật thông tin, gương mẫu trong các hoạt động văn hoá công ty và có ảnh hưởng tích cự đến môi trường làm việc |
| **Kỹ năng và sáng tạo (30%)** | | | |
| Kiến thức, chuyên môn | 10% | | Thành thạo các công cụ, kỹ thuật, phần mềm hoặc các quy trình sản xuất liên quan đến công việc.. hieeur rõ các quy chuẩn kỹ thuật. cập nhật kịp thời kiến thức mới, có tinh thần học hỏi. |
| Khả năng giải quyết vấn đề | 10% | | Khi gặp sự cố cần bình tĩnh phân tích, xác định nguyên nhân và đưa ra hướng xử lý hợp lý. Có tư duy phản biện và đề xuất giải pháp thực tiễn. |

| Tiêu chí | Trọng số | Thang điểm (1-10 điểm) | Mô tả chi tết |
|---|---|---|---|
| Đề xuất sáng kiến | 10% | | Có sáng kiến thực tế, phù hợp với hoạt động của công ty ( cải tiến quy trình, nâng cao chất lượng, giảm chi phí, tiết kiệm thời gian,…) |

Xếp loại nhân viên theo điểm số

- Nhóm A ( xuất sắc – 20%) tổng điểm ≥ 8.0
- Nhóm B (Trung bình – 60%): Tổng điểm từ 5.0 – 7.9
- Nhóm C (Kém hiệu quả – 20%): Tổng điểm < 5.0

### *5.1.1.3 Kế hoạch hành động sau khi đánh giá*

Dựa trên kết quả đánh giá, sẽ triển khai các kế hoạch hành động cụ thể cho từng nhóm nhân viên nhằm tối ưu hóa hiệu suất và sự phát triển cá nhân.

Bảng 5.4 Kế hoạch sau khi đánh giá

| Nhóm / Tiêu chí | Xuất sắc | Trung bình | Kém hiệu quả |
|---|---|---|---|
| **Tỷ lệ** | 20% | 60% | 20% |
| **Mục tiêu chính** | Duy trì động lực, phát triển năng lực hiện có. | Nâng cao năng lực, khơi gợi sáng kiến nội bộ. | Cải thiện hiệu suất hoặc sàng lọc phụ hợp vị trí. |
| **Vấn đề thường gặp** | Dễ nhàm chán nếu không giao công việc xứng tầm.<br>⇨ Có nguy cơ nhảy việc | Thiếu động lực phát triển. chưa thể hiện hết tiền năng thật sự của mình. | Thiếu kỹ năng, thái độ chưa phù hợp, hay vi phạm quy định công ty. |

| Nhóm / Tiêu chí | Xuất sắc | Trung bình | Kém hiệu quả |
|---|---|---|---|
| **Biện pháp cụ thể** | - Giao nhiệm vụ chiến lược hoặc vai trò dẫn dắt nhóm.<br>- Khen thưởng tài chính, đề bạt tăng lương.<br>- Lập kế hoạch thăng tiến( tổ trưởng).<br>- Tham gia đào tạo nâng cao hoặc các khoá quản lý. | - Đào tạo kỹ năng còn thiếu(làm việc nhóm, hoặc quyết vấn đề,…).<br>- Thiết lập mục tiêu cá nhân ngắn hạn.<br>- Giao việc có thử thách hơn. | - Thiết lập PIP (Performance Improvement Plan).<br>- Đào tạo cầm tay chỉ việc.<br>- Họp phản hồi hàng tuần.<br>- Nếu không cải thiện: đánh giá lại vị trí hoặc chấm dứt hợp đồng. |
| **Người phụ trách** | Trưởng bộ phận và HR | Trưởng bộ phận và nhân viên đào tạo + HR | Trưởng bộ phận+ nhân viên đào tạo + HR |
| **Tiêu chí đánh giá hiệu quả** | - Tỷ lệ giữ chân cao.<br>- Mức độ hài lòng cá nhân.<br>- Hiệu suất nhóm tăng lên. | - Số nhân sự cải thiện lêm nhóm cao hơn.<br>- Số ý tưởng đóng góp tăng.<br>- Chất lượng công việc tiến bộ. | - Tỷ lệ nhân sự tái vi phạm thấp.<br>- Tỷ lệ nhân sự cải thiện rõ rệt.<br>- Quy mô nhóm kém hiệu quả giảm dần. |
| **Thời gian triển khai** | Ngay sau khi đánh giá, duy trì 6 tháng. | Ngay sau khi đánh giá trong vòng 1-3 tháng. | Ngay lập tức, và đánh giá lại sau 1-2 tháng. |

Để thực hiện hiệu quả các biện pháp đã đề ra, Công ty VAFI sẽ triển khai các chương trình đào tạo và hỗ trợ cụ thể, phù hợp với đặc điểm và nhu cầu của từng nhóm được thể hiện qua bảng 5.5.

Bảng 5.5 Nội dung kế hoạch chi tiết khi triển khai đào tạo nhân viên

| **Nhóm** | **Biện pháp cụ thể** | **Nội dung đào tạo** | **Kế hoạch đào tạo** | **Thời gian triển khai** |
|---|---|---|---|---|
| Xuất sắc | Giao nhiệm vụ chiến lược hoặc vai trò dẫn dắt nhóm. | - Quản lý nhóm<br>- Giao việc và theo dõi hiệu quả.<br>- Kỹ năng lãnh đạo tình huống. | - Workshop 1 ngày về kỹ năng lãnh đạo.<br>- Giao dự án nhỏ để dẫn dắt nhóm, có mentor theo dõi. | Ngay sau khi đánh giá, duy trì trong 6 tháng. |
| | Khen thưởng tài chính, đề bạt tăng lương. | - Ghi nhận và đánh giá thành tích.<br>- Kỹ năng trình bày thành tích cá nhân. | - Đào tạo kỹ năng lập báo cáo hiệu quả.<br>- Hướng dẫn viết "Thành tích theo KPI". | Trong 1 tháng sau khi đánh giá. |
| | Lập kế hoạch thăng tiến( tổ trưởng) | - Kỹ năng giám sát, phản hồi tốt.<br>- Ra quyết định nhanh chóng.<br>- Xử lý mâu thuẫn nhóm tốt. | - Đào tạo tổ trưởng nội bộ 2 ngày<br>- Giao làm tổ trưởng tạm thời trong 1 dự án cụ thể. | Sau 2 tuần đánh giá |
| | Tham gia đào tạo nâng cao hoặc các khoá quản lý. | - Kỹ năng quản lý cấp trung.<br>- Quản trị hiệu suất.<br>- Quản lý ngân sách. | - Tham gia khoá "Future Leader" nội bộ hoặc học bên ngoài (3–5 buổi). | Triển khai sau 1 tháng và duy trì trong 3-6 tháng. |
| Trung bình | - Đào tạo kỹ năng còn thiếu(làm việc nhóm, | - Giao tiếp nhóm.<br>- Lắng nghe chủ động. | - Học qua tình huống mô phỏng. | Bắt đầu ngay sau khi đánh giá. |

| Nhóm | Biện pháp cụ thể | Nội dung đào tạo | Kế hoạch đào tạo | Thời gian triển khai |
|---|---|---|---|---|
| | hoặc quyết vấn đề,…) | - Quy trình giải quyết vấn đề ( 5W1H). | - Buổi đào tạo 2 buổi/tuần trong 1 tháng. | |
| | - Thiết lập mục tiêu cá nhân ngắn hạn | - Thiết lập mục tiêu có kế hoạch.<br>- Quản lý thời gian và theo dõi tiến độ. | - Workshop " lập kế hoạch 30-60-90 ngày".<br>- Họp định hướng với tổ trưởng mỗi tháng 1 lần. | Trong vòng 1 tháng sau khi đánh giá |
| | Giao việc có thử thách hơn | - Học cách thích nghi với công việc mới.<br>- Đánh giá lại năng lực bản thân qua thử thách. | - Giao dự án vượt khả năng hiện tại có mentor theo dõi.<br>- Theo dõi tiến độ và phản hồi hàng tuần. | Song song với đào tạo kỹ năng, kéo dài 1-2 tháng |
| Kém hiệu quả | - Thiết lập PIP (Performance Improvement Plan) | - Định hướng công việc rõ ràng.<br>- KPI cụ thể theo tuần/ tháng.<br>- Đánh giá tiến độ theo thời gian. | - Lập bảng PIP với sự giám sát từ tổ trưởng + HR.<br>- Đánh giá theo checklist mỗi tuần. | Ngay lập tức, theo dõi 1-2 tháng |
| | Đào tạo cầm tay chỉ việc | - Quy trình từng bước trong công việc.<br>- Hướng dẫn tận tay các thao ác kỹ thuật.<br>- Ghi chú lỗi thường gặp | - 1-1 coaching nhân viện được kèm cặp trực tiếp trong 2 tuần. | Triển khai liện sau PIP |

| Nhóm | Biện pháp cụ thể | Nội dung đào tạo | Kế hoạch đào tạo | Thời gian triển khai |
|---|---|---|---|---|
| | | | - Có checklist xác nhận hoàn thành từng bước. | |
| | Nếu không cải thiện: đánh giá lại vị trí hoặc chấm dứt hợp đồng | - Đánh giá lại năng lực.<br>- Tư vấn định hướng nghề nghiệp. | - Đánh giá cuối PIP theo mẫu.<br>- HR trao đổi 1-1 nếu cần sẽ điều chuyển hoặc chấm dứt hợp đồng. | Sau 2 tháng nếu không có tiến bộ rõ |

### *5.1.1.4 Các công cụ hỗ trợ kế hoạch hành động*

Để đảm bảo tính minh bạch, hiệu quả và có hệ thống trong việc quản lý hiệu suất, Công ty VAFI sẽ sử dụng các công cụ và biểu mẫu tiêu chuẩn.

***Kế hoạch 30-60-90 ngày***

Đây là công cụ hữu ích để thiết lập và theo dõi mục tiêu cá nhân, đặc biệt là đối với nhóm nhân viên Trung bình, giúp họ có lộ trình rõ ràng để cải thiện và phát triển**.**

Bảng 5.6 : Bảng kế hoạch 30-60-90 ngày

| | Mục tiêu | Nội dung chính | Thời gian | Người phụ trách |
|---|---|---|---|---|
| 30-60-90 ngày | Thiết lập và đạt mục tiêu ngắn hạn cá nhân | - 30 ngày: Làm quen và cải thiện kỹ năng còn thiếu<br>- 60 ngày: Vận dụng tốt và làm chủ công việc<br>- 90 ngày: Đề xuất cải tiến hoặc dẫn dắt nhóm nhỏ<br>- Đánh giá sau mỗi giai đoạn | 3 tháng (chia 3 giai đoạn) | Trưởng bộ phận + nhân sự đào tạo |

***Biểu mẫu PIP***

PIP là công cụ quan trọng để hỗ trợ nhóm nhân viên Kém hiệu quả cải thiện hiệu suất. Nó cung cấp một lộ trình rõ ràng, mục tiêu cụ thể và sự hỗ trợ cần thiết từ cấp trên.

Bảng 5.7: Biểu mẫu PIP

| **Biểu mẫu** | **Mục tiêu** | **Nội dung chính** | **Thời gian** | **Người phụ trách** |
|---|---|---|---|---|
| PIP (Performance Improvement Plan) | Cải thiện hiệu suất công việc cá nhân kém | - Mô tả vấn đề hiệu suất hiện tại.<br>- Mục tiêu cụ thể theo tuần/tháng.<br>- Biện pháp hỗ trợ từ cấp trên.<br>- Tiêu chí đánh giá hoàn thành.<br>- Hành động tiếp theo nếu không cải thiện. | 1–2 tháng (đánh giá hàng tuần) | Trưởng bộ phận + HR |

Để minh họa rõ hơn cách thức triển khai PIP, dưới đây là một ví dụ cụ thể

Bảng 5.8: Ví dụ về phiếu PIP

| **PHIẾU THEO DÕI KẾ HOẠCH CẢI THIỆN HIỆU SUẤT(PIP)** | |
|---|---|
| **Thông tin nhân sự** | Nguyễn Văn A – Bộ phận kho vận |
| **Ngày bắt đầu PIP** | 15/4/2025 |
| **Ngày kết thức dự kiến** | 15/6/2025 |
| **Người hướng dẫn** | Nguyễn Văn B- Trưởng bộ phận kho |

| **1. NỘI DUNG CẦN CẢI THIỆN** | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Nhân viên thường xuyên trễ hạn nhập liệu tồn kho cuối ngày. | | |
| 2 | Thiếu kỹ năng tổ chức công việc và báo cáo tình trạng kho. | | |
| **2. MỤC TIÊU CỤ THỂ** | | | |
| **`STT** | **Mục tiêu cải thiện** | **Thời hạn hoàn thành** | **Tiêu chí đánh giá** |
| 1 | Ghi nhận đầy đủ tồn kho cuối ngày đúng giờ | 2 tuần | 100% nhập đúng/sớm trước 17h30 mỗi ngày |
| 2 | Nắm rõ quy trình nhập – xuất – tồn hàng trong kho | 1 tháng | Không xảy ra sai sót trong quy trình nhập/xuất |
| 3 | Biết cách tổ chức công việc theo thứ tự ưu tiên | 1 tháng | Tự lên kế hoạch công việc tuần, không bị trùng/hụt thời gian |
| **3. HÀNH ĐỘNG CẦN THỰC HIỆN** | | | |
| **STT** | **Hành động cụ thể** | **Người hỗ trợ** | **Ghi chú** |
| 1 | Tham gia khóa "Quản lý công việc hiệu quả" nội bộ | Nhân sự đào tạo | Trong tuần đầu tiên |
| 2 | Quan sát đồng nghiệp thực hiện tốt công việc nhập kho | Tổ trưởng kho | Trong 1 tuần |
| 3 | Nộp kế hoạch công việc hàng tuần để được góp ý | Trưởng bộ phận | Mỗi thứ hai hàng tuần |
| **4. ĐÁNH GIÁ THEO TUẦN** | | | |
| **Tuần** | **Kết quả đạt được** | **Nhận xét từ quản lý** | **Đề xuất điều chỉnh** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Đã nhập liệu đúng giờ 4/5 ngày | Tiến bộ ban đầu tốt, cần giữ vững | Không cần điều chỉnh |
| 2 | Đã áp dụng bảng kế hoạch công việc đơn giản | Hiểu được ưu tiên công việc | Khuyến khích duy trì |
| 3 | Không còn nhầm mã hàng khi xuất kho | Đã nắm quy trình rõ hơn | Hướng dẫn thêm về báo cáo |
| 4 | Hoàn thành đầy đủ kế hoạch tuần | Thể hiện tiến bộ rõ | Khuyến khích duy trì |
| **5. KẾT QUẢ CUỐI CÙNG** | | | |
| Đạt mục tiêu và tiếp tục công việc | | | |
| Nhận xét: Nguyễn Văn A đã cải thiện rõ rệt trong 2 tháng, biết chủ động sắp xếp công việc, hoàn thành nhiệm vụ đúng hạn và có trách nhiệm hơn. | | | |

### *5.1.2 Đối với nguyên vật liệu*

Bộ phận mua hàng trực tiếp làm việc với nhà cung cấp, theo dõi đơn hàng đưa về nhà máy. Tuy nhiên luôn tồn đọng những thiếu sót, khiếm khuyết về chất lượng nguyên vật liệu trong quá trình chọn nguyên liệu, vận chuyển, dọn hàng, dỡ hàng xuống kho và lưu kho. Công đoạn nay cần các bộ phận quản lý chất lượng, kho vật tư phối hợp với nhau nhằm xem xét và cải thiện nguồn nguyên vật liệu.

Bộ phận mua hàng làm việc với nhà cung cấp, yêu cầu thống nhất và đảm bảo chất lượng của nguyên vật liệu.

Bộ phận quản lý chất lượng thường xuyên kiểm kê hàng hoá, việc kiểm kê hàng hoá thường xuyên giúp doanh nghiệp xác định được lượng hàng tồn kho để có phương án xử lý phù hợp, nắm bắt kịp thời tình trạng nguyên liệu để có những tính toán giải quyết đúng đắn hơn, những thông tin cụ thể cần nắm bắt rõ như:

- Lượng hàng tồn.
- Loại thép, giấy cần nhanh chóng xử lý, sản xuất trước.
- Loại thép, giấy nào có lượng tồn ít, cần nhập thêm.
- Chất lượng thép, giấy kiểm tra có đảm bảo yêu cầu để sản xuất không.

| **PHIẾU OK** |
|---|
| Tên nguyên vật liệu: |
| Ngày kiểm tra: |
| Người kiểm tra |

Hình 5.1 Phiếu đảm bảo chất lượng

Phiếu OK giúp kiểm soát chất lượng nguyên vật liệu trước khi đưa vào sản xuất và bán thành phẩm trước khi chuyển qua công đoạn sau giúp cho sản phẩm đảm bảo chất lượng.

### *5.1.3 Đối với phương pháp*

#### *5.1.3.1 Cải tiến tư thế làm việc và không gian thao tác:*

*Mục tiêu:*

- Nâng cao hiệu quả làm việc của công nhân
- Giảm thiểu mệt mỏi, sai lỗi thao tác và nguy cơ chấn thương nghề nghiệp
- Tạo môi trường làm việc khoa học, thuận tiện, phù hợp nguyên lý công thái học
- Văn bản hoá các quy trình và hướng dẫn công việc bằng miệng tại 1 số công đoạn hay xảy ra lỗi, tăng cường kiểm tra và giám sát.

*Nội dung thực hiện:*

Bảng 5.9 : Nội dung thực hiện cải tiến tư thế làm việc

| **Hoạt động** | **Mô tả cụ thể** | **Trách nhiệm** |
|---|---|---|
| Đo lường thực tế | - Ghi nhận chiều cao bàn làm việc, vị trí đặt vật tư – linh kiện – dụng cụ.<br>- Đánh giá các thao tác tay/chân, quãng di chuyển, tầm với, góc nhìn.<br>- Phân tích video thao tác thực tế của công nhân để xác định các điểm gây mất thời gian, thao tác thừa hoặc tư thế không chuẩn. | Bộ phận Kỹ thuật, IE |
| Phân tích tư thế | - Đánh giá thao tác cúi, với, xoay người, bê vác. | IE + QA |

| Hoạt động | Mô tả cụ thể | Trách nhiệm |
|---|---|---|
| | - Xác định các điểm gây mỏi hoặc thao tác thừa. | |
| Ứng dụng nguyên tắc công thái học | - Điều chỉnh chiều cao bàn/ghế theo chiều cao trung bình của công nhân.<br>- Bố trí vật tư, công cụ trong vùng thao tác tối ưu (vùng tầm tay 30–50 cm).<br>- Giảm thao tác cúi, với xa, xoay người hoặc phải dùng lực nhiều. | IE + QA |
| Thiết kế lại không gian làm việc | - Đề xuất thiết kế jig/phụ kiện hỗ trợ giữ chi tiết, giảm lực tay.<br>- Sử dụng kệ nghiêng, máng trượt để đưa nguyên vật liệu tới gần hơn.<br>- Thay đổi bố trí mặt bằng nếu cần để giảm khoảng cách di chuyển giữa các công đoạn. | IE + Bảo trì |
| Đào tạo lại công nhân | - Hướng dẫn tư thế đứng/ngồi đúng.<br>- Trình chiếu video thao tác mẫu. | Tổ trưởng + Nhân sự |

#### *5.1.3.2 Chuẩn hoá hướng dẫn công việc - ngăn lỗi phát sinh*

*Mục tiêu*: Giảm lỗi do hiểu sai, thao tác sai hoặc không đồng nhất giữa các công nhân bằng cách tiêu chuẩn hoá hướng dẫn công việc.

*Hoạt động triển khai:*

Bảng 5.10: Nội dung thực hiện chuẩn hoá công tác hướng dẫn

| Hoạt động | Mô tả cụ thể | Trách nhiệm |
|---|---|---|
| Xác định công đoạn trọng điểm | - Dựa trên hệ thống lỗi QC, lấy top 3 công đoạn lỗi cao nhất | QA & trưởng chuyền |
| Ghi hình thao tác đúng | - Quay video thao tác đúng chuẩn từ công nhân tay nghề cao.<br>- Chuyển đổi hướng dẫn bằng miệng thành Work Instruction (WI) dạng văn bản + hình ảnh. | QA + IE |

| Hoạt động | Mô tả cụ thể | Trách nhiệm |
|---|---|---|
| | - Mỗi WI cần nêu rõ: dụng cụ cần dùng, số bước thao tác, điểm kiểm soát, cảnh báo lỗi thường gặp. | |
| Soạn hướng dẫn công việc(WI) | Mỗi hướng dẫn gồm:<br>- Tên công đoạn<br>- Dụng cụ và vật tư sử dụng<br>- Các bước thao tác chuẩn, có hình ảnh minh họa.<br>- Tiêu chí kiểm tra chất lượng sau từng bước<br>- Các lỗi thường gặp và cách phòng tránh | IE + QA |
| Phát hành & đào tạo | - In và dán tại khu vực làm việc.<br>- Đào tạo lại công nhân và tổ trưởng. | Tổ trưởng + QA |
| Giám sát- kiểm tra | - In và dán WI tại từng vị trí làm việc (kèm bản cứng cho tổ trưởng).<br>- Tổ chức đào tạo lại toàn bộ công nhân liên quan.<br>- Kiểm tra định kỳ việc tuân thủ WI bằng checklist giám sát thao tác. | QA + Tổ trưởng |

#### *5.1.3.3 Các biểu mẫu hỗ trợ triển khai*

Để đảm bảo quy trình sản xuất và kiểm soát chất lượng tại Công ty VAFI được thực hiện một cách đồng bộ, hiệu quả và có hệ thống, các biểu mẫu hỗ trợ triển khai đóng vai trò vô cùng quan trọng. Các biểu mẫu này được thiết kế để sử dụng linh hoạt dưới cả dạng file cứng và file mềm, phục vụ cho việc ghi nhận, theo dõi và đánh giá liên tục các hoạt động.

File cứng được công ty sử dụng trên hệ thống thông tin mà công ty mua phần mềm ERP của công ty cổ phần phần mền BRAVO để tích hợp nhiều thông tin. Những nhân viên trong ty đều có  tài khoản để đăng nhập trên hệ thống thông tin này này dễ dàng cho việc tiếp nhận thông tin hay có thể theo dõi được tình trạng sản xuất, chất lượng, hàng tồn kho,… của công ty.

File mềm được các tổ trưởng hay những người chịu trách nhiệm kiểm tra sẽ in ra và dán trên bảng công việc mỗi ngày để công nhân có thể theo dõi và dễ dàng kiểm tra hơn.

