

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

# ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

CHUYÊN NGÀNH: QUẢN LÝ CÔNG NGHIỆP

## CHỦ ĐỀ

ỨNG DỤNG CÂN BẰNG CHUYỀN NÂNG CAO  
HIỆU SUẤT DÂY CHUYỀN BOOMBOX3 BT  
TẠI CÔNG TY TNHH ĐIỆN KHÍ  
QUỐC QUANG VIỆT NAM

Giảng viên: TS. NGUYỄN HỒNG NGUYỄN

Sinh viên: VÕ NGỌC VÂN THÙY

Mã sinh viên: 118210205

Lớp: 21QLCN2

Đà Nẵng, 25/6/2025

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

# ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

CHUYÊN NGÀNH: QUẢN LÝ CÔNG NGHIỆP

## CHỦ ĐỀ

ỨNG DỤNG CÂN BẰNG CHUYỀN NÂNG CAO  
HIỆU SUẤT DÂY CHUYỀN BOOMBOX3 BT  
TẠI CÔNG TY TNHH ĐIỆN KHÍ  
QUỐC QUANG VIỆT NAM

Giảng viên: TS. NGUYỄN HỒNG NGUYỄN

Sinh viên: VÕ NGỌC VÂN THÙY

Mã sinh viên: 118210205

Lớp: 21QLCN2

Đà Nẵng, 25/6/2025

(Ký, ghi rõ họ tên)

## **NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN PHẢN BIỆN**

### **I. Thông tin chung**

- |                                                                                                                                  |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1. Họ và tên: Võ Ngọc Vân Thùy                                                                                                   | Mã số sinh viên: 118210205 |
| 2. Lớp: 21QLCN2                                                                                                                  | Khoa: Quản lý dự án        |
| 3. Tên đề tài: Ứng dụng cân bằng chuyển nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam. |                            |
| 4. Giáo viên phản biện:                                                                                                          | Học hàm/ học vị:           |

### **II. Nhận xét, đánh giá đồ án tốt nghiệp**

1. Về tính cấp thiết, tính mới, khả năng ứng dụng của đề tài

.....

.....

2. Về kết quả giải quyết các nội dung nhiệm vụ yêu cầu của đồ án

.....

.....

3. Về hình thức, cấu trúc, bố cục của đồ án tốt nghiệp

.....

.....

4. Đề tài có giá trị khoa học/ có bài báo/ giải quyết vấn đề đặt ra của doanh nghiệp hoặc nhà trường

.....

5. Các tồn tại, thiếu sót cần bổ sung, chỉnh sửa

| TT        | Các tiêu chí đánh giá                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Điểm tối đa | Điểm đánh giá |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
| <b>1</b>  | <b><i>Sinh viên có phương pháp nghiên cứu phù hợp, giải quyết đủ nhiệm vụ đề án được giao</i></b>                                                                                                                                                                                                                       | <b>70</b>   |               |
| <b>1a</b> | Tính mới (nội dung chính của ĐATN có những phần mới so với các ĐATN trước đây).<br>Đề tài có giá trị khoa học, công nghệ; có thể ứng dụng thực tiễn.                                                                                                                                                                    | 10          |               |
| <b>1b</b> | Kỹ năng giải quyết vấn đề; hiểu, vận dụng được kiến thức cơ bản, cơ sở, chuyên ngành trong vấn đề nghiên cứu.<br>Chất lượng nội dung ĐATN (thuyết minh, bản vẽ, chương trình, mô hình, ...)                                                                                                                             | 50          |               |
| <b>1c</b> | Có kỹ năng vận dụng thành thạo phần mềm ứng dụng trong vấn đề nghiên cứu (thể hiện qua kết quả tính toán bằng phần mềm);<br>Có kỹ năng sử dụng tài liệu tiếng nước ngoài liên quan vấn đề nghiên cứu (thể hiện qua các tài liệu tham khảo);<br>Có kỹ năng làm việc nhóm (đánh giá đối với đề tài do nhóm SV thực hiện); | 10          |               |
| <b>2</b>  | <b><i>Kỹ năng viết</i></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>30</b>   |               |
| <b>2a</b> | Bố cục hợp lý, lập luận rõ ràng, chặt chẽ, lời văn súc tích                                                                                                                                                                                                                                                             | 20          |               |
| <b>2b</b> | Thuyết minh đề án không có lỗi chính tả, in ấn, định dạng                                                                                                                                                                                                                                                               | 10          |               |
| <b>3</b>  | <b><i>Tổng điểm đánh giá theo thang 100</i></b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>100</b>  |               |
|           | <b>Quy về thang 10 (lấy đến 1 số lẻ)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |               |