#### *5.1.3.3.1. Form đo lường công thái học (ERGONOMICS)*

Biểu mẫu này được sử dụng để khảo sát, đo đạc và đánh giá các yếu tố liên quan đến tư thế làm việc, không gian thao tác và môi trường làm việc của công nhân. Mục tiêu chính là xác định các rủi ro về công thái học, từ đó đưa ra các cải tiến nhằm tối ưu hóa điều kiện làm việc, giảm thiểu chấn thương, mệt mỏi và nâng cao năng suất.

Bảng 5.11: Đo lường công thái học

| **ĐO LƯỜNG CÔNG THÁI HỌC CỦA CÔNG TY VAFI** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hạng mục đo** | **Vị trí đo** | **Hoạt động cải tiến** | **Thời gian đo** | **Giá trị đo được** | **Nhận xét** | **Người đo** |
| Chiều cao bàn làm việc | - Đo khoảng cách theo chiều dọc từ sàn đến mặt bàn.<br>- Chiều cao lý tưởng phụ thuộc vào chiều cao khuỷu tay của người dùng khi ngồi hoặc đứng. | Đo lường thực tế | 2h/lần | … | … | … |
| Chiều cao ghế ngồi | Đo khoảng cách theo chiều thẳng đứng từ sàn đến mặt ghế. Chiều cao ghế phù hợp cho phép bàn chân của người dùng đặt phẳng trên sàn hoặc trên chỗ để chân, với đầu gối tạo thành góc khoảng 90 độ. | Đo lường thực tế | 2h/lần | | | |
| Khoảng cách tầm với tay | Đánh giá khoảng cách mà người dùng phải duỗi tay ra để tiếp cận các vật dụng hoặc nút điều khiển thường dùng. Điều này rất quan trọng để giảm thiểu tư thế khó xử và duỗi tay quá mức. | Đo lường thực tế | 2h/lần | | | |
| Khoảng cách mắt tới sản phẩm | Khoảng cách này đo khoảng cách từ mắt người dùng đến vật thể họ đang làm việc hoặc quan sát. Điều này rất quan trọng để giảm mỏi mắt và duy trì góc nhìn thoải mái. | Đo lường thực tế | 2h/lần | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tần suất cúi/ngẩng đầu mỗi phút | Định lượng tần suất người dùng phải cúi hoặc nghiêng đầu trong khi thực hiện một nhiệm vụ. Tần suất cao có thể dẫn đến căng thẳng ở cổ và vai. | Phân tích tư thế | 2h/lần | | | |
| Thời gian đứng/ngồi liên tục | Theo dõi thời gian người dùng ở một tư thế (đứng hoặc ngồi) mà không nghỉ. Tư thế tĩnh kéo dài là một yếu tố rủi ro đáng kể về mặt công thái học. | Phân tích tư thế | 2h/lần | | | |
| Tư thế xoay người khi thao tác | Tư thế này quan sát xem người dùng có cần vặn mình để thực hiện nhiệm vụ hay không. Việc vặn mình quá mức có thể gây áp lực lên cột sống. | Phân tích tư thế | 2h/lần | | | |
| Độ cao đặt khay vật tư | Đo vị trí thẳng đứng của khay hoặc hộp đựng vật liệu hoặc bộ phận. Chiều cao thích hợp giúp giảm việc cúi xuống hoặc với tới. | Đo lường thực tế | 2h/lần | | | |
| Khoảng cách đi lấy dụng cụ | Đo khoảng cách người dùng phải đi bộ hoặc di chuyển để lấy dụng cụ hoặc thiết bị. Giảm thiểu khoảng cách này có thể cải thiện hiệu quả và giảm mệt mỏi. | Đo lường thực tế | 2h/lần | | | |

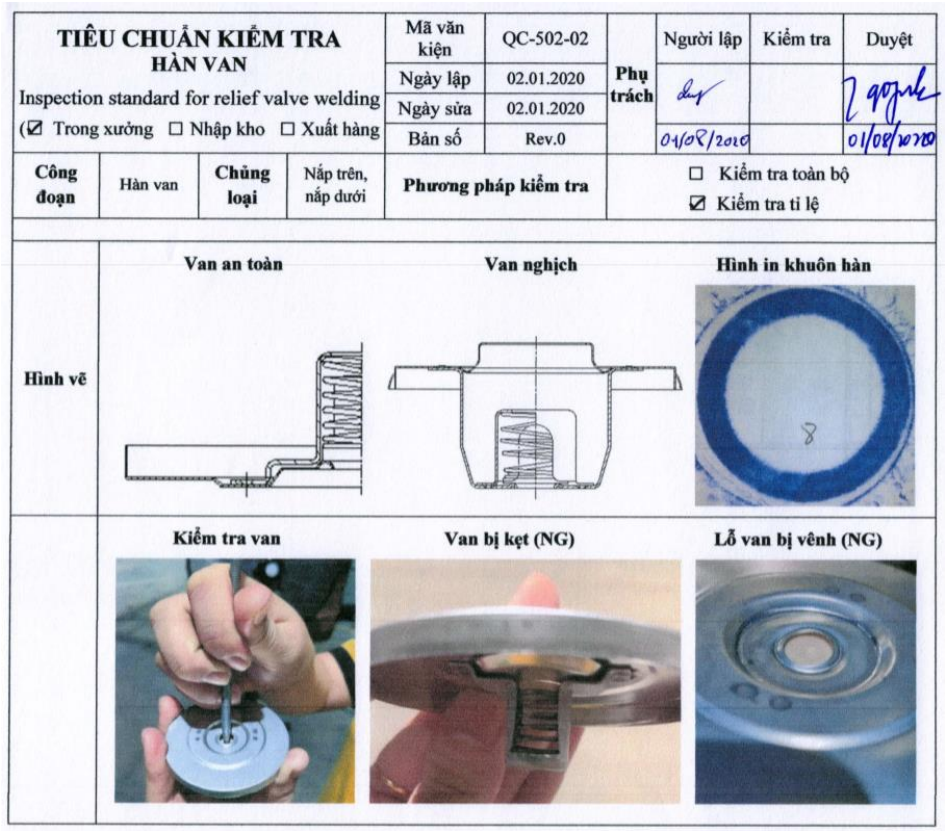
### *5.1.3.3.2. Mẫu hướng dẫn công việc*

Mẫu WI được thiết kế để cung cấp tài liệu hướng dẫn thao tác chuẩn, kèm hình ảnh minh họa chi tiết cho từng công đoạn sản xuất. Mục tiêu là chuẩn hóa quy trình làm việc, đảm bảo mọi công nhân đều thực hiện đúng, đủ các bước, từ đó nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm thiểu sai sót và tăng cường sự nhất quán trong sản xuất.

Bảng 5.12 : Mẫu hướng dẫn công việc kiểm tra chất lượng

| **HƯỚNG DẪN CÔNG VIỆC TẠI CÔNG TY VAFI** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tên công đoạn** | **Dụng cụ và vật tư sử dụng** | **Mô tả thao tác** | **Hình ảnh minh hoạ** | **Tiêu chí kiểm tra chất lượng** | **Chú thích** | **Người kiểm tra** |
| Gia công giấy | … | … | [Dán ảnh tại đây] | … | … | … |
| Gia công nắp trên, dưới | | | [Dán ảnh tại đây] | | | |
| Gia công nắp ren, viền | | | [Dán ảnh tại đây] | | | |
| Gia công ống trung tâm | | | [Dán ảnh tại đây] | | | |
| Gia công vỏ lon | | | [Dán ảnh tại đây] | | | |
| Hoàn thiện | | | [Dán ảnh tại đây] | | | |

❖ Ví dụ về 1 công đoạn hướng dẫn kiểm tra, tiêu chuẩn kiểm tra của công đoạn hàn van an toàn

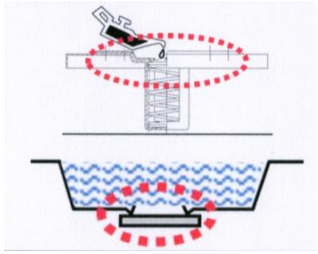



Hình 5.2 : Tiêu chuẩn kiểm tra

Ngoài bảng tổng quan, VAFI còn xây dựng các WI chi tiết cho từng công đoạn, ví dụ như công đoạn Hàn van an toàn. Trong WI này, thông tin được cấu trúc thành các bảng con để dễ theo dõi:

Bảng 5.13 : Cách thức kiểm tra

| **Chủng loại** | **Công đoạn** | **Hạng mục kiểm tra** | **Công cụ** | **Cách thức kiểm tra và phán định** | **Thời điểm kiểm tra** | **Số lượng mẫu** | **Ghi chép** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bán thành phẩm | Hàn van | Ngoại quan | Mắt thường | 1. Bề mặt sạch, bằng phẳng, không có via, không bị rạn nứt; không có phoi sợi hoặc mạt sắt; không dính dầu bẩn, xi hàn; không có hiện tượng cháy.<br>2. Hình in khuôn hàn tròn đều, rõ nét, không bị khuyết.<br>3. Tất cả các điểm hàn đều gắn kết tốt, nút van phải nằm ngay ngắn chính giữa lỗ van trên nắp dưới.<br>4. Lỗ van nắp dưới không bị biến dạng, cong vênh.<br>5. Van an toàn phải hoạt động bình thường, không bị kẹt (dùng thanh sắt nhỏ Ø5 để thử). | Mở máy & 2h/lần | 5 sản phẩm/ lần | Viết biểu kiểm tra |
| | | Kích thước | Thước kẹp | Độ cao điểm hàn nằm trong tiêu chuẩn | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Thử rò | Bình nước |  <br>Dung bình nước có vòi nhỏ rót đầy mặt dưới của nắp, đặt thẳng đứng lên mặt phẳng. yêu cầu sau 30s nước không rò ra đối diện | 2h kiểm tra 1 lần | | Viết biểu kiểm tra |
| | | Thử phá huỷ | Kìm sắt | <br>Dung kìm sắt bẻ ngược nắp dưới ra phía sau, yêu cầu nắp dưới bị xé rách ở tất cả các điểm hàn. | 2h kiểm tra 1 lần | | Viết biểu kiểm tra |

Mẫu WI tổng quan giúp quản lý và người vận hành có cái nhìn tổng thể về các quy trình, trong khi các WI chi tiết đảm bảo sự chính xác, đồng bộ và dễ dàng đào tạo cho công nhân mới, đồng thời là cơ sở cho việc kiểm tra chất lượng.

#### *5.1.3.3.3. CHECKLIST kiểm tra thao tác*

Đây là biểu mẫu dùng để Tổ trưởng hoặc QA kiểm tra, giám sát việc tuân thủ các Hướng dẫn công việc (WI) của công nhân. Mục tiêu là đảm bảo công nhân thực hiện đúng các thao tác chuẩn, duy trì chất lượng sản phẩm và tối ưu hóa hiệu suất làm việc.

Bảng 5.14 : Checklist kiểm tra

| **CHECKLIST KIỂM TRA THAO TÁC** | | | |
|---|---|---|---|
| **Nội dung kiểm tra** | **Đạt (✓)** | **Không đạt (✗)** | **Ghi chú** |
| Tư thế đúng khi thao tác (đứng/ngồi) | | | |
| Tuân thủ đúng thứ tự các bước WI | | | |
| Dụng cụ đặt đúng vị trí quy định | | | |
| Sử dụng đúng lực siết/thiết bị | | | |
| Không thao tác thừa, không cúi/với quá mức | | | |
| Sản phẩm đầu ra đạt yêu cầu sau thao tác | | | |
| **Nhận xét:** | | | |

Checklist kiểm tra thao tác là công cụ hữu hiệu để tổ trưởng và QA duy trì kỷ luật vận hành, phát hiện sớm các sai lệch so với quy trình chuẩn, từ đó đưa ra các biện pháp khắc phục và đào tạo kịp thời, góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm và hiệu quả sản xuất tổng thể tại VAFI.

## 5.2 Xây dựng hệ thống Kanban kiểm soát chất lượng nguyên vật liệu và bán thành phẩm.

Trong quá trình sản xuất, sự chênh lệch thời gian gia công của các công đoạn gây ra lượng tồn kho bán thành phẩm giữa các trạm. Khi áp dụng hệ thống sản xuất kéo thì lệch sản xuất của 1 trạm được quyết định bởi trạm sau đó, như vậy lượng bán thành phẩm sẽ giảm xuống. Thiết kế Kanban là thiết kế hệ thống dòng thông tin liên lạc giữa hai trạm sản xuất liên tiếp nhau.

Quy trình thiết kế hệ thống Kanban bao gồm các bước sau:

1. Xác định hệ thống Kanban

2. Thiết kế thẻ Kanban

3. Cách thức hoạt động hệ thống thông tin Kanban.

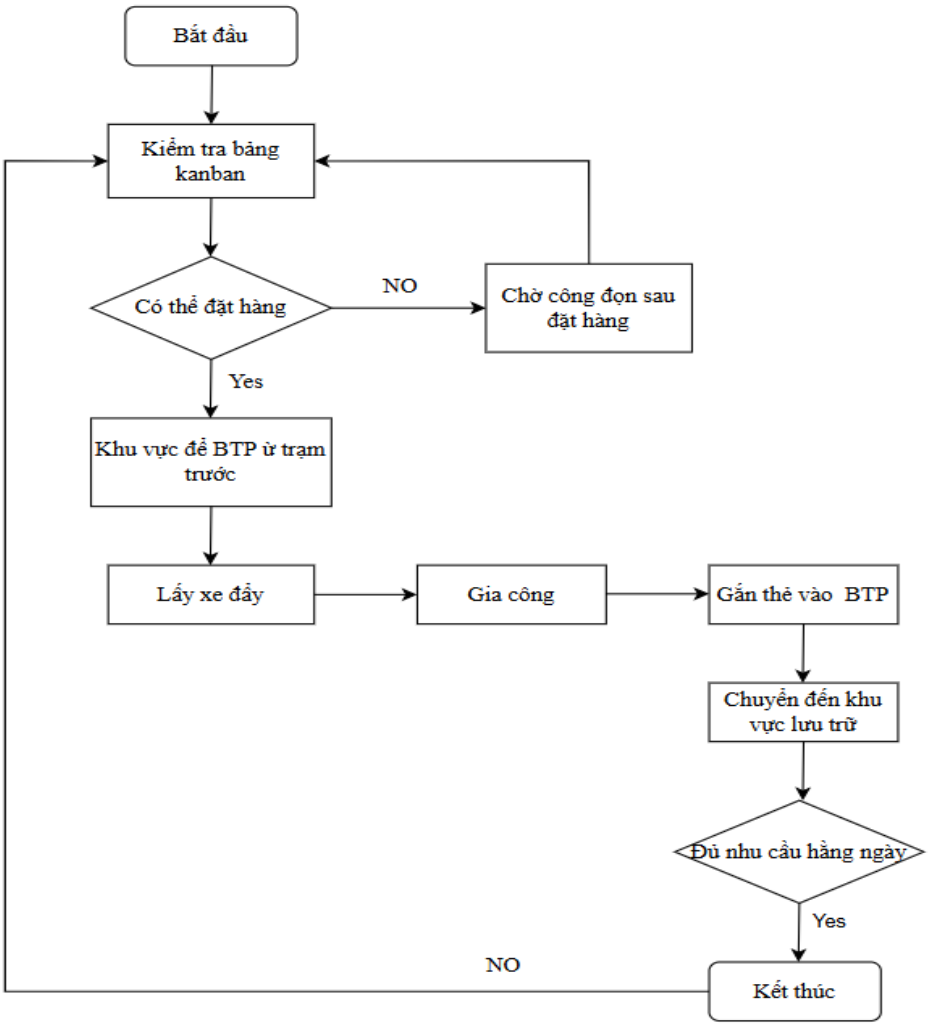
4. Xây dựng nguyên tắc thực hiện hệ thống Kanban

5. Tính số thẻ Kanban

Có 2 loại Kanban:

- Kanban băng tải (C- kanban)
- Kanban sản xuất (P-kanban)

**Bước 1: Xác định hệ thống Kanban**

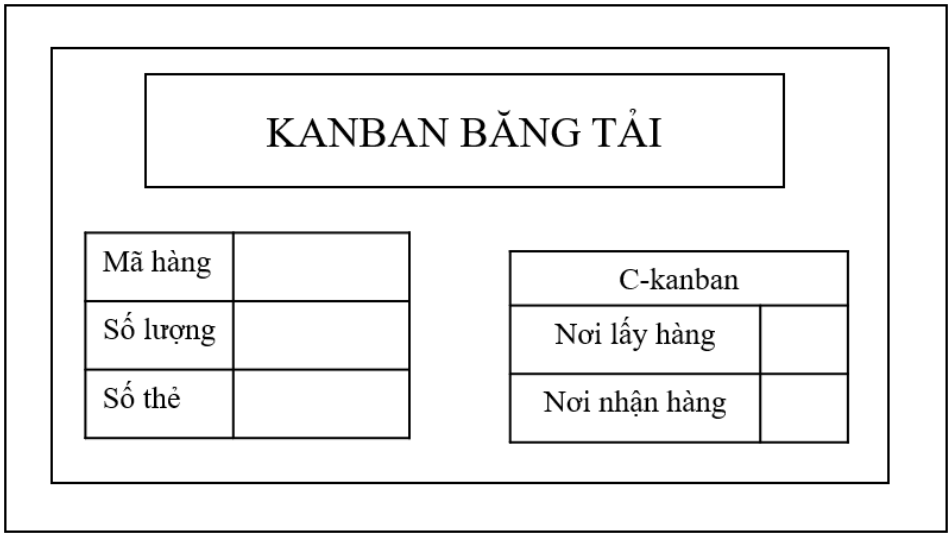



Hình 5.3: Quy trình sản xuất khi áp dụng hệ thống Kanban

**Bước 2: Thiết kế thẻ Kanban**

- **Kanban băng tải**

Là một ủy quyền để di chuyển một container từ bộ đệm ngược dòng( công đoạn sản xuất trước), gửi đi sang bộ đệm gửi đến xuôi dòng ( công đoạn sản xuất sau). Không có container nào có thể được rút khỏi bộ đệm gửi đi trừ khi C-kanban đã được cấp.




Hình 5.4 : Thẻ Kanban băng tải

*Mã hàng*: xác định rõ loại vật liệu cần vận chuyển.

*Số thẻ*: Để theo dõi và quản lý từng thẻ Kanban riêng lẻ. Mỗi thẻ nên có một mã số duy nhất.

*Số lượng:* Chỉ định số lượng chính xác của bộ phận cần vận chuyển trong một container.

*Nơi lấy hàng:* Xác định vị trí mà vật liệu sẽ được lấy (bộ đệm ngược dòng, kho, công đoạn sản xuất trước).

*Nơi giao hàng:* Xác định vị trí mà vật liệu cần được vận chuyển đến (bộ đệm xuôi dòng, công đoạn sản xuất tiếp theo).

- **Kanban sản xuất**

Một thẻ Kanban thường có những thông tin sau:

- Tên chi tiết, sản phẩm được sản xuất.

- Thông tin trạm trước, trạm sau.

- Mã hàng, tên mã hàng.

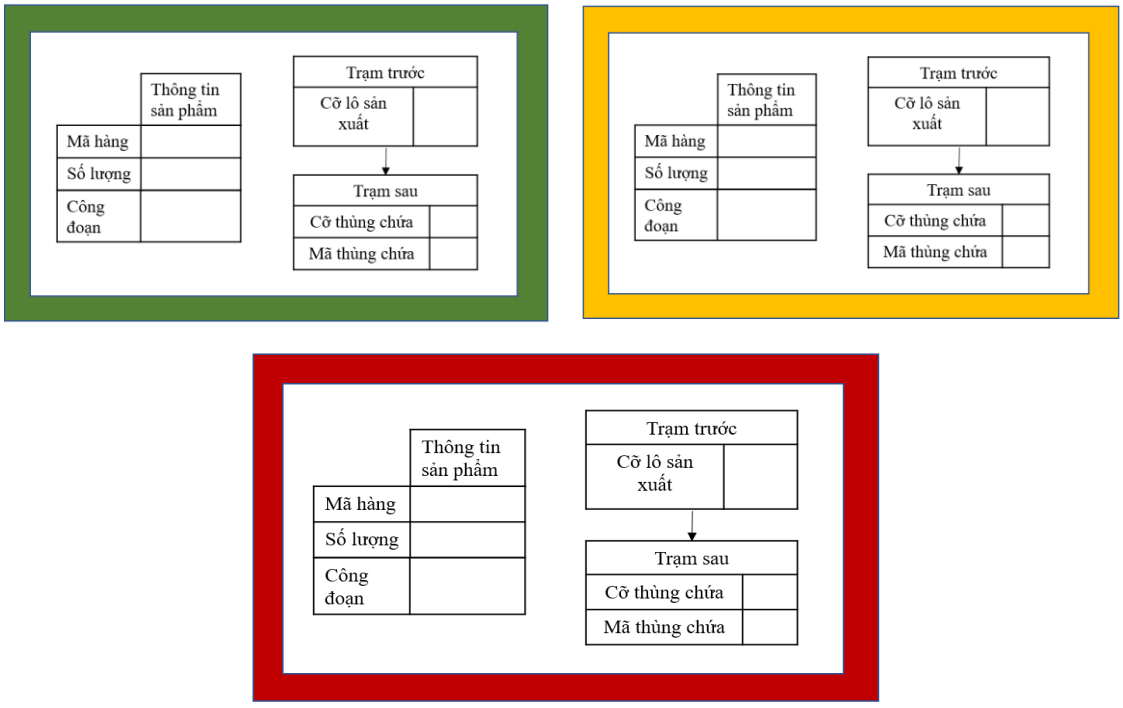
- Kích cỡ hàng.

- Cỡ thùng chứa, cỡ lô.

- Mã thùng chứa.

Thẻ kanban có 3 loại tương ứng với 3 màu khác nhau:

- Màu xanh: đã sản xuất xong đơn hàng.
- Màu vàng: đang sản xuất.
- Màu đỏ: có vấn đề nên không được sản xuất.




Hình 5.5: Các màu sắc của thẻ kanban

**Bước 3: Cách thức hoạt động của hệ thống thông tin Kanban**

Quy trình sản xuất được vận hành dựa trên hệ thống Kanban kéo, đảm bảo luồng công việc liên tục và đáp ứng kịp thời nhu cầu của các công đoạn. Mọi thông tin được truyền đạt qua thẻ Kanban sản xuất và màu sắc của thẻ trên bảng điều độ.

***Vai trò của công nhân tại công đoạn sau (Công đoạn nhận hàng)***

Khi công nhân tại công đoạn sau sử dụng hết sản phẩm cần thiết, họ sẽ thực hiện các bước sau:

- Rút thẻ đặt hàng sản xuất: Công nhân lấy thẻ Kanban tương ứng với sản phẩm vừa sử dụng hết.
- Dò lại thông tin trên thẻ: Đảm bảo thông tin trên thẻ khớp với loại sản phẩm và số lượng cần thiết.
- Di chuyển và đặt thẻ: Công nhân di chuyển đến công đoạn trước (công đoạn cung cấp) và đặt thẻ này vào vị trí trên bảng điều độ chứa thẻ Kanban sản xuất. Hành động này báo hiệu cho công đoạn trước biết rằng công đoạn sau đang cần hàng.
- Nhận hàng: Khi thấy có thẻ xanh trên bảng điều độ của công đoạn trước và công đoạn mình đang cần hàng, công nhân sẽ di chuyển sang bộ phận trước để lấy sản phẩm đã hoàn thành.