Câu hỏi đề nghị sinh viên trả lời trong buổi bảo vệ (làm dấu chấm dòng)

Đề nghị:    ☐ Được bảo vệ đề án        ☐ Bổ sung để bảo vệ        ☐ Không được bảo vệ

Đà Nẵng, ngày 25 tháng 6 năm 2025

**Giáo viên phản biện**

(Ký, ghi rõ họ tên)

## TÓM TẮT

Tên đề tài: Ứng dụng cân bằng chuyền nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam.

Tên sinh viên: Võ Ngọc Văn Thùy

Mã sinh viên: 118210205

Lớp: 21QLCN2

Nhận thấy những tồn tại trong thực tiễn, đề tài tập trung vào việc cải tiến dây chuyền lắp ráp BOOMBOX3 BT tại Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam thông qua phương pháp đo thời gian (Time Study) nhằm xác định các công đoạn gây lãng phí và tắc nghẽn. Từ kết quả thu được, các công đoạn được bố trí lại hợp lý và quy trình sản xuất được cải tiến theo nguyên tắc Kaizen (ECRS), góp phần cân bằng chuyền, giảm lãng phí và nâng cao hiệu suất hoạt động.

Mục đích chính của chủ đề này là giảm thời gian di chuyển của người vận hành, thiết lập quy trình làm việc cố định, giảm lãng phí trong quá trình làm việc và phân chia các trạm làm việc áp dụng cân bằng dây chuyền trên dây chuyền lắp ráp của công ty. Từ đó sẽ giảm thời gian và chi phí sản xuất tại Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam.

## **NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

Tên sinh viên: Võ Ngọc Văn Thùy

Mã sinh viên: 118210205

Lớp: 21QLCN2

Khoa: Quản lý dự án

Chuyên ngành: Quản lý Công nghiệp

*1. Tên đề tài dự án:* Ứng dụng cân bằng chuyền nâng cao hiệu suất dây chuyền

BOOMBOX3 BT tại Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam.

*2. Số liệu và số liệu gốc:*

Hướng dẫn công việc cho dây chuyền lắp linh kiện và dây chuyền lắp ráp thành phẩm BOOMBOX3 BT nhằm hiệu quy trình và nội dung công việc.

Thông tin chung về Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam.

Tình hình hiện tại tại công ty bao gồm nhu cầu của khách hàng, hướng dẫn công việc, các bước chi tiết, nghiên cứu thời gian...

*3. Nội dung trình diễn, tính toán:*

Chương 1: Giới thiệu

Chương 2: Các nguyên tắc cơ bản của lý thuyết và phương pháp luận

Chương 3: Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

Chương 4: Phân tích thực trạng tại doanh nghiệp

Chương 5: Cải tiến quy trình

Chương 6: Kết luận và hiệu quả cải tiến

*4. Tên giảng viên:* Tiến sĩ Nguyễn Hồng Nguyên

*5. Ngày giao dự án:* 25 /6/2025

*6. Ngày hoàn thành dự án:* 15/6/2025

Đà Nẵng, ngày 25 tháng 6 năm 2025

**Người hướng dẫn**

(Ký tên, họ tên)

## LỜI TỰA

Trong kỷ nguyên công nghệ số, loa thông minh (loa Bluetooth) không chỉ đơn thuần là một thiết bị phát nhạc mà còn trở thành một phần không thể thiếu trong hệ sinh thái nhà thông minh. Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ kết nối không dây, trí tuệ nhân tạo và nhu cầu trải nghiệm âm thanh cao cấp đã thúc đẩy ngành công nghiệp loa Bluetooth không ngừng đổi mới. Cuộc đua trên thị trường ngày càng gay gắt với sự tham gia của nhiều tập đoàn công nghệ lớn, đòi hỏi các doanh nghiệp sản xuất phải tối ưu hóa quy trình, nâng cao hiệu suất và giảm chi phí để duy trì lợi thế cạnh tranh.