***Vai trò của công nhân tại công đoạn trước (Công đoạn cung cấp)***

Công nhân tại công đoạn trước chịu trách nhiệm sản xuất để đáp ứng nhu cầu của công đoạn sau. Họ sẽ thực hiện như sau:

- Theo dõi bảng điều độ: Sau khi hoàn tất sản phẩm hiện tại, công nhân nhìn vào bảng điều độ sản xuất của mình.
- Ưu tiên sản xuất theo Kanban: Nếu thấy trên bảng có thẻ Kanban sản xuất, công nhân phải lập tức bắt đầu sản xuất để đáp ứng kịp thời cho công đoạn sau.
- Quy luật "Vào trước làm trước" (FIFO): Việc lựa chọn thẻ để sản xuất dựa trên nguyên tắc làm từ bên trái sang phải trên bảng điều độ. Thẻ nào được đặt vào trước sẽ được ưu tiên sản xuất trước.

*Quản lý trạng thái sản xuất bằng thẻ màu:*

- Bắt đầu sản xuất: Khi bắt đầu sản xuất một đơn hàng theo thẻ Kanban, công nhân sẽ rút thẻ đặt hàng sản xuất ra khỏi bảng điều độ và gắn vào vị trí thẻ màu vàng (báo hiệu hàng đang được sản xuất).
- Báo hiệu trở ngại: Nếu không thể sản xuất ngay vì bất kỳ lý do nào (ví dụ: thiếu nguyên liệu, máy hỏng), công nhân phải gắn thẻ đặt hàng đó vào vị trí thẻ màu đỏ để báo hiệu có vấn đề.
- Hoàn tất sản xuất: Khi sản phẩm hoàn thành, công nhân sẽ thay thẻ màu vàng bằng thẻ màu xanh (báo hiệu sản phẩm đã sản xuất xong và sẵn sàng cho công đoạn sau).

**Bước 4: Nguyên tắc thực hiện hệ thống Kanban**

Để áp dụng hệ thống Kanban một cách đúng và hiệu quả thì cần tuân thủ các quy tắc sau:

- Không lấy hàng mà không có thẻ Kanban, chỉ lấy những gì đã được chỉ định với đúng số lượng.

- Không sản xuất nhiều hơn số lượng trong Kanban, sản xuất theo trình tự thẻ Kanban nhận được.

- Mỗi thùng chứa bán thành phẩm phải đi kèm với một thẻ Kanban, trên đó ghi các thông tin mã hàng, trạm chuyển đến và số lượng theo chỉ định.

- Công nhân công đoạn trước phải kiểm tra và loại bỏ những sản phẩm lỗi, không được vận chuyển đến công đoạn kế tiếp.

- Số lượng kanban cần được giảm thiểu. Khoảng thời gian giữa các lần giao cần được giảm thiểu.

**Bước 5: Tính số thẻ Kanban**

Việc tính toán số lượng thẻ Kanban cần thiết là một bước quan trọng để cân bằng giữa việc đáp ứng nhu cầu sản xuất và duy trì mức tồn kho tối ưu. Công thức được sử dụng để tính toán số thẻ Kanban bao gồm Kanban băng tải (KC) và Kanban sản xuất (KP).

- **Kanban băng tải:** $K_C = \frac{DC}{Q}$
- **Kanban sản xuất:** $K_P = \frac{DP}{Q}$

Trong đó:

N: Tổng số thẻ Kanban.

D: Nhu cầu hàng ngày (Sản phẩm/ ngày).

C = a + b + c

a = Chờ trong hộp thư; b = Di chuyển đến trạm ngược dòng; c = Chuyển về trạm hạ lưu

P = a + b + c + d + e

a = P-kanban đợi trong hộp thư P-kanban; b = Để P-kanban được chuyển đến vị trí đặt hàng ở thao tác đầu tiên; c = P-kanban đợi ở điểm đặt hàng; d = Để xử lý số lượng cần lấp đầy vùng chứa (= thời gian thiết lập + thời gian chạy + thời gian chờ trong quá trình); e = Để di chuyển vùng chứa đầy sang bộ đệm gửi đi.

Thường không có bài đặt hàng riêng nên thời gian b và c bằng 0.

$\alpha$: Hệ số an toàn, $\alpha$ càng gần về 0 thì hệ thống hoạt động càng hiệu quả.

Q: Cỡ lô di chuyển.

Bảng 5.15 : Bảng tính các thành phần chi tiết của C

| **Công đoạn** | **a (giây)** | **b (giây)** | **c (giây)** | **d (giây)** | **C (ngày) (C/54600)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Gia công giấy | 30 | 90 | 80 | 200 | 0.0037 |
| Gia công vỏ lọc | 25 | 70 | 55 | 150 | 0.0027 |
| Gia công nắp ren, viền | 30 | 80 | 70 | 180 | 0.0033 |
| Gia công nắp trên, dưới | 28 | 72 | 60 | 160 | 0.0029 |
| Gia công ống trung tâm | 35 | 100 | 85 | 220 | 0.0040 |
| Hoàn thiện | 20 | 65 | 55 | 140 | 0.002 |

Bảng 5.16 : Bảng tính các thành phần chi tiết của P

| **Tên trạm** | **a** | **b** | **c** | **d** | **e** | **Tổng P (ngày)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gia công giấy | 0.0059 | 0 | 0 | 0.0472 | 0.0059 | 0.059 |
| Gia công vỏ lọc | 0.0024 | 0 | 0 | 0.0192 | 0.0024 | 0.024 |
| Gia công nắp ren, viền | 0.0024 | 0 | 0 | 0.0192 | 0.0024 | 0.024 |
| Gia công nắp trên, dưới | 0.0028 | 0 | 0 | 0.0224 | 0.0028 | 0.028 |
| Gia công ống trung tâm | 0.0041 | 0 | 0 | 0.0328 | 0.0041 | 0.041 |
| Hoàn thiện | 0.0059 | 0 | 0 | 0.0472 | 0.0059 | 0.059 |

Dựa trên các bảng tính thành phần chi tiết của C và P, cùng với nhu cầu hàng ngày (D) và cỡ lô di chuyển (Q) đã được xác định, số lượng thẻ Kanban cho từng công đoạn tại VAFI được tính toán như sau:

Bảng 5.17: Số lượng thẻ kanban

| **Tên trạm** | **D** | **P (ngày)** | **C (ngày)** | ***α*** | **Q** | **$K_C$** | **$K_P$** | **Số thẻ** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gia công giấy | 16000 | 0.059 | 0.0037 | 10% | 1400 | 0.42 | 0.67 | 1 |
| Gia công vỏ lọc | 16000 | 0.024 | 0.0027 | 10% | 4700 | 0.092 | 0.08 | 1 |
| Gia công nắp ren, viền | 16000 | 0.024 | 0.0033 | 10% | 3400 | 0.15 | 0.11 | 1 |
| Gia công nắp trên, dưới | 16000 | 0.028 | 0.0029 | 10% | 4600 | 0.10 | 0.09 | 1 |
| Gia công ống trung tâm | 16000 | 0.041 | 0.0040 | 10% | 12300 | 0.52 | 0.053 | 1 |
| Hoàn thiện | 16000 | 0.059 | 0.0026 | 10% | 5000 | 0.08 | 0.18 | 1 |

Nhận xét: Dựa trên các tính toán, mỗi công đoạn đều cần 1 thẻ Kanban. Điều này cho thấy hệ thống được thiết kế để vận hành rất tinh gọn, với mức tồn kho đệm tối thiểu giữa các công đoạn, nhấn mạnh vào việc sản xuất theo yêu cầu thực tế và duy trì luồng liên tục.

Việc tuân thủ các quy tắc vận hành và sử dụng công thức tính toán phù hợp sẽ giúp Công ty VAFI triển khai hệ thống Kanban một cách hiệu quả, góp phần cải thiện năng suất, giảm chi phí và nâng cao khả năng cạnh tranh.

## 5.3 Ứng dụng công tác 5S

Hoạt động nhằm duy trì và thực hiện tốt công tác 5S tại công ty, tạo môi trường làm việc cho người lao động được sạch sẽ, thoáng mát đem lại không khí làm việc dễ chịu và thoải mái, nâng cao hình ảnh và vẽ đẹp của công ty. Áp dụng các tiêu chí đánh giá thực hiện công tác 5S trên toàn bộ các bộ phận trong công ty và chấm điểm thi đua hằng tuần. cuối tháng

sẽ tổng kết điểm thi đua áp dụng mức thưởng và pháp mỗi tháng. Để đảm bảo tính hiệu quả và duy trì bền vững, công ty áp dụng vác tiêu chí đánh giá thông qua bảng 5.18.

Bảng 5.18: Tiêu chuẩn đánh giá 5S

| Stt | Danh mục | Điểm bị trừ | Ghi chú |
|---|---|---|---|
| 1 | Không vệ sinh đầu giờ sáng, chiều, giữa giờ sáng, chiều ở khu vực làm việc, thiết bị. | 5 điểm/ lần | Công nhân vị phạm bị giảm mức thưởng chuyên cần 20%/ lần vi phạm |
| 2 | Xả rác dưới sàn nhà máy ( bất kì vị trí nào trong nhà máy và bất kì giờ nào trong thời gian sản xuất.) | 5 điểm/ lần | Công nhân vị phạm bị giảm mức thưởng chuyên cần 20%/ lần vi phạm |
| 3 | Hàng hoá, công cụ, thiết bị và các vật dụng khác để chắn lối thoát hiển và lấn vạch ngăn cách | 5 điểm/ lần | Công nhân vị phạm bị giảm mức thưởng chuyên cần 20%/ lần vi phạm |
| 4 | Hàng hoá, công cụ, dụng cụ, vật dụng cá nhân để không đúng nơi quy định | 5 điểm/ lần | Công nhân vị phạm bị giảm mức thưởng chuyên cần 20%/ lần vi phạm |
| 5 | Tự ý vô hiệu các dụng cụ an toàn trên thiết bị như công nhân không đeo găng tay khi lấy vỏ lon trong máy xử lý bề mặt, để đầu quét keo kông đúng vị trí,… | 30 điểm/ lần | Công nhân vi phạm sẽ không được thưởng chuyên cần trong tháng. |
| 6 | Công nhân rời khỏi vị trí( đi ra ngoài, hoặc ra về) mà không có người thay vào vị trí đó. Đem bánh kẹo, trái cây,nước ngọt vào ăn uống trong khu vực sản xuất. | 25 điểm/ lần | Công nhân vị phạm bị giảm mức lương thưởng chuyên cần 50%/ lần |
| 7 | Không vệ sinh máy móc dự phòng tại bộ phận | 5 điểm/ lần | Tổ trưởng, phó bị giảm 20% chuyên cần/ lần vi phạm |

Trong tuần bộ phận nào thực hiện tốt các tiêu chí trên thì sẽ đạt điểm tối đa là 200 điểm, nếu vi phạm các tiêu chí trên sẽ bị trừ 5 đến 30 điểm/ người/ lần vi phạm.

- Trong tuần nếu bộ phận nào đạt số điểm 190 đến 200 điểm thì đạt màu xanh.
- Trong tuần nếu bộ phận nào đạt số điểm 175 đến 185 điểm thì đạt màu vàng.
- Trong tuần nếu bộ phận nào đạt số điểm 170 điểm trở xuống thì đạt màu đỏ.
- Trong tháng nếu bộ phận nào được 1 cờ đỏ thì bộ phận đó sẽ xếp loại C, không được thưởng 5S.
- Trong tháng nếu bộ phận nào đạt 1 cờ xanh, 3 cờ vàng thì bộ phận đó sẽ không được thưởng 5S mặc dù số điểm tổng kết cuối tháng đạt mức thưởng.
- Trong tháng nếu bộ phận nào đạt 1 cờ đỏ thì chuyền đó sẽ xếp loại C, không được thưởng 5S.
- Trong tháng nếu bộ phận nào đạt 1 cờ xanh, 3 cờ vàng thì chuyền đó sẽ không được thưởng 5S mặc dù có số điểm tổng kết cuối tháng đạt mức thưởng.
- Trong tháng sẽ không thưởng cho những công nhân vi phạm lỗi 5S từ 1 lỗi trở lên mặc dù Bộ phận đó được thưởng 5S.

Cuối tuần, vào chiều thứ 7 tổng kết số điểm trong tuần ghi số điểm và dán màu lên bảng thông báo. Cuối tháng, căn cứ vào tổng số điểm cộng dồn trong 4 tuần, xếp loại và công báo mức thưởng trên loa và dán trên bảng thông báo.

### Kế hoạch đào tạo và huấn luyện cho nhân viên

Để triển khai hiệu quả chương trình 5S, công ty sẽ tổ chức một buổi đào tạo nhận thức và thực hành 5S cho toàn thể nhân viên. Buổi đào tạo nhằm giúp mọi người hiểu rõ tầm quan trọng, lợi ích và cách áp dụng 5S vào môi trường làm việc thực tế.

Thời gian đào tạo sẽ được sắp xếp vào ngày ít đơn hàng hoặc ngày nghỉ để không ảnh hưởng đến hoạt động sản xuất. Ban chỉ đạo 5S sẽ chịu trách nhiệm xây dựng nội dung đào tạo, còn ban giám đốc sẽ góp ý để kế hoạch phù hợp với tình hình công ty và được nhân viên ủng hộ.

Trước buổi đào tạo, ban chỉ đạo sẽ chụp ảnh hiện trạng khu vực làm việc để phân tích và thảo luận cùng ban giám đốc. Đồng thời việc đào tạo kết hợp với hình ảnh về môi trường thực tế sẽ giúp cho nhân viên thấy được thực tế nơi làm việc của mình. Sau đây là kế hoạch đào tạo cụ thể cho thành viên trong ban chỉ đạo 5S và cho nhân viên kho về nhận thức 5S và thực hành 5S.

### Nội dung đào tạo 5S

Để đảm bảo công tác 5S được triển khai thành công và bền vững tại Công ty, việc đào tạo và huấn luyện bài bản cho toàn thể nhân viên là một bước đi chiến lược. Kế hoạch này được xây dựng nhằm nâng cao nhận thức, trang bị kiến thức và kỹ năng cần thiết để mọi người cùng chung tay xây dựng một môi trường làm việc sạch sẽ, ngăn nắp và hiệu quả.

Thời gian: Tuần thứ 4 trong kế hoạch đào tạo công nhân.

Địa điểm: Tại văn phòng xưởng.

Đối tượng tham dự: Toàn bộ thành viên ban chỉ đạo 5S.

Buổi đào tạo này đặc biệt quan trọng vì Ban Chỉ đạo là những người tiên phong, chịu trách nhiệm chính trong việc triển khai và duy trì 5S. Nội dung đào tạo được thiết kế chuyên sâu để trang bị cho họ nền tảng vững chắc thông qua bảng 5.19.

Bảng 5.19 : Nội dung đào tạo 5S của ban chỉ đạo

| Stt | Nội dung chính | Chi tiết |
|---|---|---|
| 1 | Giới thiệu chung | - Cam kết thực hiện 5S.<br>- Giới thiệu thành viên ban chỉ đạo 5S.<br>- Giới thiệu người trình bày. |
| 2 | Trình bày lý thuyết về 5S | - Giới thiệu 5S là gì?<br>- Lợi ích khi áp dụng 5S.<br>- Mục tiêu của 5S.<br>- Các bước thực hiện chương trình 5S.<br>- Những khó khăn thường gặp khi áp dụng 5S. |
| 3 | Thảo luận | - Giải đáp thắc mắc do thành viên ban chỉ đạo và trao đổi ý kiến. |
| 4 | Cam kết thực hiện chương trình | - Yêu cầu sự ủng hộ và nhiệt tình tham gia của mọi người để chương trình triển khai thành công.<br>- Khẳng định quyết tâm và ủng hộ cho chương tình. |
| 5 | Kết luận | - Thống nhất về thời gian triển khai. |

Thời gian: Tuần thứ 4 trong kế hoạch đào tạo công nhân (sau buổi đào tạo Ban Chỉ đạo).

Địa điểm: Tại văn phòng xưởng.

Đối tượng tham dự: Toàn bộ nhân viên công ty.

Buổi đào tạo này nhằm mục đích giúp toàn thể nhân viên hiểu và thực hành 5S một cách hiệu quả nhất trong công việc hàng ngày của mình.

Bảng 5.20 : Nội dung đào tạo 5S cho nhân viên

| Stt | Nội dung chính | Nội dung chi tiết |
|---|---|---|
| 1 | Giới thiệu chung | - Cam kết thực hiện 5S.<br>- Giới thiệu ban chỉ đạo 5S. |
| 2 | Trình bày lý thuyết về 5S | - Giới thiệu 5S là gì.<br>- Những lợi ích của 5S.<br>- Mục tiêu của 5S.<br>- Nội dung của từng S. |
| 3 | Trình bày áp dụng cụ thể 5S trong công ty | - Trình bày 1 số thực trạng của xưởng.<br>- Thực hiện các bước: sàng lọc, sắp xếp, sạch sẽ, săn sóc, sẵn sàng. |
| 4 | Trao đổi, đóng góp ý kiến | - Trình bày các vấn đề còn tồn tại của từng công đoạn.<br>- Mọi người xem xét và đóng góp ý kiến. |
| 5 | Trình bày về kế hoạch tổng vệ sinh | - Thông báo về này tổng vệ sinh.<br>- Phát bảng phân công trong ngày tổng vệ sinh.<br>- Thực hiện hiệu chỉnh bảng phân công nếu có khiếu nại hợp lý từ công nhân. |

Kết luận: Kế hoạch đào tạo 5S được thiết kế hai cấp độ này (cho Ban Chỉ đạo và cho toàn thể nhân viên) thể hiện sự chuẩn bị kỹ lưỡng của Công ty. Bằng việc cung cấp kiến thức nền tảng, minh họa thực tế, và tạo cơ hội cho nhân viên tham gia đóng góp, công ty hướng tới xây dựng một văn hóa 5S tự giác, nơi mỗi cá nhân đều là một phần quan trọng trong việc duy trì và cải thiện môi trường làm việc.

### 5.1.4 Cách công ty áp dụng 5S

#### 5.1.4.1 Sàng lọc

Mục tiêu: Loại bỏ những dụng cụ, vật tư, giấy tờ… không cần thiết để giảm lộn xộn và tăng hiệu suất làm việc

Bảng 5.21: Bảng phân biệt vật tư cần thiết và không cần thiết

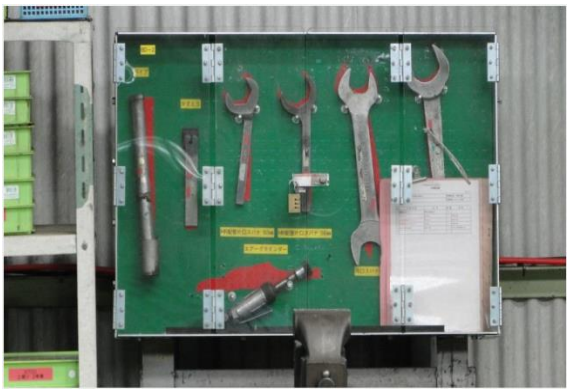
| **Vật cần thiết** | **Vật không cần thiết** |
|---|---|
| Dụng cụ, phụ tùng, thiết bị nguyên vật liệu dùng cho các mã hàng đang sản xuất. | - Tư trang ( vật sở hữu cá nhân).<br>- Dụng cụ, phụ tùng, thiết bị, nguyên liệu phụ đã sử dụng cho sản xuất trước đó.<br>- Dụng cụ, phụ tùng, thiết bị, nguyên liệu phụ sẽ sử dụng cho sản xuất tiếp theo.<br>- Toán bộ vật phẩm không sử dụng cho mã hàng đang sản xuất.<br>=> Sử dụng hộp hoặc kệ để bảo quản tạm thời. |

Dù là loại bỏ nhưng không thể vứt vào thùng rác giống như ác sinh hoạt được. có những cái sẽ bao gồm cả thiệt bị và phụ tùng như:

- Rà soát toàn bộ khuôn dập, khay linh kiện, keo, vật tư tồn kho hồ sơ kỹ thuật tại xưởng.
- Dán thẻ đỏ vào những dụng cụ hỏng, không dùng đến trong 3 tháng qua.
- Lập khu vực " cách ly" để tập kết đồ không cần thiết. vì vậy ta nên thiết lập kệ bảo quản và hộp bảo quản tạm thời ở nơi tập kết để đặt những thứ không cần thiết.

Việc thực hiện phươp pháp cách ly bằng sử dụng kệ và hộp bảo quản mang lại hiệu quả với những vật không cần thiết nhưng không thể gọi nó là rác.

#### 5.1.4.2 Sắp xếp



Hình 5.6: Ảnh minh hoạ

Mục tiêu: sắp xếp khoa học để giảm thời gian tìm kiếm và tăng năng suất. quy định vị trí đặt dụng cụ, phụ tùng, nguyên vật liệu phụ và những vật cần thiết để có thể lấy ra ngay lập tức.

Cách làm cụ thể:

- sử dụng kệ, bàn chuyên dụng,… sắp xếp để có thể lấy những vật cần thiết ngay lập tức.
- Gắn nhãn tủ dụng cụ, giá linh kiện, kệ chứa khuôn. Mỗi vị trí chỉ chưa 1 loại duy nhất.
- Dụng cụ làm việc ( nơ vít, thước đo,…) gắn cố định trên bảng treo, dáng viền theo hình dạng để dễ dàng cất lại.

#### 5.1.4.3 Sạch sẽ

Mục tiêu: Làm sạch khu vực làm việc và xung quanh thiết bị. để làm được điều đó cần phải quét dọn, đánh bóng định kỳ và duy trì trạng thái sạch sẽ đó. Và cần phải loại bỏ nguyên nhân gây ra việc thiết bị bị bẩn.

Cách làm cụ thể:

- Chuẩn bị trước những dụng cụ cần thiết với số lượng cần thiết cho dọn dẹp như chổi, khen lau, bàn chải.
- Quy định xem ai sẽ dọn dẹp ở vị trí nào, trong khoảng cách như thế nào và ghi rõ ở trên chuyền.
- Nếu vết bẩn do chất kết dính để lại thì nhờ sự hỗ trợ của các nhân viên kỹ thuật, nghiên cứu rõ nguyên nhân cốt lõi và đưa ra đối sách.
- Trưởng chuyền sẽ tự mình giải quyết trước khi nhân được sự chỉ trích từ việc tuần tra toàn công ty xem có duy trì tiêu chuẩn 5S không.

#### 5.1.4.4 Săn sóc

Mục tiêu: Duy trì trạng thái sạch sẽ. bụi bẩn sẽ tăng theo thời gian nên cần quy định người phục trách định kỳ, duy trì khu vực làm việc luôn sạch sẽ hay nói cách khác là săn sóc là duy trì kết quả 3S trên và đồng bộ hoá quy trình làm việc.

Hình 5.7: Ví dụ về săn sóc

Ảnh phía dưới là ảnh hiện trường của khu sản xuất công nghiệp nặng và công nghiệp nhẹ. Ảnh nào cũng không hề có bụi, bẩn. Phương pháp làm sạch sẽ sáng bóng sẽ có thể tạo ra nơi làm việc luôn luôn sạch sẽ. Để duy trì trạng thái này, cần thiết phải chuẩn bị dụng cụ dọn dẹp và quy chế quay vòng.

Cách làm cụ thể:

Khu vực sản xuất lúc nào cũng ở trạng thái sạch đẹp có nghĩa là để duy trì sự sạch sẽ cần thiết phải có hành động chú ý của leader và sự hiểu biết hành động của tất cả thành viên trong khu vực sản xuất. để tất cả thành viên có thể hành động, việc quy định những việc thực hiện theo ngày, theo tuần và theo tháng phải viết thành văn bản và sau thông báo sẽ lên kế hoạch để thực hiện triệt để là vấn đề quan trọng.

- Thực hiện khi kết thúc giờ làm việc của mỗi ngày => Vệ sinh xung quanh các máy, bàn làm việc.
- Thực hiện cuối mỗi tuần => Tẩy rửa, làm sạch khu vực làm việc.
- Thực hiện cuối mỗi tháng => Kiểm tra, dọn dẹp bên trong thiết bị sản xuất.

#### 5.1.4.5 Sẵn sàng

Mục tiêu: Hình thành văn hoá 5S lâu dài, không cần nhắc nhở.

Cách làm cụ thể:

- Tổ chức đào tạo 5S cho toàn bộ công nhân .
- Phát động phong trào " Xưởng sạch – Làm nhanh – Sản phẩm chuẩn".
- Tuân thủ trình tự làm việc.

**Kết quả đạt được:**

- Giảm lãng phí: thời gian tìm kiếm công cụ, nguyên vật liệu.
- Nang cao năng suất: công nhân làm việc hiệu quả hơn với môi tường gọn gàng.
- Tăng chất lượng sản phẩm: giảm lỗi do lộn xộn, thiếu kiểm soát.
- Cải thiện an toàn lao động: giảm tai nạn do vật cản.

# CHƯƠNG 6 DỰ ĐOÁN BẢO TRÌ BẰNG HỌC MÁY

## 6.1 Thực trạng bảo trì máy của công ty

### *6.1.1 Tự bảo trì máy móc*

Tự bảo trì là phần tử cơ bản của bảo trì năng suất tổng thể TPM. Tự bảo trì duy trì tình trạng tối ưu của thiết bị nhằm phòng ngừa các tổn thất, tự bảo trì đặc biệt trong giảm thiểu hư hỏng, giảm thiểu các vấn đề về chất lượng làm gián đoạn dòng sản xuất.

Tự bảo trì phòng ngừa tổn thất liên quan đến thiết bị hư hỏng, giảm tốc độ, bằng cách xác định các tình trạng bất thường như thiếu bôi trơn, mòn quá, lỏng hay thiếu ốc… Các bước tự bảo trì gồm trong bảng dưới đây:

Bảng 6.1: Tổng hợp các bước thực hiện tự bảo trì

| Bước | Tên | Các cấp độ theo giai đoạn |
|---|---|---|
| 1 | Vệ sinh thiết bị tại hiện trường sản xuất | Phục hồi các thiết bị về trạng thái hoạch động tốt nhất |
| 2 | Xác định và loại bỏ các nguồn gây lỗi | |
| 3 | Thiết lập tiêu chuẩn lau chùi- kiểm tra – bôi trơn | |
| 4 | Huấn luyện cho công nhân kiểm tra | Kéo dài tuổi thọ của máy móc, thiết bị |
| 5 | Tiến hành kiểm tra định kỳ | |
| 6 | Hoạch định kiểm soát nơi làm việc | Ngăn ngừa các lỗi hỏng |
| 7 | Thực hiện bảo trì đầy đủ, tự giác | |

Như ở phân tích trên, một số vấn đề ở các máy cũng là nguyên nhân dẫn đến tình trạng lỗi ở sản phẩm: không đúng kích thước, vỏ lon bị móp, nếp gấp không đủ,.. do đó cần thực hiện tự bảo trig cho máy móc nhằm hạn chế sự sai hỏng máy móc.

**Bước 1: Vệ sinh thiết bị tại hiện trường sản xuất**

Bước đầu tiên và cơ bản nhất là thực hiện vệ sinh định kỳ và kỹ lưỡng cho tất cả các thiết bị ngay tại khu vực sản xuất. Điều này giúp loại bỏ bụi bẩn, dầu mỡ tích tụ, và các vật cản khác có thể ảnh hưởng đến hoạt động của máy.

**Bước 2: Xác định và loại bỏ các nguồn gây ra lỗi**

Sau khi vệ sinh, các nhân viên sẽ tiến hành kiểm tra để xác định các nguồn gây lỗi tiềm ẩn và thực hiện biện pháp khắc phục.

Bảng 6.2: Xác định và loại bỏ các nguồn gây ra lỗi

| **Lỗi** | **Kiểm tra** | **bảo trì** |
|---|---|---|
| Điểm hàn bị mòn | - Sử dụng thước đo để kiểm tra độ dày của lớp hàn.<br>- Quan sát bề mặt hàn có dấu hiệu nứt hoặc tách rời không. | - Thay thế điện cực hàn nếu thấy mòn.<br>- Điều chỉnh lực hàn và tốc độ di chuyển cho phù hợp. |
| Bộ điều khiên dòng điện không ổn định | - Sử dụng đồ hồ vạn năng để đo điện áp và dòng điện tại bộ điều khiển.<br>- Kiểm tra các kết nối dây xem có lỏng lẽo không. | - Thay thế bộ điều khiển nếu phát hiện sai lệch lớn.<br>- Bảo trì định kỳcác linh kiện điện tử và kiểm tra độ bền của các dây dẫn. |
| Khuôn dập bị nứt hoặc bị biến dạng | - Kiểm tra bề mặt khuôn bằng mắt thường và dụng cụ đo để xác định mức độ nứt.<br>- Đánh giá sản phẩm vừa dập để kiểm tra độ chính xác. | - Sửa chữa vếch nứt bằng hàn lại nếu có thể hoặc thay khuôn moeis nếu vết nứt lớn.<br>- Bảo trì bề mặt khuôn bằng cách làm sạch và bôi trơn để tránh hư hỏng. |
| Máy dập bị lỗi | - Kiểm tra các nút điều khiển có hoạt động hay không.<br>- Kiểm tra nguồn điện và cầu chì xem có đứt hay không. | - Bảo trì định kỳ cho các bộ phận điện và cơ khí , đảm bảo luôn sẵn sàng hoạt động.<br>- Thay thế cầu chì hoặc sữa chữa mạch điện. |
| Chốt đột lỗ bị mòn | - Kiểm tra kích thước của chốt bằng thước đo. | - Thay thế chốt nếu mòn và không đạt yêu cầu.<br>- Làm sạch và bôi trơ chốt để gia tăng tuổi thọ. |

| Lỗi | Kiểm tra | bảo trì |
|---|---|---|
| Máy đột lỗ không đủ lực | - Đo áp suất khí nén hoặc điện áp cung cấp cho máy.<br>- Kiểm tra các bộ phận truyền động xem có bị kẹt không. | - Điều chỉnh lại áp suất hoặc thay thế linh kiện bị hỏng.<br>- Bảo trì định kỳ cho hệ thống truyền động đảm bảo hoạt động hiệu quả. |
| Trục ghép mí bị kẹt | - Kiểm tra sự cản trợ từ bụi bẩn hoặc vật lạ.<br>- Đnahs giá tình trạng trục bằng cách xoay tay. | - Làm sạch và bôi trơn trục để đảm bảo hoạt động trơn tru.<br>- Thay thế trục nếu phát hiện bị hư hỏng nặng hoặc gãy. |
| Ốc cố định bị lõng lẽo | - Kiểm tra độ chặt của ốc bằng tay hoăch dụng cụ siết. | - Siết chặt ốc định kỳ và thay thế nếu bị hư hỏng.<br>- Sử dụng keo giữ ốc nếu cần thiết để ngăn chặn sự sê dịch của ốc. |
| Máy ghép mí hoạt động không ổn định | - Nghe âm thanh và cảm nhận rung lắc trong quá trình hoạt động.<br>- Kiểm tra bôi trơn của các bộ phận chuyển động. | - Điều chỉnh lại tốc độ hoạt động của máy.<br>- Kiểm tra các bộ phận chuyển động bị mòn hoặc hư hỏng bằng cách sửa chữa hoặc thay thế. |

**Bước 3: Thiết lập bảng tiêu chuẩn lau chùi – kiểm tra – bôi trơn cho máy**

Việc thiết lập các tiêu chuẩn rõ ràng là cần thiết để công nhân có cơ sở đưa ra quyết định hợp lý về việc sử dụng, sửa chữa hay loại bỏ thiết bị.

Bảng 6.3: kế hoạch tự bảo trì

| **KẾ HOẠCH TỰ BẢO TRÌ MÁY MÓC** | | | |
|---|---|---|---|
| **Biểu tượng** | **Kiểm tra△** | **Vệ sinh ■** | **Châm dầu ⬭** |
| **Tên thiết bị kiểm tra** | **Các công việc** | **Đối tượng xử lý** | **Công cụ/phương pháp kiểm tra** |
| Máy ghép mí | △ ■ ⬭ | Bụi<br>Rỉ sét<br>Trục ghép mí<br>Hệ thống điện | Quan sát<br>Vệ sinh |
| Máy kẹp mí | △ ■ ⬭ | Bộ phận kẹp<br>Bụi<br>Rỉ sét | Quan sát<br>Vệ sinh<br>Tra đàu mỡ định kỳ |
| Máy hàn van | △ ■ ⬭ | Vòi hàn<br>Bu lông, đai ốc<br>Cảm biến<br>Bụi<br>Rỉ sét | Quan sát các khớp nối<br>Vệ sinh<br>Nhỏ dầu bôi trơn<br>Đồng hồ đo áp suất |
| Máy dập | △ ■ ⬭ | Khuôn dập<br>Bàn dập<br>Bụi<br>Rỉ sét | Quan sát<br>Vệ sinh |
| Máy hàn nắp ren | △ ■ ⬭ | Tốc độ hàn<br>Mạch điện | Quan sát<br>Vệ sinh |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Kim hàn<br>Bụi | Kiểm tra bằng tay |
| Máy cuộn ống trung tâm | | Trục cuộn<br>Hệ thống chuyển động<br>Dao cắt<br>Hệ thống điều khiển<br>Bụi | Quan sát<br>Vệ sinh<br>Kiểm tra bằng tay |

Sau đó tiến hành xây dựng các tiêu chuẩn của các công cụ, giúp công nhân có cơ sở để đưa ra được quyết định sử dụng, sữa chữa hay loại bỏ 1 cách hợp lý.

Bảng 6.4: Bảng tiêu chuẩn chất lượng

| **Kiểm tra máy ghép mí** | **Đối tượng kiểm tra** | **Đạt** | **Không đạt** | **Giải pháp** |
|---|---|---|---|---|
| Trục ghép mí | Trục quay | Trục quay hoạt động tốt. | - Khi đang quay đột ngột dừng.<br>- trục trên và trục dưới bị lệch nhau. | Hạ thấy độ cao giữa 2 trục nhưng phải đảm bảo lon phải được cố định ghi máy ghép lon. |
| Bảng điều khiển | - Mạch điều khiển bị lỗi.<br>- Dây điện nối bị đứt. | - Mạch điện không bị lỏng.<br>- Bảng điều khiển hoạt động tốt. | - Mạch điều khiển hoạt động chập chờn<br>- Bảng điều khiển không hoạt động. | - Kiểm tra kỹ các đường nối dây điện vào bảng mạch điện, nếu bị lỏng hoặc đứt thì thì cần nối lại cho chắc chắn. |
| Ngoại quan | Rỉ sét | - Không bị gỉ | - bị gỉ | - châm dầu |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | - không vó bụi | Dính bụi trên khuôn. | Vệ sinh nếu dính bụi. |
| Con lăn viền mí | Độ cứng con lăn | - Con lăn không bị xước.<br>- Lớp mạ niken-crom chất lượng tốt( máy mới). | - Con lăn viền mí bị xước.<br>- Chát lượng con lăn không đủ cứng. | Thay thế con lăn hoặc thay tấm ốp(đè ép khuôn trên)ở trên nắp máy để đảm bảo dộ cứng cho khuôn. |
| **Máy kẹp mí** | **Đối tượng kiểm tra** | **Đạt** | **Không đạt** | **Giải pháp** |
| Bộ phận kẹp | - Hai thanh kẹp mí | - 2 thanh kẹp kẹp sát vào nhau.<br>- thanh kẹp không bị cong. | - Bị hở khi kẹp<br>Thanh kẹp không bị cong. | - Điều chỉnh lại tốc độ kẹp.<br>- Thay thế thanh kep. |
| Ngoại quan | Rỉ sét | - Không bị gỉ.<br>- Không có bụi. | - Bị gỉ<br>- Dính bụi | - Châm dầu<br>- Vệ sinh sạch sẽ |
| **Máy hàn van** | **Đối tượng kiểm tra** | **Đạt** | **Không đạt** | **Giải pháp** |
| Hệ thông điện | - Dây dẫn, kết nối và cầu chì.<br>- Tình trạng nguồn điện và công tắc. | - Cách điện.<br>- Điện không rò rỉ. | - Dây điện bị đứt<br>- Điện bị rò rỉ | - Kiểm tra và nối dây điện khi có vấn đề. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Bộ phận hàn | - Vòi hàn<br>- Mối hàn | - vòi hàn ổn định.<br>- Mối hàn chắn chắn. | - Vòi hàn bị lệch.<br>- bị khựng lại khi hàn. | - Vệ sinh au chùi các mối hàn. |
| Cơ cấu điều khiển | Nút và bảng điều khiển | Nút và bảng hoạt động bình thường không xảy ra vấ đề gì khi sản xuất. | Nút điều khiển chập chờn, bị lờn. | - Kiểm tra và thay mới.<br>- Châm dầu. |
| Ngoại quan | Rỉ sét và bụi bẩn | - Không bám bụi<br>- Không bị rỉ ét | - Bám bụi<br>- Rỉ sét | - Vệ sinh lâu chùi.<br>- Châm dầu. |
| **Máy dập** | **Đối tượng kiểm tra** | **Đạt** | **Không đạt** | **Giải pháp** |
| Khuôn dập | Khuôn dập | - Khuôn không bị nứt.<br>- Độ dày và cao đúng tiêu chuẩn. không bị móp, bị via. | - Khuôn bị nứt, móp.<br>- Khuôn bị mòn. | Thay thế khuôn mới. |
| Bàn dập | Bàn dập | Tấm trên và tấm dưới không bị hở. | Hai tấm bị hở. | - Trong quá trình sản xuất 2 tấm khuôn sẽ bị sê dịch nên cần điều chỉnh lại cho đúng với thông số. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | - 2 tấm bị mòn thì cần thay mớ.i |
| Ngoại quan | Rỉ sét và bụi bẩn | - Không bám bụi.<br>- Không bị rỉ sét. | - Bám bụi<br>- Rỉ sét | - Vệ sinh lâu chùi.<br>- Châm dầu. |
| **Máy hàn nắp ren** | **Đối tượng kiểm tra** | **Đạt** | **Không đạt** | **Giải pháp** |
| Tốc độ | Độ dính điểm hàn | Tốc độ phù hợp với điểm hàn. | Quá nhanh hoặc quá chậm. | - Điều chỉnh lại tốc độ.<br>- Kiểm tra dòng điện. |
| Kim hàn | Mũi kim | - Không bị cong.<br>- Mũi kim không bị biến dạng.<br>- Không dính bụi. | - Mũi kim bị cong và bị biến dạng.<br>- Dính bụi. | - Thay mới nếu mũi kim bị cong.<br>- Vệ sinh nếu dính bụi. |
| **Máy cuộn ống trung tâm** | **Đối tượng kiểm tra** | **Đạt** | **Không đạt** | **Giải pháp** |
| Trục cuộn | Trục quay | - Khi quay không có tiếng ồn.<br>- Quay điều không đứt đoạn. | - Bị dừngg đột ngột. | - Châm dầu<br>- Vệ sinh |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dao cắt | Độ thẳng và bén | - Dao không bị cong.<br>- Có độ bén và trơn. | - Dao bị biến dạng.<br>- Khồn có độ trơn. | - Thay mới nếu dao bị cong.<br>- Châm dầu. |

**Bước 4: Huấn luyện nhân viên kiểm tra qua bảng chi tiết hạng mục bảo trì**

Sau khi xác định được các vấn đề về máy móc gây ra lỗi thì em xác định được các hạng mục bảo trì, đưa ra các tiêu chuẩn kiểm tra máy móc. Nhân viên bảo trì sẽ dựa trên tiêu chuẩn này để kiểm tra tình trạng máy móc, nhằm đáp ứng các tiêu chuẩn vận hành, hạn chế lỗi sai sót trong quá trình sản xuất, đam bảo máy móc hoạt động trong tình trạng tốt nhất.

Bảng 6.5: Tổng hợp các hạng mục kiểm tra

| Stt | Đối tượng xử lý | Đạt |
|---|---|---|
| 1 | Động cơ | - Máy vận hành êm, không gây tiếng ồn lớn, các bộ phận chi tiết khác không bị trật khớp, xê dịch. |
| 2 | Kết cấu máy | - Khung, bu-lông không bị lỏng hoặc ăn mòn. |
| 3 | Bảng điều khiển | - Các bảng điều khiển vận hành tốt, không bị lờn hay chập chờn. màn hình hiển thị, đèn cảnh báo rõ ràng dễ đọc. |
| 4 | Hệ thống truyền động | - Dây đai, xích, bánh răng không bị mòn, rách<br>- Trục quay trơn tru, không bị kẹt, không phát sinh tiếng động lạ.<br>- Các khớp nối, ổ trục được bôi trơn đầy đủ. |
| 5 | Hệ thống khí nén ( tuỳ máy) | - Không rò rỉ khí hoặc thuỷ lực.<br>- Áp suất hoạt động ổn định, đồng hồ hiển thị chính xác.<br>- Ống dẫn, van, bơm không bị tắc nghẽn hay hỏng hóc. |
| 6 | Kết cấu khung và máy và các bộ phận khác | - Không bị cong vênh, nứt gãy.<br>- Ốc viét siết chặt. |

**Bước 5: Tiến hành kiểm tra định kì bằng cách lập biểu phân công người đảm nhiệm kiểm tra các hạng mục được đề ra ở bước 4**

Lập biểu phân công chia nhiệm vụ kiểm tra các hạng mục bảo trì. Người giám sát xưởng sẽ căn cứ vào biểu này để theo dõi tình trạng máy móc theo thời gian gia công thực.

Giám sát xưởng sẽ dựa vào biểu này để lập ra kế hoạch bảo trì theo từng giai đoạn ( tháng - quý – năm). Nhờ việc bảo trì, theo dõi liên tục sẽ hạn chế được sai hỏng máy óc và tăng tuổi thọ máy móc.

Bảng 6.6: Biểu phân công người đảm nhận nhiệm vụ kiểm tra các hạng mục

| **Lịch kiểm tra máy** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ngày** | **Nhân viên** | **Hạng mục đạt** | **Hạng mục không đạt** | **Tình trạng** | **Nghiệm thu** | **Ghi chú** |
| 30/3 | Nguyễn Văn A | 5/6 | Hệ thống truyền động | Máy ghép mí trục quay không ổn định => mí ghép không đạt tiêu chuẩn | Nguyễn Văn A đã điều chỉnh lúc 9:30 31/3 | |
| … | | | | | | |

**Bước 6: Hoạch định kiểm soát nơi làm việc** bằng cách lưu lại cách bố trí mặt bằng cũng như nhắc nhở nhân viên đặt các thiết bị, dụng cụ đúng nơi quy định.

**Bước 7: Duy trì hoạt động kiểm tra định kỳ**. cán bộ hiện trường theo dõi bảng chi tiết các hạng mục kểm tra hoặc có camera theo dõi và nhắc nhở nhân viên theo đúng lịch mà kiểm tra, bảo trì

### *6.1.2 Thời gian làm việc*

Công ty có 2 ca làm việc, ca 1 từ 7h30 sáng – 16h30 chiều và ca 2 bắt đầu từ 21h30 đến 6h30 sáng hôm sau. Thời gian giải lao mỗi ca là 25 phút, nghỉ trong mỗi ca là 1h để ăn và nghỉ ngơi. Mỗi tuần công ty làm việc 6 ngày.

Bảng 6.7: thời gian làm việc

| | Thời gian | |
|---|---|---|
| Thời gian làm việc 1 ngày | Ca1: 9h<br>Ca2: 9h | 1080 phút |
| Thời gian giải lao và nghỉ giữa ca | 1h+25p | 85 phút |
| Thời gian làm có sẵn trong ngày | 15h10p | 910 phút |

## 6.2 Dự đoán bảo trì bằng học máy

### *6.2.1 Tổng quan về bảo trì dự đoán*

Bảo trì dự đoán là biểu thị phương pháp bảo trì dựa trên tình trạng sử dụng dữ liệu lịch sử và phân tích dữ liệu nâng cao để dự đoán thời điểm một tài sản sẽ hỏng hoặc cần sửa chữa. Theo truyền thống, có hai phương pháp bảo trì phổ biến: bảo trì định kỳ và bảo trì sau sự cố.

- **Bảo trì định kỳ** là phương pháp bảo trì theo kế hoạch cố định, chẳng hạn như kiểm tra hoặc thay thế linh kiện mỗi 90 ngày bất kể tình trạng thực tế của máy móc.
- **Bảo trì sau sự cố** chỉ được thực hiện khi máy đã gặp trục trặc hoặc hỏng hóc, điều này thường gây ra thiệt hại lớn cả về chi phí sửa chữa lẫn thời gian ngừng sản xuất

Học máy là một tập hợp con của trí tuệ nhân tạo (AI) phân tích và học hỏi từ dữ liệu. bằng cách khai thác học máy, các tổ chức có thể đưa ra dự đoán ngày càng chính xác về thời điểm máy móc sẽ hỏng. theo cách này, độ chính xác tổng thể của bảo trì dự đoán cũng có thể được nâng cao.