Tại Việt Nam, lĩnh vực sản xuất loa Bluetooth đang trên đà phát triển, nhưng vẫn đối mặt với nhiều thách thức về năng suất và hiệu quả vận hành. Trong bối cảnh đó, việc cải tiến quy trình sản xuất để tăng tính linh hoạt, giảm thiểu lãng phí và nâng cao hiệu suất là điều tất yếu. Một trong những phương pháp quan trọng giúp giải quyết bài toán này là cân bằng chuyền – kỹ thuật giúp tối ưu hóa sự phân bổ công việc trên dây chuyền sản xuất, giảm thời gian chờ và tăng hiệu suất tổng thể.

Nhận thức được tầm quan trọng của vấn đề này, tôi đã thực hiện đề tài "Ứng dụng cân bằng chuyền nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam". Đề tài tập trung vào việc phân tích thực trạng dây chuyền, đề xuất các giải pháp cân bằng chuyền và đánh giá hiệu quả cải tiến.

Trong suốt thời gian hoàn thành luận văn tốt nghiệp, người hướng dẫn tôi cũng như tất cả các thành viên trong nhóm của tôi (bộ phận IE - Kỹ thuật Công nghiệp) luôn sẵn sàng hỗ trợ tôi. Ngoài ra, giảng viên của tôi – Tiến sĩ Nguyễn Hồng Nguyên đã kiểm tra và cho tôi rất nhiều lời khuyên để hoàn thành dự án. Sự giúp đỡ quý báu này đã giúp tôi hoàn thành dự án với nhiều bài học thực tiễn quan trọng.

Dù đã nỗ lực hết mình, nhưng luận văn không thể tránh khỏi những thiếu sót. Tôi hy vọng sẽ nhận được những ý kiến đóng góp từ thầy cô để có thể hoàn thiện hơn trong tương lai.

Xin chân thành cảm ơn!

## **CAM ĐOAN**

Tôi xin đảm bảo rằng luận văn tốt nghiệp "Ứng dụng cân bằng chuyển nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam" đã được chính tôi thực hiện dưới sự hướng dẫn của giảng viên Nguyễn Hồng Nguyên với các tài liệu và thông tin liên quan tại CÔNG TY TNHH ĐIỆN KHÍ QUỐC QUANG VIỆT NAM. Thông tin, số liệu và tài liệu tham khảo được trình bày trong dự án là trung thực.