Hiện nay, nhiều doanh nghiệp vẫn áp dụng mô hình bảo trì định kỳ cố định, điều này dễ dẫn đến hai tình huống:

- Bảo trì sớm: Gây lãng phí nguồn lực khi thiết bị vẫn hoạt động tốt
- Bảo trì muộn: Dẫn đến hỏng hóc ngoài kế hoạch, làm gián đoạn sản xuất

Có những loại học máy như sau:

Bảng 6.8: So sánh 1 số loại thuật toán

| Thuật toán | Mô tả ngắn gọn | Ưu điểm | Nhược điểm |
|---|---|---|---|
| **Linear Regression** | Dự đoán giá trị liên tục dựa trên mối quan hệ tuyến tính | Dễ triển khai, giải thích tốt | Không phù hợp nếu dữ liệu có nhiều đặc trưng phi tuyến tính |
| **Decision Tree** | Dự đoán kết quả bằng cách phân nhánh theo các điều kiện dữ liệu | Diễn giải trực quan, hiệu quả với dữ liệu rời rạc | Dễ bị overfitting nếu không được cắt tỉa |
| **Random Forest** | Tập hợp nhiều cây quyết định để tăng độ chính xác | Chính xác cao, ổn định hơn cây đơn | Thời gian huấn luyện dài hơn, khó giải thích |
| **Neural Network** | Mô phỏng hệ thần kinh để học từ dữ liệu phức tạp | Mạnh với dữ liệu lớn, có thể học mẫu phi tuyến tính | Đòi hỏi nhiều dữ liệu và tính toán |
| **K-Nearest Neighbors (KNN)** | Dự đoán dựa trên các điểm gần nhất trong không gian dữ liệu | Dễ hiểu, không cần huấn luyện mô hình phức tạp | Chậm khi dữ liệu lớn, cần chuẩn hóa dữ liệu đầu vào |

Để dự đoán khả năng bảo trì máy móc của công ty em sử dụng mô hình thuật toán K-Nearest Neighbor (KNN). KNN là mô hình thuật toán học máy có giám sát, đơn giản, thường được dùng trong các bài toán phân loại và hồi quy.

#### *6.2.1.2 Vấn đề và mục tiêu nghiên cứu*

Đặt ra câu hỏi nghiên cứu – làm thế nào KNN có thể hỗ trợ dự đoán sự cố?

Vấn đề đặt ra: " Liệu có thể sử dụng các thuật toán học máy, cụ thể là KNN, để dự đoán chính xác thời điểm thiết bị cần được bảo trì, thay vì chỉ dựa vào lịch cố định?"

***Mục tiêu nghiên cứu:***

Là ứng dụng thuật toán K-Nearest Neighbors (KNN) để dự đoán số ngày bảo trì chính xác, phù hợp với tình trạng máy móc so với lịch trình định sẵn, nhằm giúp doanh nghiệp giảm chi phí, tăng hiệu quả vận hành và kéo dài tuổi thọ thiết bị. Có những ưu điểm như:

- *Dễ hiểu và dễ triển khai:* KNN hoạt động theo nguyên lý đơn giản – chỉ cần lưu trữ dữ liệu huấn luyện và tính khoảng cách giữa các điểm dữ liệu. Không cần xây dựng mô hình phức tạp, phù hợp với người mới bắt đầu học máy.

- *Không cần huấn luyện trước (lazy learning):* Thuật toán không học từ trước mà chỉ thực hiện tính toán khi có yêu cầu dự đoán. Điều này giúp tiết kiệm thời gian huấn luyện và linh hoạt hơn trong xử lý dữ liệu mới.

- *Hiệu quả với dữ liệu nhỏ và rõ ràng*: Khi dữ liệu có sự phân nhóm rõ ràng, không bị nhiễu, KNN cho kết quả chính xác và đáng tin cậy.

- *Áp dụng linh hoạt cho phân loại và hồi quy:* Trong bài toán phân loại, KNN dự đoán nhãn dựa trên số phiếu bầu từ các "hàng xóm" gần nhất. Còn trong bài toán hồi quy, kết quả được tính bằng trung bình giá trị của các hàng xóm.

### 6.2.2 Cơ sở lý thuyết

#### 6.2.2.1 Tổng quan về thuật toán KNN

KNN là một thuật toán máy học đơn giản, hiểu quả dùng để:

- Phân loại: gán nhãn mới dựa trên nhãn của các điểm gần nó nhất.

- Hồi quy: dự đoán giá trị số dựa trên trung bình của các điểm gần nhất.

***Nguyên lý hoạt động:***

1. **Tính khoảng cách** giữa điểm cần dự đoán và toàn bộ dữ liệu huấn luyện.
2. **Chọn K điểm gần nhất** (có khoảng cách ngắn nhất).
3. **Dự đoán** dựa trên giá trị trung bình (hồi quy) hoặc biểu quyết số đông (phân loại).

Khoảng cách thường dùng là Euclidean Distance, tính theo công thức:

$$D(x,y)= \sqrt{(x_1-y_1)^2+ (x_2-y_2)^2+\ldots+(x_n-y_n)^n}$$

Trong đó

- x là điểm dữ liệu mới cần dự đoán.
- y là một điểm dữ liệu huấn luyện.

***Ứng dụng thực tế của KNN***

- Y tế: Dự đoán bênh tật từ các chỉ số lâm sàng
- Tài chính: Phát hiện giao dịch gian lận
- Bảo trì: Dự đoán tuổi thọ thiệt bị, lập lịch bảo trì

### 6.2.3 Phương pháp nghiên cứu

#### *6.2.3.1 Thu thập dữ liệu*

Do hạn chế của đề tài nên việc thu thập dữ liệu còn ít và khó khăn nên tính chính xác chưa được cao. Để tăng độ chính xác lên thì ta cần thu thập thêm bộ dữ liệu để kết quả đạt kết quả cao và chính xác nhất.

Dữ liệu trong nghiên cứu này được xây dựng dựa trên thông tin vận hành thực tế của các máy móc tại nhà máy bao gồm:

- Thời gian hoạt động( đơn vị: phút)

- Thời gian dừng máy( đơn vị: phút)

- chu kỳ kế hoạch bảo trì( đơn vị: ngày)

Ta có dữ liệu của  thời gian hoạt động, thời gian dừng máy, kế hoạch bảo trì và số ngày bảo trì ở bảng 6.9.

Bảng 6.9: Kế hoạch và thời gian bảo trì dự kiến của công ty

| Stt | Tên máy | Mã thiết bị | Thời gian hoạt động của máy (phút)/tháng | Thời gian dừng máy (phút)/ lần bảo trì | Kế hoạch bảo trì | Ngày bảo trì |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | MÁY GHÉP MÍ 01 | VF-TP-MGM 01 | 21840 | **300** | ba tháng/ lần | 02/04/2025 |
| **2** | MÁY GHÉP MÍ 02 | VF-TP-MGM 02 | 21840 | **210** | ba tháng/ lần | 06/04/2025 |
| **5** | MÁY KẸP MÍ GIẤY LỌC 1 | VF-LL- MKMGL 01 | 21840 | **120** | ba tháng/ lần | 09/04/2025 |
| **6** | MÁY KẸP MÍ GIẤY LỌC 2 | VF-LL- MKMGL 02 | 21840 | **125** | ba tháng/ lần | 03/04/2025/ |
| **7** | MÁY KẸP MÍ GIẤY 3 | VF-LL- MKMGL 03 | 21840 | **122** | ba tháng/ lần | 12/04/2025 |
| **8** | MÁY KẸP MÍ GIẤY 4 | VF-LL- MKMGL 04 | 21840 | **130** | ba tháng/ lần | 07/04/2025 |
| **9** | MÁY HÀN VAN 1 | VF-LL- HV 01 | 21840 | **150** | ba tháng/ lần | 01/04/2025 |
| **10** | MÁY HÀN VAN 2 | VF-LL- HV 02 | 21840 | **155** | ba tháng/ lần | 13/04/2025 |
| **11** | MÁY HÀN VAN 3 | VF-LL- HV 03 | 21840 | **145** | ba tháng/ lần | 05/04/2025 |

| Stt | Tên máy | Mã thiết bị | Thời gian hoạt động của máy (phút)/tháng | Thời gian dừng máy (phút)/ lần bảo trì | Kế hoạch bảo trì | Ngày bảo trì |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **12** | MÁY DẬP THUỶ LỰC 1 | VF-VL- MDTL 01 | 21840 | **240** | ba tháng/ lần | 14/04/2025 |
| **13** | MÁY DẬP THUỶ LỰC 2 | VF-VL- MDTL 02 | 21840 | **240** | ba tháng/ lần | 04/04/2025 |
| **14** | MÁY DẬP THUỶ LỰC 3 | VF-VL- MDTL 03 | 21840 | **230** | ba tháng/ lần | 02/04/2025 |
| **15** | MÁY DẬP THUỶ LỰC 4 | VF-VL- MDTL 04 | 21840 | **300** | ba tháng/ lần | 10/04/2025 |
| **16** | MÁY HÀN NẮP REN 1 | VF-NL- MHNR 01 | 21840 | **270** | ba tháng/ lần | 03/04/2025 |
| **17** | MÁY HÀN NẮP REN 2 | VF-NL- MHNR 02 | 21840 | **250** | ba tháng/ lần | 11/04/2025 |
| **18** | MÁY HÀN NẮP REN 3 | VF-NL- MHNR 03 | 21840 | **220** | ba tháng/ lần | 08/04/2025 |
| **19** | MÁY HÀN NẮP REN 4 | VF-NL- MHNR 04 | 21840 | **220** | ba tháng/ lần | 05/04/2025/ |
| **20** | MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 1 | VF-LL- MCOTT 01 | 21840 | **120** | ba tháng/ lần | 07/04/2025 |

| Stt | Tên máy | Mã thiết bị | Thời gian hoạt động của máy (phút)/tháng | Thời gian dừng máy (phút)/ lần bảo trì | Kế hoạch bảo trì | Ngày bảo trì |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **21** | MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 2 | VF-LL- MCOTT 02 | 21840 | **150** | ba tháng/ lần | 06/04/2025 |
| **22** | MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 3 | VF-LL- MCOTT 03 | 21840 | **150** | ba tháng/ lần | 14/04/2025 |
| **23** | MÁY DẬP 80T 01 | VF-LL- MD80T 01 | 21840 | **300** | ba tháng/ lần | 01/04/2025 |
| **24** | MÁY DẬP 128T 01 | VF-LL- MD128T 01 | 21840 | **330** | ba tháng/ lần | 12/04/2025 |
| **25** | MÁY DẬP 110T | VF-LL- MD110T | 21840 | **300** | ba tháng/ lần | 10/04/2025 |
| **26** | MÁY DẬP 63T 02 | VF-VL- MD63T 02 | 21840 | **300** | ba tháng/ lần | 15/04/2025 |

#### *6.3.3.2 Tiền xử lý dữ liệu*

##### *6.3.3.2.1 Xử lý giá trị thiếu*

Xây dựng hàm làm sạch dữ liệu để kiểm tra:

- Không để giá trị trống (None).
- Dữ liệu đúng kiểu số( float, int).

- Các điều kiên logic: Hoạt động tháng >0, thời gian dừng>= 0, chu kỳ kế hoạch nằm trong khoản [30,180] ngày

Nếu phát hiện lỗi sẽ ném ngoại lệ ( raise valueError), đảm bảo chất lượng dữ liệu trước khi đưa vào mô hình

```
lef lam_sach_du_lieu(hoat_dong_thang, thoi_gian_dung, chu_ky_ke_hoach):
    # Kiểm tra thiếu dữ liệu
    if None in (hoat_dong_thang, thoi_gian_dung, chu_ky_ke_hoach):
        raise ValueError("Thiếu dữ liệu, vui lòng kiểm tra.")
```

Hình 6.1 Làm sạch dữ liệu

#### *6.3.3.2.2 Chuẩn hóa dữ liệu*

Dùng standardscaler để đưa các đặc trưng về cùng thang đo chuẩn hoá( trung bình = 0, độ lệch chuẩn = 1), giúp KNN tính khoảng cách chính xác hơn.

```
# Chuẩn hóa dữ liệu
scaler = StandardScaler()
X_scaled = scaler.fit_transform(X)
```

Hình 6.2 Chuẩn hoá dữ liệu

Lý do chọn standardscaler vi dữ liệu không có phân phối lệch nặng, khoảng cách Euclidean nhạy cảm với độ lớn tuyệt đối của giá trị.

#### *6.3.3.2.3 Xây dựng mô hình KNN:*

Vì hạn chế của đề tài cũng như về dữ liệu nên số lượng mẫu dữ liệu khá ít( 15 mẫu) dẫn đến dự đoán thiếu chính xác với mẫu mới, đặc biệt khi các đặc trưng có sự biến thiên lớn

- ❖ Chọn giá trị K:

Dữ liệu giả lập chỉ có 15 dữ liệu

Nếu K quá nhỏ ( K=1) dễ bị nhiễu

Nếu K quá lớn (K=10) mất chi tiết cục bộ

Trong nghiên cứu này chọn K nhằm cân bằng giữa độ nhạy và độ tổng quát. Thực tế, đã tiến hành kiểm tra thử với K=1,2,3,4,5,6,7

**Chọn hàm khoảng cách (Euclidean, Manhattan...).**

Trong mô hình KNN, việc lựa chọn hàm khoảng cách đóng vai trò rất quan trọng vì nó quyết định cách tính độ tương đồng giữa các điểm dữ liệu. Hai hàm khoản cách phổ biến là:

- Khoảng cách Euclidean (L2 Norm): Tính độ dài đường thẳng ngắn nhất giữa hai điểm.

- Khoảng cách Manhattan (L1 Norm): Tính tổng khoảng cách theo từng trục tọa độ.

Trong bài toán này, dữ liệu đầu vào gồm ba đặc trưng hoạt động (phút/tháng), thời gian dừng (phút) và chu kỳ kế hoạch (ngày) đều đã được chuẩn hóa về trung bình 0, độ lệch chuẩn 1 bằng StandardScaler.

Việc chuẩn hóa giúp các đặc trưng có cùng đơn vị đo và cùng thang giá trị, do đó khoảng cách Euclidean trở thành lựa chọn hợp lý vì nó đo tổng thể sự khác biệt theo tất cả chiều dữ liệu một cách cân đối.

Ngoài ra, dữ liệu này không có phân phối lệch theo một chiều cụ thể (không có đặc trưng nào quá vượt trội), nên việc sử dụng khoảng cách Manhattan sẽ không mang lại nhiều lợi ích rõ rệt so với Euclidean.

Do đó, mô hình KNN trong nghiên cứu này lựa chọn khoảng cách Euclidean làm metric chính để đảm bảo độ chính xác cao và tính toán đơn giản.

Bảng 6.10: Hàm khoảng cách

| **Trường hợp** | **Quyết định** | **Lý do chính** |
|---|---|---|
| Nếu làm sạch dữ liệu( loc bỏ hoặc kiểm soát outlier) | Chọn Euclidean Distance | Phản ánh đúng khoảng cách thực sự, mô hình sẽ dự đoán chính xác hơn |
| Nếu dữ liệu còn nhiều outlier khó xử( ví dụ như dontime rất lớn bất thường | Chọn Manhanttan Distance | Mnahanttan giảm độ nhạy với outlier, giúp mô hình ổn định hơn |

- **Cân nhắc về cân bằng dữ liệu (imbalanced data).**

Trong quá trình xây dựng mô hình dự đoán bảo trì bằng thuật toán KNN, một yếu tố quan trọng cần được xem xét là độ phân bố không đồng đều của nhãn đầu ra. Tức là số ngày nên

bảo trì sớm hơn kế hoạch. Khi dữ liệu nghiêng về một nhóm giá trị cụ thể, mô hình có xu hướng thiên lệch dự đoán về các giá trị phổ biến đó, dẫn đến giảm độ chính xác đối với các trường hợp ít xuất hiện.

Mô hình được xây dựng để dự đoán số ngày cần bảo trì sớm hơn dựa vào dữ liệu như: Thời gian dừng, chu kỳ hoạt động,…

Kết quả đầu ra (y) chính là số ngày cần bảo trì sớm hơn, ví dụ:

```
y = np.array([68, 40, 75, 25, 60, 38, 90, 30, 34, 29, 72, 54, 41, 18, 43])
```

Hình 6.3 Nhãn y dự báo

Vấn đề là tập dữ liệu này chỉ có 15 mẫu, trong đó các giá trị đầu ra phân bố không đều.

- Nhóm giá trị từ 25 đến 40 ngày có đến 4 mẫu ( 25, 30, 38, 40) chiếm 50%.

- Nhóm giá trị lớn hơn 70 ngày ( 75, 90) chỉ có 2 mẫu.

Dữ liệu huấn luến thiên lệch về những trường hợp " ít nghiêm trọng" tức là các máy có dấu hiệu nhẹ, chr cần bảo trì sớm hơn 25-40 ngày.

Ví dụ minh hoạ:

```
input_data = [24500, 390, 120]
```

Mẫu này gần với [25000, 400, 120], có nhãn là 90 – tức máy đang hoạt động rất nặng, nên bảo trì sớm nhất.

Nhưng nếu 2 trong 3 hàng xóm gần nhất lại rơi vào nhóm trung bình (40, 60), thì:

```
model.predict(input_data) ≈ trung bình (40, 60, 90) = 63.3
```

⇨ Dự đoán tấp hơn thực tế => máy bị bảo trì trễ => nguy cơ hỏng nặng cao hơn

Giải pháp xử lý mất cân bằng trong trường hợp trên.

- Tăng số lượng dữ liệu huấn luyện.

- Cần thu thập thêm nhiều mẫu có nhãn cao ( trên 70-90) tức là các tình huống hư hỏng nghiêm trọng.

-Mục tiêu là có ít nhất 20-30% dữ liệu thuộc nhóm hỏng nặng.

- Tăng cường dữ liệu nhân tạo

- Chuyển mô hình hồ quy sang phân nhóm:

- 0–39: Bảo trì sớm ít → nhóm 1
- 40–69: Bảo trì trung bình → nhóm 2
- 70+: Cảnh báo bảo trì khẩn → nhóm 3

Sử dụng mô hình phân lớp có thể giúp cảnh báo hiệu quả hơn ở các vùng rủi ro cao.

#### *6.3.3.2.4 Đánh giá mô hình*

***Chia tập huấn luyện / kiểm thử.***

Chia dữ liệu ban đầu thành 2 tập:

- Tập huấn luyện(train set): để huấn luyện mô hình KNN

- Tập kiểm nghiệm( test set): để đánh giá hiệu suất mô hình

**Bước 1: Dữ liệu ban đầu**

Tổng có 15 mẫu dữ liệu( chỉ là dữ liệu mô phỏng ban đầu)

```
# Dữ liệu giả lập[hoạt động (phút/tháng), dừng (phút), chu kỳ kế hoạch (ngày)]
X = np.array([
    [20000, 300, 90],
    [18000, 240, 60],
    [22000, 350, 90],
    [15000, 180, 60],
    [21000, 330, 90],
    [17000, 270, 60],
    [25000, 400, 120],
    [16000, 250, 60],
    [17500, 260, 60],
    [15500, 210, 70],
    [23500, 365, 90],
    [21000, 315, 75],
    [19000, 295, 75],
    [14000, 160, 60],
    [18500, 280, 75]
])

# Nhãn: số ngày nên bảo trì sớm hơn
y = np.array([68, 40, 75, 25, 60, 38, 90, 30, 34, 29, 72, 54, 41, 18, 43])
```

Hình 6.4: Dữ liệu giả lập

**Bước 2: Chuẩn hoá dữ liệu đầu vào**

```
# Chuẩn hóa dữ liệu
scaler = StandardScaler()
X_scaled = scaler.fit_transform(X)
```

Hình 6.5 Chuẩn hoá dữ liệu

Tạo ra X_scaled: dữ liệu đầu vào đã được chuẩn hóa, giúp mô hình hoạt động hiệu quả hơn.

**Bước 3: Chia tập huấn luyện và kiểm thử**

Ta chọn 75% huấn luyện, 25% kiểm thử và 70% huấn luyện, 30% kiểm thử và 50% huấn luyện, 50% kiểm thử.

```python
# Các tỷ lệ test_size muốn thử
ratios = [0.25, 0.3, 0.5]

for ratio in ratios:
    print(f"\n===== Tỷ lệ kiểm thử: {int(ratio*100)}% - huấn luyện: {int((1-ratio)*100)}% =====")
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=ratio, random_state=42)

    print(f"\nSố mẫu huấn luyện: {len(X_train)}, Số mẫu kiểm thử: {len(X_test)}")
    print("X_train:")
    print(X_train)
    print("y_train:")
    print(y_train)
    print("X_test:")
    print(X_test)
    print("y_test:")
    print(y_test)
```

Hình 6.7: Thuật toán chia tập huấn luyện/ kiểm thử

Test size lần lượt là 0.25, 0.3, 0,5.

Rondom_state = 42 giúp đảm bảo tính tái lặp và giữ đúng mối tương quan dữ liệu đầu vào và nhãn đầu ra. Điều này giúp tránh việc nhãn bị sai lệch hoặc trộn lẫn sau khi chia, từ đó đảm bảo chất lượng của quá trình huấn luyện và kiểm thử mô hình.

Và được kết quả:

```
===== Tỷ lệ kiểm thử: 25% - huấn luyện: 75%

Số mẫu huấn luyện: 11, Số mẫu kiểm thử: 4
X_train:
[[17000   270    60]
 [17500   260    60]
 [22000   350    90]
 [18000   240    60]
 [18500   280    75]
 [21000   330    90]
 [16000   250    60]
 [23500   365    90]
 [19000   295    75]
 [15000   180    60]
 [25000   400   120]]
y_train:
[38 34 75 40 43 60 30 72 41 25 90]
X_test:
[[15500   210    70]
 [21000   315    75]
 [20000   300    90]
 [14000   160    60]]
y_test:
[29 54 68 18]
```

```
===== Tỷ lệ kiểm thử: 30% - huấn luyện: 70%

Số mẫu huấn luyện: 10, Số mẫu kiểm thử: 5
X_train:
[[17500   260    60]
 [22000   350    90]
 [18000   240    60]
 [18500   280    75]
 [21000   330    90]
 [16000   250    60]
 [23500   365    90]
 [19000   295    75]
 [15000   180    60]
 [25000   400   120]]
y_train:
[34 75 40 43 60 30 72 41 25 90]
X_test:
[[15500   210    70]
 [21000   315    75]
 [20000   300    90]
 [14000   160    60]
 [17000   270    60]]
y_test:
[29 54 68 18 38]
```

```
===== Tỷ lệ kiểm thử: 50% - huấn luyện: 50%

Số mẫu huấn luyện: 7, Số mẫu kiểm thử: 8
X_train:
[[18500   280    75]
 [21000   330    90]
 [16000   250    60]
 [23500   365    90]
 [19000   295    75]
 [15000   180    60]
 [25000   400   120]]
y_train:
[43 60 30 72 41 25 90]
X_test:
[[15500   210    70]
 [21000   315    75]
 [20000   300    90]
 [14000   160    60]
 [17000   270    60]
 [17500   260    60]
 [22000   350    90]
 [18000   240    60]]
y_test:
[29 54 68 18 38 34 75 40]
```

Hình 6.8 Kết quả đạt được

**Nhận xét:**

- Tỷ lệ kiểm thử 25%, hấn luyện 75%

- Số mẫu huấn luyện: 11 (nhiều dữ liệu hơn để mô hình học).

- Số mẫu kiểm thử: 4 (ít hơn, có thể gây sai lệch trong đánh giá nếu dữ liệu không đều).
- Ưu điểm: Mô hình có thể học tốt hơn do có nhiều dữ liệu.
- Nhược điểm: Việc đánh giá có thể thiếu chính xác vì mẫu kiểm thử quá ít.
  - Tỷ lệ kiểm thử 30%, hấn luyện 70%
- Số mẫu huấn luyện: 10
- Số mẫu kiểm thử: 5
- Ưu điểm: Cân đối hơn một chút giữa huấn luyện và kiểm thử.
- Khuyến nghị: Phù hợp nhất trong trường hợp mẫu dữ liệu gốc nhỏ.
  - Tỷ lệ kiểm thử 50%, hấn luyện 50%
- Số mẫu huấn luyện: 7
- Số mẫu kiểm thử: 8
- Nhược điểm: Mô hình có ít dữ liệu để học, dễ dẫn đến underfitting (học chưa đủ).
- Chỉ nên dùng nếu mục tiêu chính là kiểm thử mô hình hoặc bạn có tập dữ liệu lớn hơn.
  - ⇨ Tỷ lệ kiểm thử 30% - huấn luyện 70% là hợp lý nhất trong trường hợp với tổng 15 mẫu. Việc chia dữ liệu như trên là đúng kỹ thuật, phù hợp với yêu cầu mô hình hoá và học máy.tập huấn luyện có đủ độ đa dạng, trong khi tập kiểm thử đảm bảo được tính đại diện ban đầu.

**Bước 4: Huấn luyện và kiểm thử mô hình KNN**

Mục tiêu của mô hình KNN để dự đoán số ngay bảo trì sớm hơn của thiết bị dựa trên các yếu tố: Thời gian hoạt động, thời gian dừng,…

```
Dữ liệu Giả lập: [hoạt động (phút/tháng), dừng (phút), chu kỳ kế hoạch (ngày)]
_scaled = np.array([
   [20000, 300, 90],
   [18000, 240, 60],
   [22000, 350, 90],
   [15000, 180, 60],
   [21000, 330, 90],
   [17000, 270, 60],
   [25000, 400, 120],
   [16000, 250, 60],
   [17500, 260, 60],
   [15500, 210, 70],
   [23500, 365, 90],
   [21000, 315, 75],
   [19000, 295, 75],
   [14000, 160, 60],
   [18500, 280, 75]
)

Nhãn: số ngày nên bảo trì sớm hơn
= np.array([68, 40, 75, 25, 60, 38, 90, 30, 34, 29, 72, 54, 41, 18, 43])
```

Hình 6.9 Bước nhập dữ liệu

X_scaled: chứa các đặc trưng đầu vào (3 đặc trưng).

y: chứa nhãn tương ứng là số ngày cần bảo trì.

```
Chia dữ liệu thành tập huấn luyện và tập kiểm thử
_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
   X_scaled, y, test_size=0.3, random_state=42
```

Hình 6.10 : Chia dữ liệu thành tập huấn luyện và tập kiểm thử

Tập huấn luyện (70%): Dùng để huấn luyện mô hình.

Tập kiểm thử (30%): Dùng để đánh giá mô hình với dữ liệu mới chưa từng thấy.

⇨ Mục đích: Kiểm tra khả năng tổng quát hóa của mô hình (khả năng hoạt động tốt với dữ liệu mới).

```
# Khởi tạo mô hình KNN Regressor với 4 hàng xóm
model = KNeighborsRegressor(n_neighbors=2)

# Huấn luyện mô hình trên tập huấn luyện
model.fit(X_train, y_train)

# Dự đoán trên tập kiểm thử
y_pred = model.predict(X_test)
```

Hình 6.11 : Khởi tạo và huấn luyện mô hình KNN

Mô hình KNN sẽ tìm 3 điểm gần nhất trong tập huấn luyện để dự đoán đầu ra cho điểm mới.

Đây là mô hình "học lười" (lazy learning): không tạo ra công thức tổng quát mà chỉ ghi nhớ dữ liệu.

```
# In kết quả dự đoán
print("Kết quả dự đoán trên tập kiểm thử (y_pred):")
print(y_pred)

# In giá trị thực tế của tập kiểm thử (để so sánh)
print("\nGiá trị thực tế của tập kiểm thử (y_test):")
print(y_test)
```

Hình 6.12 : Dự đoán và so sánh

Và có kết quả:

```
Kết quả dự đoán trên tập kiểm thử (y_pred):
[27.5 67.5 50.5 27.5 32. ]

Giá trị thực tế của tập kiểm thử (y_test):
[29 54 68 18 38]
```

Hình 6.13: Kết quả đạt được

Mô hình dự đoán:

- Thiết bị A dự đoán 27.5ngày → thực tế là 29 ngày.
- Thiết bị B dự đoán 67.5 ngày → thực tế là 54 ngày.
- Thiết bị C dự đoán 50.5 ngày → thực tế là 68 ngày.
- Thiết bị D dự đoán 27.5 ngày → thực tế là 18 ngày.

- Thiết bị E dự đoán 32 ngày → thực tế là 38 ngày.

=> Mô hình dự đoán rất gần với thực tế ⇒ sai số thấp.

**Bước 5: Đánh giá hiệu suất mô hình**

Bài toán là sự dự đoán số ngày nên bảo trì sớm hơn là một bài toán hồi quy nên dùng các chỉ số đánh giá hiệu suất như sau:

Bảng 6.11: Các chỉ số đánh giá

| Tên chỉ số | Ý nghĩa |
|---|---|
| MAE | Sai số tuyệt đối trung bình |
| MSE | Sai số bình phương trung bình |
| RMSE | Căn bậc hai của MSE, dễ hiểu hơn |
| $R^2$ | Hệ số xác định – mức độ mô hình giải thích được dữ liệu |

```
def evaluate_model(model, X, y, name):
    y_pred = cross_val_predict(model, X, y, cv=kf)
    mae = mean_absolute_error(y, y_pred)
    mse = mean_squared_error(y, y_pred)
    rmse = mean_squared_error(y, y_pred) ** 0.5
    r2 = r2_score(y, y_pred)
    print(f"{name}:")
    print(f"   MAE  : {mae:.2f} ngày")
    print(f"   MSE  : {mse:.2f} ngày^2")
    print(f"   RMSE : {rmse:.2f} ngày")
    print(f"   R²   : {r2:.2f}\n")

# --------------------------
# 5. Chạy mô hình với K = 1 đến 7
# --------------------------
for k in range(1, 8):
    model = KNeighborsRegressor(n_neighbors=k)
    evaluate_model(model, X_scaled, y, name=f"KNN (k={k})")
```

Hình 6.14 : Thuật toán đánh giá mô hình

Và có kết quả:

```
KNN (k=1):
   MAE  : 8.27 ngày
   MSE  : 92.13 ngày^2
   RMSE : 9.60 ngày
   R²   : 0.78

KNN (k=2):
   MAE  : 6.90 ngày
   MSE  : 72.55 ngày^2
   RMSE : 8.52 ngày
   R²   : 0.82

KNN (k=3):
   MAE  : 7.00 ngày
   MSE  : 80.13 ngày^2
   RMSE : 8.95 ngày
   R²   : 0.81

KNN (k=4):
   MAE  : 6.18 ngày
   MSE  : 74.92 ngày^2
   RMSE : 8.66 ngày
   R²   : 0.82
```

```
KNN (k=5):
   MAE  : 7.73 ngày
   MSE  : 95.93 ngày^2
   RMSE : 9.79 ngày
   R²   : 0.77

KNN (k=6):
   MAE  : 8.87 ngày
   MSE  : 134.41 ngày^2
   RMSE : 11.59 ngày
   R²   : 0.67

KNN (k=7):
   MAE  : 8.94 ngày
   MSE  : 149.64 ngày^2
   RMSE : 12.23 ngày
   R²   : 0.64
```

Hình 6.15 : Kết quả đạt được

Mô hình hoạt động tốt nhất với k=2 vì nó có RMSE thấp nhất (8.52), cho thấy độ chính xác cao trong dự đoán.

KNN với k=1 có RMSE khá cao (9.60), cho thấy có thể có sự ảnh hưởng mạnh từ những điểm dữ liệu đặc biệt (outliers).

Các giá trị k lớn hơn (k=5, 6, 7) có xu hướng cho kết quả tệ hơn, với RMSE tăng lên, điều này có thể do mô hình trở nên quá phức tạp và mất đi khả năng tổng quát.

- ⇨ Mô hình KNN với K=2 dự đoán sai lệch trung bình khoảng 6.90 đơn vị (MAE). Sai số lớn hơn có xu hướng ảnh hưởng nhiều hơn đến giá trị 8.52 (RMSE). Mô hình này giải thích được 82% sự biến động của dữ liệu ($R^2$), cho thấy khả năng khớp dữ liệu khá tốt.

## 6.3 Thực nghiệm

Trong phần này, em thực hiện đã tiến hành xây dựng và đánh giá mô hình học máy nhằm dự đoán thời điểm cần bảo trì thiết bị, từ đó giúp doanh nghiệp chủ động trong công tác bảo trì, hạn chế tình trạng ngừng máy đột xuất.

### *6.3.1 Chuẩn bị và xử lý dữ liệu*

Quá trình chuẩn bị dữ liệu là bước then chốt để đảm bảo mô hình hoạt động hiệu quả.

```
import numpy as np
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor
from datetime import datetime, timedelta
```

Hình 6.16 Nhập thư viện

**Numpy**: Thư viện để xử lý mảng và các phép toán số học.
**StandardScaler**: Dùng để chuẩn hóa dữ liệu, giúp các đặc trưng có cùng quy mô.
**KNeighborsRegressor**: Mô hình hồi quy KNN từ thư viện scikit-learn, được sử dụng để dự đoán giá trị.
**Datetime**: Thư viện để làm việc với ngày tháng.

```
X = np.array([
    [20000, 300, 90],
    [18000, 240, 60],
    [22000, 350, 90],
    [15000, 180, 60],
    [21000, 330, 90],
    [17000, 270, 60],
    [25000, 400, 120],
    [16000, 250, 60],
    [17500, 260, 60],
    [15500, 210, 70],
    [23500, 365, 90],
    [21000, 315, 75],
    [19000, 295, 75],
    [14000, 160, 60],
    [18500, 280, 75]
])
y = np.array([68, 40, 75, 25, 60, 38, 90, 30, 34, 29, 72, 54, 41, 18, 43])
```

Hình 6.17 Dữ liệu huấn luyện mô hình

X: Ma trận đặc trưng(feature matrix) chứa thông tin của máy móc với ba yếu tố:

- Hoạt động hàng tháng: Số giờ hoạt động của máy trong tháng.
- Thời gian dừng: Số giờ mà máy không hoạt động.

- Chu kỳ kế hoạch: Số ngày giữa các lần bảo trì.

Y: Mảng chứa giá trị mục tiêu (target values), tức số ngày trước khi cần bảo trì.

Để tránh việc các đặc trưng có giá trị lớn (ví dụ: số giờ hoạt động) áp đảo các đặc trưng có giá trị nhỏ hơn (ví dụ: thời gian dừng) trong quá trình huấn luyện mô hình, chúng tôi đã sử dụng StandardScaler để chuẩn hóa dữ liệu. Quá trình này biến đổi dữ liệu sao cho chúng có trung bình bằng 0 và độ lệch chuẩn bằng 1.

```
# 2. Chuẩn hóa dữ liệu
# --------------------------
scaler = StandardScaler()
X_scaled = scaler.fit_transform(X)
```

Hình 6.18 : Chuẩn hoá dữ liệu

### 6.3.2 Đánh giá và làm sạch dữ liệu

Để tìm ra giá trị tối ưu cho tham số K trong mô hình KNN, em đã thực hiện đánh giá mô hình với nhiều giá trị *K* khác nhau. Việc lựa chọn K phù hợp là rất quan trọng để đảm bảo mô hình có hiệu suất tốt nhất, cân bằng giữa sai số và khả năng khái quát hóa.

```
# Đánh giá mô hình KNN với các giá trị k
# -------------------------------
kf = KFold(n_splits=4, shuffle=True, random_state=42)

def evaluate_model(model, X, y):
    y_pred = cross_val_predict(model, X, y, cv=kf)
    mae = mean_absolute_error(y, y_pred)
    mse = mean_squared_error(y, y_pred)
    rmse = mean_squared_error(y, y_pred) ** 0.5
    r2 = r2_score(y, y_pred)
    return mae, mse, rmse, r2

print("=== ĐÁNH GIÁ CÁC GIÁ TRỊ k ===")
best_k = None
lowest_rmse = float('inf')

for k in range(1, 8):
    model = KNeighborsRegressor(n_neighbors=k)
    mae, mse, rmse, r2 = evaluate_model(model, X_scaled, y)
    print(f"KNN (k={k}): MAE={mae:.2f}, MSE={mse:.2f}, RMSE={rmse:.2f}, R²={r2:.2f}
    if rmse < lowest_rmse:
        lowest_rmse = rmse
        best_k = k

print(f"\n✅ Chọn k tốt nhất: {best_k} (RMSE thấp nhất: {lowest_rmse:.2f})\n")
```

Hình 6.19: Đánh giá  mô hình với các giá trị K

Hàm làm sạch dữ liệu đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng dữ liệu đầu vào. Hàm này thực hiện các bước kiểm tra và chuyển đổi như sau:

- **Kiểm tra tính đầy đủ**: Đảm bảo không có dữ liệu bị thiếu.
- **Chuyển đổi định dạng**: Chuyển đổi dữ liệu sang định dạng số (float/int) phù hợp cho các phép tính toán.
- **Kiểm tra tính hợp lệ**: Xác minh rằng các giá trị dữ liệu nằm trong phạm vi hợp lệ, ví dụ, số giờ hoạt động không thể là số âm. Điều này giúp ngăn chặn lỗi và đảm bảo tính chính xác của dự đoán.

```
# Hàm làm sạch và dự đoán
# ------------------------------
def lam_sach_du_lieu(hoat_dong_thang, thoi_gian_dung, chu_ky_ke_hoach):
    if None in (hoat_dong_thang, thoi_gian_dung, chu_ky_ke_hoach):
        raise ValueError("Thiếu dữ liệu.")

    try:
        hoat_dong_thang = float(hoat_dong_thang)
        thoi_gian_dung = float(thoi_gian_dung)
        chu_ky_ke_hoach = int(chu_ky_ke_hoach)
    except:
        raise ValueError("Sai định dạng dữ liệu. Phải là số.")

    if hoat_dong_thang <= 0:
        raise ValueError("Hoạt động tháng phải lớn hơn 0.")
    if thoi_gian_dung < 0:
        raise ValueError("Thời gian dừng không được âm.")
    if not (30 <= chu_ky_ke_hoach <= 180):
        raise ValueError("Chu kỳ kế hoạch phải trong khoảng 30-180 ngày.")

    return hoat_dong_thang, thoi_gian_dung, chu_ky_ke_hoach
```

Hình 6.20: Làm sạch dữ liệu

### 6.3.3 Hàm dự đoán và ứng dụng thực tế

Hàm này kiểm tra và chuyển đổi dữ liệu đầu vào nhằm đảm bảo dữ liệu đầy đủ, đúng định dạng( float/int) và kiểm tra điều kiện hợp lệ hay không.

Hàm này nhận vào các tham số như số giờ hoạt động, thời gian dừng, chu kỳ bảo trì và ngày bảo trì dự kiến.

Chuẩn hóa Dữ Liệu Đầu Vào: Dữ liệu đầu vào được chuẩn hóa trước khi dự đoán.

Dự Đoán: Sử dụng mô hình KNN để dự đoán số ngày trước khi cần bảo trì.

Tính Ngày Bảo Trì Đề Xuất: Cộng thêm số ngày dự đoán vào ngày bảo trì dự kiến để xác định ngày bảo trì hợp lý.

```
def du_doan_bao_tri_ngay(hoat_dong_thang, thoi_gian_dung, chu_ky_ke_hoach, ngay_bao_tri_str, model, scaler):
    hoat_dong_thang, thoi_gian_dung, chu_ky_ke_hoach = lam_sach_du_lieu(
        hoat_dong_thang, thoi_gian_dung, chu_ky_ke_hoach
    )

    input_data = np.array([[hoat_dong_thang, thoi_gian_dung, chu_ky_ke_hoach]])
    input_scaled = scaler.transform(input_data)
    du_doan = model.predict(input_scaled)
    so_ngay_som = round(float(du_doan[0]), 1)

    ngay_bao_tri = datetime.strptime(ngay_bao_tri_str, "%d/%m/%Y")
    ngay_de_xuat = ngay_bao_tri + timedelta(days=so_ngay_som)

    return so_ngay_som, ngay_de_xuat.strftime("%d/%m/%Y")
```

Hình 6.21 Hàm dự đoán bảo trì

Để thử nghiệm mô hình, em đã sử dụng dữ liệu từ 26 máy khác nhau. Mỗi máy có các thông tin chi tiết như tên, mã, số giờ hoạt động, thời gian dừng, chu kỳ kế hoạch và ngày bảo trì dự kiến. Dữ liệu này được tổ chức thành một danh sách (Ds_may) để dễ dàng xử lý và chạy dự đoán hàng loạt.

```
# Danh sách máy
# ------------------------------
ds_may = [
    ("MÁY GHÉP MÍ 01", "VF-TP-MGM 01", 21840, 300, 90, "02/04/2025"),
    ("MÁY GHÉP MÍ 02", "VF-TP-MGM 02", 21840, 210, 90, "06/04/2025"),
    ("MÁY KẸP MÍ GIẤY LỌC 1", "VF-LL- MKMGL 01", 21840, 120, 90, "09/04/2025"),
    ("MÁY KẸP MÍ GIẤY LỌC 2", "VF-LL- MKMGL 02", 21840, 125, 90, "03/04/2025"),
    ("MÁY KẸP MÍ GIẤY 3", "VF-LL- MKMGL 03", 21840, 122, 90, "12/04/2025"),
    ("MÁY KẸP MÍ GIẤY 4", "VF-LL- MKMGL 04", 21840, 130, 90, "07/04/2025"),
    ("MÁY HÀN VAN 1", "VF-LL- HV 01", 21840, 150, 90, "01/04/2025"),
    ("MÁY HÀN VAN 2", "VF-LL- HV 02", 21840, 155, 90, "13/04/2025"),
    ("MÁY HÀN VAN 3", "VF-LL- HV 03", 21840, 145, 90, "05/04/2025"),
    ("MÁY DẬP THUỶ LỰC 1", "VF-VL- MDTL 01", 21840, 240, 90, "14/04/2025"),
    ("MÁY DẬP THUỶ LỰC 2", "VF-VL- MDTL 02", 21840, 240, 90, "04/04/2025"),
    ("MÁY DẬP THUỶ LỰC 3", "VF-VL- MDTL 03", 21840, 230, 90, "02/04/2025"),
    ("MÁY DẬP THUỶ LỰC 4", "VF-VL- MDTL 04", 21840, 300, 90, "10/04/2025"),
    ("MÁY HÀN NẮP REN 1", "VF-NL- MHNR 01", 21840, 270, 90, "03/04/2025"),
    ("MÁY HÀN NẮP REN 2", "VF-NL- MHNR 02", 21840, 250, 90, "11/04/2025"),
    ("MÁY HÀN NẮP REN 3", "VF-NL- MHNR 03", 21840, 220, 90, "08/04/2025"),
    ("MÁY HÀN NẮP REN 4", "VF-NL- MHNR 04", 21840, 220, 90, "05/04/2025"),
    ("MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 1", "VF-LL- MCOTT 01", 21840, 120, 90, "07/04/2025"),
    ("MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 2", "VF-LL- MCOTT 02", 21840, 150, 90, "06/04/2025"),
    ("MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 3", "VF-LL- MCOTT 03", 21840, 150, 90, "14/04/2025"),
    ("MÁY DẬP 80T 01", "VF-LL- MD80T 01", 21840, 300, 90, "01/04/2025"),
    ("MÁY DẬP 128T 01", "VF-LL- MD128T 01", 21840, 330, 90, "12/04/2025"),
    ("MÁY DẬP 110T", "VF-LL- MD110T", 21840, 300, 90, "10/04/2025"),
    ("MÁY DẬP 63T 02", "VF-VL- MD63T 02", 21840, 300, 90, "15/04/2025")
]
```

Hình 6.22 Dữ liệu 26 máy

Sau khi chuẩn bị dữ liệu và hàm dự đoán, em  đã tiến hành chạy mô hình cho từng máy trong danh sách. Quá trình này mô phỏng việc áp dụng mô hình vào thực tế để đưa ra các đề xuất bảo trì.

```
# Dự đoán cho các máy
# ------------------------------
print("=== DỰ ĐOÁN NGÀY BẢO TRÌ ĐỀ XUẤT ===")
for ten, ma, hd, td, ck, ngay_bt in ds_may:
    try:
        som, goi_y = du_doan_bao_tri_ngay(hd, td, ck, ngay_bt, model, scaler)
        print(f"{ten} ({ma}) nên bảo trì vào: {goi_y} (sớm {som} ngày)")
    except ValueError as e:
        print(f"Lỗi dữ liệu {ten} ({ma}): {e}")
```