*Đà Nẵng, 25/6/2025*

Sinh viên

Võ Ngọc Vân Thùy

## MỤC LỤC

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| TÓM TẮT.....                                                                                                                          | 6         |
| NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP .....                                                                                                       | 7         |
| LỜI TỰA .....                                                                                                                         | i         |
| CAM ĐOAN.....                                                                                                                         | ii        |
| MỤC LỤC .....                                                                                                                         | iii       |
| DANH SÁCH HÌNH ẢNH .....                                                                                                              | vi        |
| DANH SÁCH BẢNG.....                                                                                                                   | vii       |
| DANH SÁCH CÁC TỪ VIẾT TẮT .....                                                                                                       | viii      |
| <b>CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU .....</b>                                                                                                     | <b>1</b>  |
| <b>1.1. Tổng quan.....</b>                                                                                                            | <b>1</b>  |
| <b>1.2. Bối cảnh .....</b>                                                                                                            | <b>1</b>  |
| <b>1.3. Lý do chọn đề tài.....</b>                                                                                                    | <b>2</b>  |
| <b>1.4. Mục đích của đề tài.....</b>                                                                                                  | <b>3</b>  |
| <b>1.5. Ý nghĩa của đề tài .....</b>                                                                                                  | <b>4</b>  |
| <b>1.6. Phạm vi và giới hạn của đề tài.....</b>                                                                                       | <b>5</b>  |
| <b>1.7. Phạm vi nội dung .....</b>                                                                                                    | <b>7</b>  |
| <b>CHƯƠNG 2: CÁC NGUYÊN TẮC CƠ BẢN CỦA LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP LUẬN .....</b>                                                        | <b>9</b>  |
| <b>2.1. Tổng quan.....</b>                                                                                                            | <b>9</b>  |
| <b>2.2. Lý thuyết.....</b>                                                                                                            | <b>9</b>  |
| <b>2.3. Phương pháp luận .....</b>                                                                                                    | <b>11</b> |
| <b>2.4. Phương pháp cân bằng chuyên .....</b>                                                                                         | <b>11</b> |
| 2.4.1. Phương pháp chọn công việc có thời gian lớn nhất trước (LCR) .....                                                             | 12        |
| 2.4.2. Phương pháp Killbridge-Wester (K&W) .....                                                                                      | 14        |
| 2.4.3. Phương pháp trọng số (RPW) .....                                                                                               | 16        |
| 2.3.4. Ứng dụng biểu đồ Line Balancing Chart trong phương pháp cân bằng chuyên - Phương pháp hiện nay doanh nghiệp đang sử dụng ..... | 18        |

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5. Nghiên cứu thao tác và thời gian (Time study).....                  | 21        |
| <b>CHƯƠNG 3: CÔNG TY TNHH ĐIỆN KHÍ QUỐC QUANG VIỆT NAM .....</b>         | <b>22</b> |
| 3.1. Tổng quan.....                                                      | 22        |
| 3.2. Thông tin chung .....                                               | 22        |
| 3.3. Sản phẩm chính của GGEC Việt Nam .....                              | 23        |
| 3.4. Tầm nhìn và sứ mệnh.....                                            | 24        |
| 3.5. Cấu trúc .....                                                      | 25        |
| 3.6. Quy trình vận hành của nhà máy: .....                               | 26        |
| 3.6.1. Tiếp nhận vật tư .....                                            | 26        |
| 3.6.2. Nhập kho .....                                                    | 26        |
| 3.6.3. IQC - Kiểm tra nguyên vật liệu đầu vào .....                      | 26        |
| 3.6.4. Phân loại .....                                                   | 27        |
| 3.6.5. PQC - Kiểm vật tư sau khi đưa lên xưởng .....                     | 27        |
| 3.6.6. Xưởng V32 .....                                                   | 27        |
| 3.6.7. Xưởng SMT .....                                                   | 27        |
| 3.6.8. Xưởng V21 .....                                                   | 28        |
| 3.6.9. Xưởng V22 & Xưởng V31 .....                                       | 28        |
| 3.6.10. FQC - Kiểm tra chất lượng đầu ra .....                           | 28        |
| 3.6.11. Nhập kho thành phẩm - Xuất kho - Vận chuyển đến khách hàng ..... | 28        |
| 3.7. BOOMBOX3 BT: .....                                                  | 29        |
| 3.7.1. Tổng thể.....                                                     | 29        |
| 3.7.2. Layout chuyền sản phẩm BOOMBOX3 BT.....                           | 30        |
| 3.7.3. Quy trình lắp ráp thành phẩm loa BOOMBOX3 BT: .....               | 31        |
| <b>CHƯƠNG 4: PHÂN TÍCH THỰC TRẠNG TẠI DOANH NGHIỆP .....</b>             | <b>41</b> |
| 4.1. Tổng quan.....                                                      | 41        |
| 4.2. Phân tích hiện trạng .....                                          | 41        |
| 4.3. Thời gian làm việc.....                                             | 43        |
| 4.4. Đánh giá thực trạng hiện tại của dây chuyền .....                   | 43        |
| 4.5. Phân tích các công đoạn cần cải thiện .....                         | 52        |