Hình 6.23 Chạy dự đoán

Kết quả dự đoán được trình bày rõ ràng, cho thấy ngày bảo trì đề xuất cho từng máy.

```
=== ĐÁNH GIÁ CÁC GIÁ TRỊ k ===
KNN (k=1): MAE=8.27, MSE=92.13, RMSE=9.60, R²=0.78
KNN (k=2): MAE=6.90, MSE=72.55, RMSE=8.52, R²=0.82
KNN (k=3): MAE=7.00, MSE=80.13, RMSE=8.95, R²=0.81
KNN (k=4): MAE=6.18, MSE=74.92, RMSE=8.66, R²=0.82
KNN (k=5): MAE=7.73, MSE=95.93, RMSE=9.79, R²=0.77
KNN (k=6): MAE=8.87, MSE=134.41, RMSE=11.59, R²=0.67
KNN (k=7): MAE=8.94, MSE=149.64, RMSE=12.23, R²=0.64

✅ Chọn k tốt nhất: 2 (RMSE thấp nhất: 8.52)

=== DỰ ĐOÁN NGÀY BẢO TRÌ ĐỀ XUẤT ===
MÁY GHÉP MÍ 01 (VF-TP-MGM 01) nên bảo trì vào: 05/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
MÁY GHÉP MÍ 02 (VF-TP-MGM 02) nên bảo trì vào: 31/05/2025 (ngày thứ 55.5 của chu kỳ)
MÁY KẸP MÍ GIẤY LỌC 1 (VF-LL- MKMGL 01) nên bảo trì vào: 15/05/2025 (ngày thứ 36.0 của chu kỳ)
MÁY KẸP MÍ GIẤY LỌC 2 (VF-LL- MKMGL 02) nên bảo trì vào: 21/05/2025 (ngày thứ 48.5 của chu kỳ)
MÁY KẸP MÍ GIẤY 3 (VF-LL- MKMGL 03) nên bảo trì vào: 30/05/2025 (ngày thứ 48.5 của chu kỳ)
MÁY KẸP MÍ GIẤY 4 (VF-LL- MKMGL 04) nên bảo trì vào: 25/05/2025 (ngày thứ 48.5 của chu kỳ)
MÁY HÀN VAN 1 (VF-LL- HV 01) nên bảo trì vào: 26/05/2025 (ngày thứ 55.5 của chu kỳ)
MÁY HÀN VAN 2 (VF-LL- HV 02) nên bảo trì vào: 07/06/2025 (ngày thứ 55.5 của chu kỳ)
MÁY HÀN VAN 3 (VF-LL- HV 03) nên bảo trì vào: 30/05/2025 (ngày thứ 55.5 của chu kỳ)
MÁY DẬP THUỶ LỰC 1 (VF-VL- MDTL 01) nên bảo trì vào: 17/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
MÁY DẬP THUỶ LỰC 2 (VF-VL- MDTL 02) nên bảo trì vào: 07/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
MÁY DẬP THUỶ LỰC 3 (VF-VL- MDTL 03) nên bảo trì vào: 05/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
MÁY DẬP THUỶ LỰC 4 (VF-VL- MDTL 04) nên bảo trì vào: 13/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
MÁY HÀN NẮP REN 1 (VF-NL- MHNR 01) nên bảo trì vào: 06/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
MÁY HÀN NẮP REN 2 (VF-NL- MHNR 02) nên bảo trì vào: 14/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
MÁY HÀN NẮP REN 3 (VF-NL- MHNR 03) nên bảo trì vào: 02/06/2025 (ngày thứ 55.5 của chu kỳ)
MÁY HÀN NẮP REN 4 (VF-NL- MHNR 04) nên bảo trì vào: 30/05/2025 (ngày thứ 55.5 của chu kỳ)
MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 1 (VF-LL- MCOTT 01) nên bảo trì vào: 13/05/2025 (ngày thứ 36.0 của chu kỳ)
MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 2 (VF-LL- MCOTT 02) nên bảo trì vào: 31/05/2025 (ngày thứ 55.5 của chu kỳ)
MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 3 (VF-LL- MCOTT 03) nên bảo trì vào: 08/06/2025 (ngày thứ 55.5 của chu kỳ)
MÁY DẬP 80T 01 (VF-LL- MD80T 01) nên bảo trì vào: 04/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
MÁY DẬP 128T 01 (VF-LL- MD128T 01) nên bảo trì vào: 18/06/2025 (ngày thứ 67.5 của chu kỳ)
MÁY DẬP 110T (VF-LL- MD110T) nên bảo trì vào: 13/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
MÁY DẬP 63T 02 (VF-VL- MD63T 02) nên bảo trì vào: 18/06/2025 (ngày thứ 64.0 của chu kỳ)
```

Hình 6.24: Kết quả dự đoán

Bảng 6.11 tổng hợp kết quả dự đoán bảo trì cho 26 máy, được thực hiện với giá trị K=2 cho mô hình KNN. Mỗi máy được dự đoán bốn lần bảo trì tiếp theo, mang lại cái nhìn tổng thể về kế hoạch bảo trì trong tương lai.

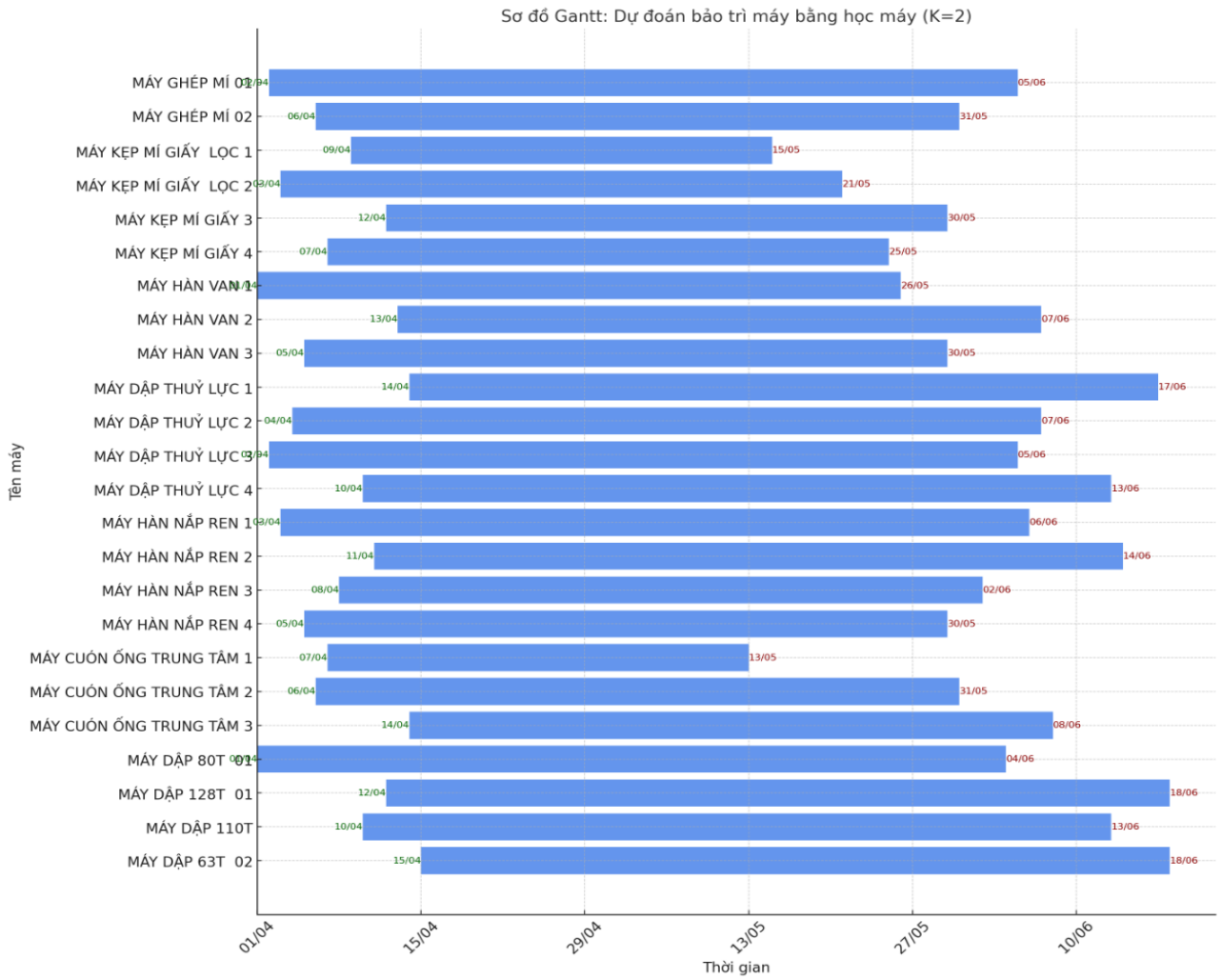
Bảng 6.12: Kết quả dự đoán bảo trì bằng học máy

| Stt | Tên máy | Thời gian hoạt động của máy (phút)/tháng | Ngày bảo trì hiện tại của công ty | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 1) K=2 | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 2) K=2 | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 3) K=2 | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 4) K=2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | MÁY GHÉP MÍ 01 | 21840 | 2/4/2025 | 5/6/2025 | 8/8/2025 | 11/10/2025 | 14/12/2025 |
| **2** | MÁY GHÉP MÍ 02 | 21840 | 6/4/2025 | 31/05/2025 | 25/07/2025 | 18/09/2025 | 12/11/2025 |
| **5** | MÁY KẸP MÍ GIẤY LỌC 1 | 21840 | 9/4/2025 | 15/05/2025 | 20/06/2025 | 26/07/2025 | 31/08/2025 |
| **6** | MÁY KẸP MÍ GIẤY LỌC 2 | 21840 | 03/04/2025/ | 21/5/2025 | 8/7/2025 | 25/08/2025 | 12/10/2025 |
| **7** | MÁY KẸP MÍ GIẤY 3 | 21840 | 12/4/2025 | 30/05/2025 | 17/07/2025 | 3/9/2025 | 21/10/2025 |
| **8** | MÁY KẸP MÍ GIẤY 4 | 21840 | 7/4/2025 | 25/05/2025 | 12/7/2025 | 29/08/2025 | 16/10/2025 |
| **9** | MÁY HÀN VAN 1 | 21840 | 1/4/2025 | 26/05/2025 | 20/07/2025 | 13/09/2025 | 7/11/2025 |
| **10** | MÁY HÀN VAN 2 | 21840 | 13/04/2025 | 7/6/2025 | 1/8/2025 | 25/09/2025 | 19/11/2025 |
| **11** | MÁY HÀN VAN 3 | 21840 | 5/4/2025 | 30/05/2025 | 24/7/2025 | 17/09/2025 | 11/11/2025 |
| **12** | MÁY DẬP THUỶ LỰC 1 | 21840 | 14/04/2025 | 17/06/2025 | 20/08/2025 | 23/10/2025 | 26/12/2025 |

| Stt | Tên máy | Thời gian hoạt động của máy (phút)/tháng | Ngày bảo trì hiện tại của công ty | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 1) K=2 | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 2) K=2 | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 3) K=2 | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 4) K=2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **13** | MÁY DẬP THUỶ LỰC 2 | 21840 | 4/4/2025 | 7/6/2025 | 10/8/2025 | 13/10/2025 | 16/12/2025 |
| **14** | MÁY DẬP THUỶ LỰC 3 | 21840 | 2/4/2025 | 5/6/2025 | 8/8/2025 | 11/10/2025 | 14/12/2025 |
| **15** | MÁY DẬP THUỶ LỰC 4 | 21840 | 10/4/2025 | 13/06/2025 | 16/8/2025 | 19/10/2025 | 22/12/2025 |
| **16** | MÁY HÀN NẮP REN 1 | 21840 | 3/4/2025 | 6/6/2025 | 9/8/2025 | 12/10/2025 | 15/12/2025 |
| **17** | MÁY HÀN NẮP REN 2 | 21840 | 11/4/2025 | 14/06/2025 | 17/8/2025 | 20/10/2025 | 23/12/2025 |
| **18** | MÁY HÀN NẮP REN 3 | 21840 | 8/4/2025 | 2/6/2025 | 27/7/2025 | 20/09/2025 | 24/11/2025 |
| **19** | MÁY HÀN NẮP REN 4 | 21840 | 05/04/2025/ | 30/05/2025 | 24/7/2025 | 17/09/2025 | 11/11/2025 |
| **20** | MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 1 | 21840 | 7/4/2025 | 13/05/2025 | 18/06/2025 | 24/07/2025 | 29/8/2025 |
| **21** | MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 2 | 21840 | 6/4/2025 | 31/05/2025 | 25/7/2025 | 18/09/2025 | 12/11/2025 |

| Stt | Tên máy | Thời gian hoạt động của máy (phút)/tháng | Ngày bảo trì hiện tại của công ty | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 1) K=2 | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 2) K=2 | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 3) K=2 | Dự đoán bảo trì bằng học máy(lần 4) K=2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **22** | MÁY CUỐN ỐNG TRUNG TÂM 3 | 21840 | 14/04/2025 | 8/6/2025 | 2/8/2025 | 26/09/2025 | 20/11/2025 |
| **23** | MÁY DẬP 80T 01 | 21840 | 1/4/2025 | 4/6/2025 | 7/8/2025 | 10/10/2025 | 13/12/2025 |
| **24** | MÁY DẬP 128T 01 | 21840 | 12/4/2025 | 18/06/2025 | 24/8/2025 | 30/10/2025 | 5/1/2026 |
| **25** | MÁY DẬP 110T | 21840 | 10/4/2025 | 13/06/2025 | 16/8/2025 | 19/10/2025 | 22/12/2025 |
| **26** | MÁY DẬP 63T 02 | 21840 | 15/04/2025 | 18/06/2025 | 21/8/2025 | 24/10/2025 | 27/12/2025 |

Sơ đồ Gantt trực quan hóa các kế hoạch bảo trì đã dự đoán. Mỗi thanh trên biểu đồ đại diện cho một khoảng thời gian bảo trì cho từng máy, giúp người quản lý dễ dàng theo dõi và lên kế hoạch công việc một cách hiệu quả. Sơ đồ này minh họa rõ ràng thời điểm bắt đầu và kết thúc của mỗi lần bảo trì, hỗ trợ việc điều phối nguồn lực và giảm thiểu thời gian dừng máy không mong muốn.




Hình 6.25: Sơ đồ gantt của dự báo K=2

**Nhận xét:**

Tất cả các máy đều được đề xuất bảo trì sớm hơn so với kế hoạch ban đầu là 90 ngày, dao động từ ngày thứ 36 đến 67.5 .

Mức bảo trì sớm nhất: Máy kẹp mí giấy lọc 1 & cuốn ống trung tâm 1: ngày thứ 36.0 → sớm gần 2/3 chu kỳ.

Mức bảo trì muộn nhất: Máy dập 128T 01: ngày thứ 67.5 → vẫn sớm hơn 22.5 ngày so với kế hoạch 90 ngày.

Dễ dàng chia các máy thành 3 nhóm theo thời gian cần bảo trì:

- Nhóm sớm (trước ngày thứ 50): Có dấu hiệu hao mòn nhanh hơn (ví dụ: máy Kẹp mí giấy, Cuốn ống).
- Nhóm trung bình (từ ngày 50–60): Nhiều máy nằm trong nhóm này, phản ánh mức độ sử dụng cao nhưng chưa tới mức khẩn cấp.
- Nhóm cận chu kỳ (từ ngày 64–67.5): Dù hoạt động ổn định, nhưng mô hình vẫn khuyến nghị bảo trì sớm để phòng ngừa rủi ro.

⇨ Dự đoán bảo trì từ mô hình học máy đã phát hiện sự khác biệt về mức độ hao mòn của từng máy thay vì áp dụng cùng một lịch 90 ngày.

Kết quả hoàn toàn hợp lý và có thể sử dụng để tối ưu kế hoạch bảo trì theo từng nhóm thiết bị, tiết kiệm chi phí và nâng cao hiệu suất hệ thống.

## 6.4 Thảo luận

### *6.4.1 Ý nghĩa của kết quả*

- *Khả năng phát hiện sớm sự cố thiết bị:*

Kết quả mô phỏng cho thấy mô hình K-NN có thể dự đoán được trước từ 55 đến 68 ngày các sự cố tiềm ẩn hoặc thời điểm cần bảo trì. Khoảng thời gian này rất đáng kể trong các hệ thống công nghiệp, bởi vì:

- ✓ Cho phép các bộ phận kỹ thuật lên kế hoạch bảo trì phòng ngừa, thay vì chờ sự cố xảy ra.
- ✓ Giảm thời gian ngừng máy ngoài kế hoạch, giúp doanh nghiệp tiết kiệm chi phí và tránh mất sản lượng.
- ✓ Tăng hiệu quả sử dụng thiết bị, nâng cao tuổi thọ máy móc.

- *Tính khả thi triển khai trong thực tế:*

K-NN là mô hình không cần huấn luyện (non-parametric), không yêu cầu quá nhiều điều chỉnh mô hình hay siêu tham số, dễ triển khai ban đầu.

Mô hình có thể hoạt động tốt với các bộ dữ liệu lịch sử bảo trì (maintenance log), sensor readings, vibration, nhiệt độ, thời gian hoạt động, v.v.

Nếu được tích hợp với hệ thống giám sát máy móc (SCADA, IoT), có thể trở thành công cụ giám sát thông minh thời gian thực cho dây chuyền sản xuất.

### *6.4.2 Hạn chế của KNN*

Mô hình KNN có ưu điểm là đơn giản, trực quan và không cần huấn luyện phức tạp. Tuy nhiên, trong các bài toán công nghiệp như dự đoán hỏng hóc thiết bị, nó bộc lộ một số điểm yếu quan trọng:

Bảng 6.13: Hạn chế của KNN

| **Hạn chế** | **Vấn đề** | **Tác động trong thực tế** | **Ảnh hưởng trong thực tế công nhiệp** | **Ví dụ** |
|---|---|---|---|---|
| **Chi phí tính toán cao với dữ liệu lớn** | - KNN là mô hình lazy learning, không huấn luyện trước. Khi dự đoán, nó phải tính khoảng cách giữa điểm cần dự đoán và tất cả các điểm trong tập huấn luyện.<br>- Nếu tập dữ liệu có hàng chục ngàn hoặc hàng triệu mẫu, việc tính toán này rất tốn thời gian và tài nguyên. | - Trong môi trường sản xuất với hàng triệu dòng dữ liệu cảm biến theo thời gian thực, hệ thống sẽ không thể phản hồi kịp thời nếu dựa vào KNN.<br>- Điều này nguy hiểm trong bảo trì, vì việc cảnh báo chậm trễ có thể dẫn đến hỏng hóc thiết bị ngoài ý muốn. | Chậm, khí dùng trong hệ thống real-time | Giả sử hệ thống thu thập dữ liệu từ 50 cảm biến mỗi phút → 72.000 bản ghi/ngày. KNN sẽ phải so sánh mỗi mẫu mới với toàn bộ 72.000 điểm → quá chậm nếu không có xử lý song song hoặc tối ưu hóa. |
| **Nhạy cảm với dữ liệu nhiễu** | - KNN không có cơ chế nội tại để xử lý nhiễu. Nếu trong tập dữ liệu có các điểm sai lệch (outlier), chúng vẫn ảnh hưởng như | Trong các hệ thống máy móc, đôi khi cảm biến có lỗi đọc (ví dụ do rung, bụi, nhiệt độ cao). Nếu không | Báo động giả hoặc sai sót lỗi | Một thiết bị vẫn hoạt động bình thường nhưng cảm biến nhiệt độ ghi nhận đột biến 150°C do |

| Hạn chế | Vấn đề | Tác động trong thực tế | Ảnh hưởng trong thực tế công nhiệp | Ví dụ |
|---|---|---|---|---|
| | các điểm bình thường khi tính khoảng cách.<br>- Khi khoảng cách giữa một điểm nhiễu và điểm test nhỏ hơn điểm đúng, kết quả phân loại sẽ bị sai lệch. | loại bỏ các điểm bất thường này, KNN dễ báo động sai (false alarm) hoặc bỏ sót sự cố thực sự. | | lỗi → KNN sẽ xem đó là dấu hiệu hỏng và cảnh báo sai. |
| **Không xử lý tốt dữ liệu cân bằng** | - Trong bài toán bảo trì, dữ liệu lỗi thường rất ít (ví dụ: chỉ 2% dữ liệu là "sắp hỏng", còn lại 98% là "bình thường").<br>- Khi dùng KNN, nếu không xử lý mất cân bằng, các điểm "bình thường" sẽ áp đảo các điểm hàng xóm gần, khiến mô hình bỏ sót các lỗi hiếm gặp. | Hệ thống có thể không cảnh báo đúng lúc khi có dấu hiệu hỏng, gây hậu quả lớn về vận hành và an toàn. | Dễ bỏ sót lỗi hiếm gặp | Với k = 5: nếu chỉ có 1 trong 5 hàng xóm là điểm "sắp hỏng", còn 4 là "bình thường" → kết quả là dự đoán "bình thường" dù có tín hiệu cảnh báo. |
| **Không khai thác được mối quan hệ** | - KNN chỉ dựa trên khoảng cách giữa các điểm mà không học được cấu trúc ẩn trong dữ liệu (ví dụ mối quan hệ phi tuyến giữa | Thiết bị có thể chỉ hỏng khi kết hợp nhiều yếu tố: ví dụ rung > 5mm/s và nhiệt độ > 80°C. KNN không tự | Giới hạn khả năng hiểu sâu nguyên nhân hỏng hóc | Các mô hình như cây quyết định, random forest hoặc mạng nơ-ron có khả năng học |

| Hạn chế | Vấn đề | Tác động trong thực tế | Ảnh hưởng trong thực tế công nhiệp | Ví dụ |
|---|---|---|---|---|
| **phức tạp giữa các biến** | nhiệt độ, độ rung và áp suất).<br>- Các biến tương quan theo cách phi tuyến có thể không thể hiện rõ bằng khoảng cách Euclidean. | phát hiện được mối liên hệ này. | | được quy tắc phi tuyến kiểu này → hiệu quả hơn. |
| **Phụ thuộc mạnh vào việc chuẩn hoá dữ liệu** | - KNN tính khoảng cách theo các đặc trưng. Nếu một đặc trưng có giá trị lớn hơn nhiều so với các đặc trưng còn lại, nó sẽ chi phối toàn bộ khoảng cách, gây thiên lệch.<br>- Cần chuẩn hóa dữ liệu kỹ càng (Min-Max, Z-score, v.v.). | Nếu "số giờ hoạt động" của máy là 10.000 giờ, còn "nhiệt độ" dao động 20–80°C → khoảng cách bị áp đảo bởi đặc trưng "giờ hoạt động". | Dự đoán sai nếu dữ liệu chưa xử lý kỹ | |

## 6.5 Hướng cải tiến

### *6.5.1 Kết hợp với giảm chiều dữ liệu (PCA - Principal Component Analysis)*

PCA giúp giảm bớt số lượng các đặc trưng đầu vào (features) mà vẫn giữ được phần lớn thông tin quan trọng. Khi sử dụng PCA:

- Giảm bớt độ phức tạp của dữ liệu: Dữ liệu với nhiều đặc trưng có thể làm cho KNN trở nên chậm và tốn tài nguyên. PCA giúp loại bỏ các đặc trưng dư thừa, làm cho việc tính toán khoảng cách nhanh hơn và mô hình dễ dàng vận hành.

- Cải thiện hiệu suất mô hình: Bằng cách giảm chiều dữ liệu, PCA có thể giúp KNN tránh bị ảnh hưởng bởi các tính năng không cần thiết hoặc nhiễu.

***Cách thực hiện:***

*Áp dụng PCA để giảm chiều dữ liệu:* PCA là một phương pháp giảm chiều dữ liệu tuyến tính, giúp chuyển đổi dữ liệu gốc thành một tập hợp các thành phần chính (principal components) mới, sao cho các thành phần này giữ lại phần lớn phương sai của dữ liệu gốc. Trước khi áp dụng KNN, sử dụng PCA để giảm số lượng đặc trưng, giúp mô hình hoạt động hiệu quả hơn trên không gian dữ liệu mới.

*Chọn số lượng thành phần chính phù hợp:* Lựa chọn số lượng thành phần chính sao cho tỉ lệ biến thiên của dữ liệu được giữ lại cao, thường là trên 90%. Điều này đảm bảo rằng phần lớn thông tin quan trọng trong dữ liệu gốc vẫn được bảo toàn sau khi giảm chiều.

***Ưu điểm:***

- *Giảm độ phức tạp tính toán:* Việc giảm số lượng đặc trưng giúp KNN hoạt động nhanh hơn, đặc biệt là khi xử lý các tập dữ liệu lớn với nhiều chiều.
- *Tăng tốc độ dự đoán:* KNN không cần huấn luyện trước, nhưng việc tính khoảng cách giữa các điểm dữ liệu trong không gian nhiều chiều có thể rất tốn thời gian. PCA giúp giảm số chiều, từ đó tăng tốc độ dự đoán mà không làm mất quá nhiều thông tin quan trọng.
- *Giảm thiểu ảnh hưởng của nhiễu và đặc trưng không quan trọng*: PCA giúp loại bỏ các đặc trưng ít đóng góp vào phương sai của dữ liệu, từ đó giảm thiểu ảnh hưởng của nhiễu và cải thiện độ chính xác của mô hình.

***Nhược điểm***

- *Mất mát thông tin quan trọng:* PCA tập trung vào việc giữ lại phương sai lớn nhất trong dữ liệu, nhưng không đảm bảo rằng các thành phần chính giữ lại sẽ phù hợp nhất cho nhiệm vụ phân loại hoặc hồi quy. Điều này có thể dẫn đến mất mát thông tin quan trọng đối với mô hình dự đoán, đặc biệt khi lựa chọn số lượng thành phần chính không hợp lý.
- *Không phù hợp với dữ liệu phi tuyến:* PCA là một phương pháp tuyến tính, do đó không hiệu quả khi dữ liệu có cấu trúc phi tuyến.

- *Yêu cầu chuẩn hóa dữ liệu:* Trước khi áp dụng PCA, dữ liệu cần được chuẩn hóa để đảm bảo rằng các đặc trưng có cùng đơn vị đo lường và phạm vi giá trị, tránh việc các đặc trưng có phương sai lớn chi phối kết quả của PCA.

### *6.5.2 Điều chỉnh siêu tham số*

Việc điều chỉnh các siêu tham số trong KNN, đặc biệt là k (số lượng láng giềng gần nhất) và distance metric (đo lường khoảng cách), có thể giúp tối ưu hóa mô hình cho từng bài toán cụ thể.

*Phương pháp tối ưu:*

*Grid Search hoặc Random Search:* Đây là những kỹ thuật tìm kiếm tự động để xác định giá trị tối ưu của k và distance metric.

- Grid Search thử tất cả các tổ hợp có thể trong một lưới định nghĩa trước.
- Random Search chọn ngẫu nhiên một số tổ hợp để thử nghiệm, giúp giảm thời gian so với Grid Search.

*K-fold Cross-Validation:* Dữ liệu được chia thành k phần, mô hình được huấn luyện trên k−1 phần và kiểm tra trên phần còn lại. Quá trình lặp lại k lần, đảm bảo đánh giá tổng quát hơn và giúp tránh overfitting trong khi chọn siêu tham số.

***Ưu điểm:***

- *Cải thiện hiệu suất mô hình:* Việc lựa chọn đúng siêu tham số giúp KNN đưa ra dự đoán chính xác hơn và phản ánh đúng bản chất dữ liệu.
- *Tối ưu hóa theo bài toán cụ thể*: Thay vì dùng các giá trị mặc định, việc tinh chỉnh siêu tham số giúp mô hình thích nghi tốt hơn với từng loại dữ liệu khác nhau.

***Nhược điểm:***

- *Chi phí tính toán cao:* Việc thử nghiệm với nhiều giá trị siêu tham số có thể tiêu tốn thời gian và tài nguyên tính toán.
- *Dễ bị overfitting nếu không dùng phương pháp cross-validation đúng cách:* Nếu chỉ tối ưu hóa trên một tập dữ liệu duy nhất mà không kiểm tra qua nhiều tập con, mô hình có thể quá khớp và kém hiệu quả khi áp dụng thực tế.

### *6.5.3 Tích hợp với mô hình học sâu*

Mặc dù thuật toán KNN đơn giản và hiệu quả với dữ liệu nhỏ, nhưng trong các bài toán phức tạp – đặc biệt là với dữ liệu có tính chất phi tuyến hoặc chiều cao – hiệu quả của KNN sẽ giảm đáng kể. Để nâng cao khả năng dự đoán, KNN có thể được tích hợp với các mô hình học sâu như Autoencoders hoặc Convolutional Neural Networks (CNNs). Sự kết hợp này giúp mô hình học được các đặc trưng sâu và trừu tượng hơn từ dữ liệu đầu vào, từ đó cải thiện độ chính xác của KNN trong bước dự đoán cuối.

***Cách thực hiện***

- *Sử dụng Autoencoders để giảm chiều dữ liệu:* Autoencoder là một mạng nơ-ron dùng để học biểu diễn nén của dữ liệu đầu vào. Sau khi giảm chiều và giữ lại các đặc trưng quan trọng, ta áp dụng KNN trên không gian đặc trưng này để dự đoán hoặc phân loại.
- *Sử dụng CNN để trích xuất đặc trưng:* Trong các bài toán xử lý hình ảnh hoặc tín hiệu phức tạp từ cảm biến (sensor), CNN giúp tự động trích xuất các đặc trưng sâu. Sau khi trích xuất, ta sử dụng đầu ra của CNN (thường là vector đặc trưng) làm đầu vào cho KNN để thực hiện phân loại hoặc hồi quy.

***Ưu điểm***

- *Khả năng học phi tuyến mạnh mẽ:* Các mô hình học sâu như Autoencoders và CNNs có khả năng phát hiện những mẫu và quan hệ phi tuyến, phức tạp trong dữ liệu – điều mà KNN đơn thuần không thể thực hiện.
- *Tăng cường tính chính xác của KNN*: Khi đặc trưng đầu vào đã được học và trích xuất một cách tối ưu, việc sử dụng KNN để phân loại sẽ cho kết quả chính xác hơn so với khi áp dụng trực tiếp trên dữ liệu gốc.

***Nhược điểm***

- *Tốn tài nguyên tính toán:* Các mô hình học sâu yêu cầu nhiều tài nguyên phần cứng (GPU, RAM) và kỹ năng kỹ thuật cao để thiết kế, huấn luyện và tối ưu mô hình.
- *Yêu cầu dữ liệu lớn:* Deep Learning hoạt động hiệu quả nhất khi có lượng dữ liệu đủ lớn. Trong trường hợp dữ liệu ít, việc kết hợp này có thể không mang lại hiệu quả đáng kể hoặc thậm chí gây quá khớp (overfitting).

## 6.6. Kết luận

### *6.6.1 Tóm tắt đóng góp chính của nghiên cứu.*

Nghiên cứu này đã tập trung vào việc ứng dụng mô hình K-Nearest Neighbors (KNN) trong việc dự đoán hỏng hóc thiết bị, đặc biệt trong môi trường sản xuất. Những đóng góp chính của nghiên cứu bao gồm:

- *Áp dụng KNN vào dự đoán hỏng hóc*: Mô hình KNN đã được áp dụng để phân loại các thiết bị có nguy cơ hỏng hóc dựa trên các đặc trưng dữ liệu từ các cảm biến. Việc dự đoán sớm hỏng hóc giúp giảm thiểu chi phí bảo trì và tối ưu hóa hiệu suất sản xuất.

- *Đánh giá hiệu quả của KNN*: Mô hình KNN đã được đánh giá với các chỉ số hiệu suất như độ chính xác, độ nhạy và độ đặc hiệu, giúp hiểu rõ khả năng dự đoán của mô hình trong các tình huống thực tế.

- *Nhận diện các hạn chế của KNN*: Nghiên cứu chỉ ra rằng KNN gặp phải các vấn đề về chi phí tính toán cao và nhạy cảm với dữ liệu nhiễu, đặc biệt khi làm việc với dữ liệu lớn.

- *Đề xuất các cải tiến:* Các phương pháp cải tiến như kết hợp với PCA,tích hợp với mô hình học sâu đã được đề xuất để tăng cường hiệu quả của mô hình, giúp giảm thiểu thời gian tính toán và cải thiện độ chính xác.

### *6.6.2 Nêu ra tiềm năng áp dụng thực tế và các hướng nghiên cứu tiếp theo.*

➢ *Tiềm năng áp dụng thực tế:*

- Mô hình KNN có tiềm năng áp dụng rộng rãi trong các lĩnh vực dự đoán bảo trì thiết bị, đặc biệt trong các ngành công nghiệp chế tạo, xử lý dữ liệu cảm biến, và quản lý sản xuất thông minh. Các doanh nghiệp có thể sử dụng mô hình này để:
- Dự đoán và ngăn ngừa hỏng hóc thiết bị: Từ đó tiết kiệm chi phí bảo trì và tối ưu hóa quy trình sản xuất.
- Giảm thiểu thời gian chết (downtime): Việc dự đoán sớm giúp các doanh nghiệp lên kế hoạch bảo trì đúng lúc, tránh sự cố bất ngờ ảnh hưởng đến dây chuyền sản xuất.
- Cải thiện quy trình sản xuất: Mô hình KNN có thể được tích hợp vào hệ thống Internet of Things (IoT) để theo dõi và phân tích tình trạng của các thiết bị trong thời gian thực.

➢ *Hướng nghiên cứu tiếp theo:*

Mặc dù mô hình KNN đã cho thấy kết quả khả quan, nhưng vẫn còn nhiều khía cạnh có thể nghiên cứu và cải tiến. Các hướng nghiên cứu tiếp theo có thể bao gồm:

- Kết hợp KNN với các mô hình học sâu: Việc kết hợp KNN với các phương pháp học sâu như Autoencoders hoặc CNNs có thể giúp mô hình học các đặc trưng phi tuyến và nâng cao khả năng dự đoán.

- Nâng cao khả năng mở rộng của mô hình: Nghiên cứu thêm về các phương pháp phân tán và song song hóa để cải thiện hiệu suất khi làm việc với dữ liệu lớn và phức tạp.

- Ứng dụng với dữ liệu đa dạng: Mở rộng việc áp dụng KNN với các loại dữ liệu khác nhau như dữ liệu hình ảnh từ camera giám sát, dữ liệu âm thanh từ cảm biến, hay dữ liệu văn bản từ hệ thống ghi nhận thông tin bảo trì.

- Tích hợp với hệ thống tự động hóa: Nghiên cứu việc tích hợp mô hình KNN vào các hệ thống tự động hóa trong sản xuất để đưa ra cảnh báo hoặc thực hiện bảo trì tự động dựa trên kết quả dự đoán.

- Nghiên cứu tiếp theo có thể hướng đến việc tinh chỉnh mô hình để phù hợp hơn với các ngành công nghiệp cụ thể, cải thiện khả năng xử lý thời gian thực, và tích hợp sâu hơn với các hệ thống quản lý sản xuất hiện đại.

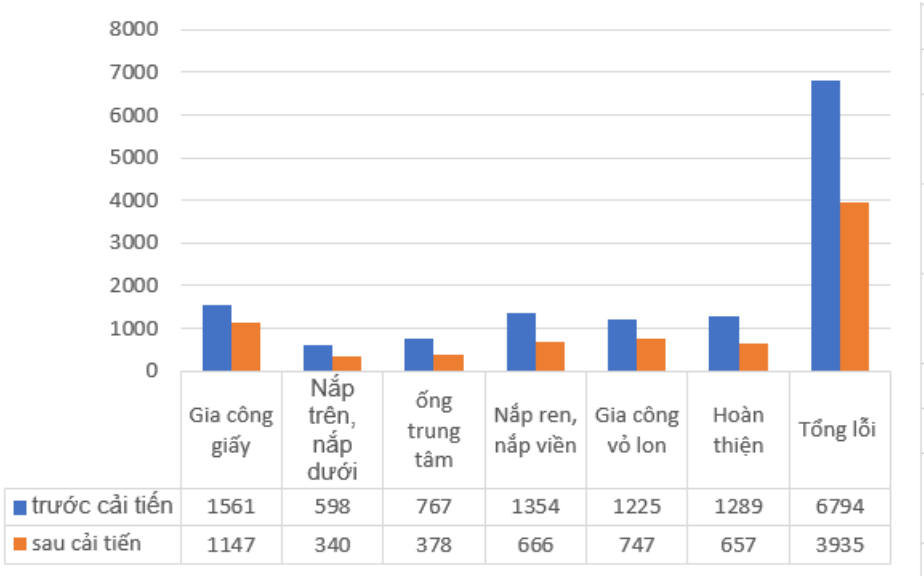
### 6.7 Đánh giá hiệu quả sau khi cải tiến:

Do hạn chế của đề tài nên chỉ giới hạn ở mức xây dựng kế hoạch triển khai cải tiến mà chưa đưa áp dụng thực tế nên việc đánh giá chỉ dừng ở mức đánh giá kết quả kỳ vọng. và chỉ tập trung đánh giá kết quả thực hiện cải tiến con người và máy móc. Sau khi tiến hành áp dụng phương pháp FMEA và mô hình học máy trong thời gian 3 tháng từ tháng 2 đến tháng 5 năm 2025 thì em đánh giá được hiệu quả sau khi áp dụng thông qua bảng sau:

Bảng 6.14: Số lượng sản phẩm lỗi trước và sau cải tiến

| Tên công đoạn | Số lượng trước cải tiến | Số lượng sau cải tiến |
|---|---|---|
| Gia công giấy | 1561 | 1147 |
| Nắp trên, nắp dưới | 598 | 340 |
| ống trung tâm | 767 | 378 |
| Nắp ren, nắp viền | 1354 | 666 |
| Gia công vỏ lon | 1225 | 747 |
| Hoàn thiện | 1289 | 657 |
| **Tổng** | 6794 | 3935 |

Từ bảng trên ta vẽ được biểu đồ so sánh lỗi ở mỗi công đoạn trước và sau cải tiến




Hình 6.26 Biểu đồ so sánh lỗi trước và sau cải tiến

### *6.7.1 Thực hiện FMEA lần thứ 2*

Sau khi triển khai hành động, đề xuất và thực hiện các hành động khắc phục. để đánh giá hiệu quả thực hiện, tiếp tục tiến hành đánh giá các chỉ số RPN lần thứ 2, kết quả dưới bảng sau:

Bảng 6.15: Đánh giá RPN lần 2

| **Dạng sai lỗi** | **S2** | **02** | **D2** | **RPN2** |
|---|---|---|---|---|
| Kích thước không đạt tiêu chuẩn | 3 | 4 | 4 | 48 |
| Điểm hàn không dính, điểm hàn bị cháy | 2 | 4 | 4 | 32 |
| Lỗ van bị vênh | 3 | 4 | 4 | 48 |
| Lỗ thoát dầu đột không đứt hoàn toàn | 4 | 3 | 5 | 60 |
| Vỏ bị khuyết vành | 5 | 2 | 3 | 30 |
| Ghép mí không đạt | 8 | 1 | 4 | 32 |

***Mức Sigma sau khi cải tến***

Sau khi đề ra những chính sách cải tiến cho máy móc và con người. kết quả sự kiến đạt được sau khi tập trung vào 6 lỗi nghiêm trọng. giả sử tổng sản lượng kiểm tra của 3 tháng đầu năm 2025 là 9.110 sản phẩm, tổng số lỗi là 3935 lỗi. Ta tính được cấp độ Sigma sau cải tiến như sau:

Hệ số Six Sigma sẽ được xác định dựa trên số khuyết tật xảy ra trên một triệu cơ hội là DPMO

$$\textbf{DPMO} = \frac{\text{Số khuyết tật} \times 1.000.000}{\text{Số đơn vị sản xuất} \times \text{Số xẩy ra khuyết tật}}$$

Tổng số cơ hội xảy ra khuyết tật = số lượng kiểm tra x số cơ hội xảy ra

$$= 9.110 \text{ x } 34 = 309.740$$

$$\textbf{DPMO} = \frac{3.935 \times 1.000.000}{309.740} = 12.704$$

Số lỗi trên mỗi đơn vị: DPU = $\frac{\text{Số khuyết tật}}{\text{Số đơn vị sản xuất}} = \frac{3.935}{9.110} = 0.43$

Số lỗi trên mỗi cơ hội: DPO = $\frac{\text{Số khuyết tật}}{\text{Số đơn vị sản xuất} \times \text{Số xẩy ra khuyết tật}}$

$$= \frac{3.935}{309.740} = 0.0127$$

Lợi nhuận = 1- DPO = 1 – 0.0127 = 0.987

Sigma = Norm.S.Inv ( lợi nhuận) + 1.5 = 2.226 + 1.5 = 3.7

Vậy ta có DPMO = 12.704 theo bảng quy đổi hệ số Sigma thì thương ứng vớu hệ số Sigma = 3.7

Như vậy, sau khi áp dụng các phương pháp cải tiến chất lượng sản phẩm công ty đã đạt mức Sigam từ 3.5 lên 3.7

# CHƯƠNG 7 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

## 7.1 Kết luận

Đề tài "Nâng cao chất lượng sản sảm phẩm tại công ty Vafi thông qua áp dụng FMEA và tối ưu dự đoán bảo trì bằng học máy" đã trình bày về mức độ lỗi của sản phẩm và một số vấn đề cần giải quyết để nâng cao chất lượng sản phẩm cũng như là giải pháp khắc phục được đưa ra.

Đề tài đã phân tích và tìm ra nguyên nhân của những lỗi ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng và quy trình sản xuất của bộ lọc dầu, mức độ nghiêm trọng và độ ưu tiên thực hiện các giải pháp cải tiến cần giảm thiểu lỗi sản phẩm.

Để giải quyết các nguyên nhân gây ra lỗi, bằng những kiến thức được học và tham khảo các tài liệu, em đã đề xuất các giải pháp sau:

- Ứng dụng 5S tạo nền tảng để giải quyết các vấn đề gây nên lỗi bởi yếu tố con người.

- Sử dụng Kanban trong sản xuất có thể mang lại nhiều lợi ích cho quy trình sản xuất, giúp tăng cường hiệu quả và chất lượng của sản phẩm.

- Sử dụng chương trình dự đoán bảo trì bằng học máy để có thể dự đoán được thời gian máy có thể được bảo trì. Sau khi áp dụng các biện pháp cải tiến thì các lỗi được khắc phục và sản phẩm lỗi giảm đáng kể.

Với số liệu tính toán được thì đối với thang đo mức độ 6 Sigma trong công ty thì hiện tại công ty đang ở mức 3.5 Sigma và với mục tiêu sau thời gian ngắn thực hiện các giải pháp đã nâng mức Sigma lên 3.7 Sigma.

Tuy nhiên, đề tài có một số hạn chế như sau:

- Đề tài hạn chế ở mức xây dựng kế hoạch triển khai mà chưa áp dụng vào thực tiễn nên chỉ có đánh giá hiệu quả của phương pháp dựa trên dựa trên kì vọng mong muốn.

- Do bị hạn chế của đề tài nên việc thu thập dữ liệu còn ít và khó khăn nên tính chính xác chưa được cao.

## 7.2 Kiến nghị

Trong quá trình thực hiện đồ án còn hạn chế về mặt thời gian và nguồn lực nên đồ án chưa thể thực hiện được nhiều vấn đề đang tồn đọng tại công ty. Tôi xin đưa ra một số kiến nghị như sau:

- Công ty cần nên chú trọng đào tạo, trao dồi kinh nghiệm và nhận thức của người công nhân để có thể đạt được các kết quả mong muốn trong việc cải tiến chất lượng sản phẩm hay nâng cao năng lực sản xuất của công ty.

- Khuyết khích, động viên nhân viên: Trong tình hình hiện nay của công ty thì yếu tố lãnh đạo là một trong những yếu tố tích cực trong việc cải tiến quá trình. Với việc xây dựng hệ thống này sẽ góp phần nâng cao ý thức trách nhiệm đồng thời cũng khuyến khích sự sáng tạo của nhân viên trong các sáng kiến cải tiến, góp phần dần nâng cao chất lượng sản phẩm và dịch vụ của công ty. Ngoài ra, Công ty cần duy trì thực hiện các giải pháp cải tiến để loại bỏ các nguyên nhân gây ra lỗi ở các bộ phận. Theo dõi, thu thập và thực hiện đầy đủ để mang lại hiệu quả của quá trình cải tiến.

- Xưởng sản xuất nên phối hợp với phòng kỹ thuật làm tốt khâu kiểm tra và bảo quản máy. Đồng thời bộ phận sản xuất nên kết hợp chặt chẽ với bộ phận chất lượng để có thể nắm bắt tường tận các loại lỗi xảy ra trên dây chuyền và đưa ra những biện pháp khắc phục phù hợp nhất, hiệu quả nhất. Luôn bảo quản và vệ sinh máy móc, kiểm tra thường xuyên để máy có thể hoạt động tốt nhất, tránh các trường hợp lỗi xảy ra.

- Từ những kết quả ban đầu tích cực khi áp dụng mô hình KNN để dự đoán thời điểm bảo trì máy móc, công ty nên xem xét đầu tư nâng cấp hệ thống bảo trì dự đoán theo hướng dài hạn. Cụ thể, cần mở rộng thu thập dữ liệu cảm biến theo thời gian thực như rung động, nhiệt độ, và áp suất để tăng độ chính xác mô hình.

- Ngoài ra, việc tích hợp các phương pháp học máy tiên tiến như giảm chiều dữ liệu bằng PCA, tối ưu siêu tham số, và ứng dụng mạng nơ-ron sâu (Deep Learning) sẽ giúp cải thiện hiệu quả dự báo trong môi trường sản xuất có tính biến động cao.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Lê Thị Huỳnh Ạnh, *"sản xuất tinh gọn"*

[2] Dr. John Man, *"Lean Six Sigma training documents" (2012).*

[3] Nhà xuất bản Hồng Đức, *"5S – Nội dung cơ bản và hướng dẫn thực hiện".*

[4] https://codelearn.io/sharing/thuat-toan-k-nearest-neighbors-knn

[5] William J. Stevenson, *"Operations Management".*

[6] Nhà xuất bản Hồng Đức, *"Lean – Nội dung cơ bản và hướng dẫn áp dụng".*

[7] Tài liệu công ty Vafi

[8]https://scikitlearn.org/stable/modules/generated/sklearn.neighbors.NearestNeighbors.html#sklearn.neighbors.NearestNeighbors