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CHƯƠNG 5: CẢI TIẾN QUY TRÌNH.....</b>                                              | <b>54</b> |
| <b>5.1. Tổng quan.....</b>                                                            | <b>54</b> |
| <b>5.2. Các chỉ số chính đánh giá hiệu suất dây chuyền sản xuất BOOMBOX3 BT .....</b> | <b>54</b> |
| <b>5.3. Phương pháp cải tiến ECRS .....</b>                                           | <b>55</b> |
| <b>5.4. Thực hiện cải tiến .....</b>                                                  | <b>55</b> |
| 5.4.1 Phân tích thời gian công đoạn 1 và 2 .....                                      | 57        |
| 5.4.2. Phân tích thời gian công đoạn 17, 18 và 19 .....                               | 60        |
| 5.4.3. Phân tích thời gian công đoạn 29-1 .....                                       | 64        |
| 5.4.4. Phân tích thời gian công đoạn đóng gói 3 và 5 .....                            | 67        |
| 5.4.5. Phân tích thời gian công đoạn OP6, OP7, và OP8 .....                           | 71        |
| <b>CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN VÀ HIỆU QUẢ CẢI TIẾN.....</b>                                   | <b>76</b> |
| <b>6.1. Tổng quan.....</b>                                                            | <b>76</b> |
| <b>6.2. Trước cải tiến .....</b>                                                      | <b>76</b> |
| <b>6.3. Sau cải tiến .....</b>                                                        | <b>78</b> |
| <b>6.4. Phân tích chi phí sau khi cải tiến quy trình .....</b>                        | <b>79</b> |
| 6.4.1. Tình trạng trước cải tiến .....                                                | 79        |
| 6.4.2. Biện pháp cải tiến .....                                                       | 80        |
| 6.4.3 Chi phí đầu tư cải tiến .....                                                   | 80        |
| 6.4.4. Chi phí vận hành hàng tháng.....                                               | 81        |
| 6.4.5. Chi phí tiết kiệm nhân công.....                                               | 82        |
| <b>6.5. Phân tích tài chính.....</b>                                                  | <b>82</b> |
| <b>KẾT LUẬN .....</b>                                                                 | <b>85</b> |
| <b>DANH SÁCH TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>                                              | <b>86</b> |
| <b>PHỤ LỤC .....</b>                                                                  | <b>87</b> |

## DANH SÁCH HÌNH ẢNH

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 2.1 Sơ đồ quy trình thực hiện phương pháp LCR .....                  | 13 |
| Hình 2.2. Sơ đồ quy trình thực hiện phương pháp K&W .....                 | 15 |
| Hình 2.3 Sơ đồ quy trình thực hiện phương pháp RPW .....                  | 17 |
| Hình 2.4 Sơ đồ quy trình thực hiện .....                                  | 19 |
| Hình 2.5. Quy trình thực hiện đo thời gian .....                          | 21 |
| Hình 3. 1. Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam.....                 | 22 |
| Hình 3.2 Sản phẩm GGEC Việt Nam .....                                     | 24 |
| Hình 3.3 Tầm nhìn và sứ mệnh .....                                        | 24 |
| Hình 3.6 BOOMBOX3 BT.....                                                 | 29 |
| Hình 3.7 Layout bố trí dây chuyền BOOMBOX3 BT .....                       | 30 |
| Hình 3.8 Sơ đồ khối quy trình lắp ráp loa .....                           | 32 |
| Hình 4.1 Sơ đồ xương cá về nguyên nhân có thể ảnh hưởng đến sản xuất..... | 42 |
| Hình 4.2 Quy trình thực hiện.....                                         | 43 |
| Hình 5.1 Trước cải tiến của OP1&OP2 .....                                 | 59 |
| Hình 5.2 Sau cải tiến của OP1&OP2.....                                    | 59 |
| Hình 5.3 Trước cải tiến của OP29-1 .....                                  | 66 |
| Hình 5.4 Sau cải tiến của OP29-1 .....                                    | 66 |
| Hình 6.1 Sơ đồ cân bằng chuyền trước cải tiến.....                        | 77 |
| Hình 6.2 Sơ đồ cân bằng chuyền sau cải tiến.....                          | 78 |
| Hình 6.3 Biểu đồ so sánh trước và sau cải tiến .....                      | 79 |
| Hình 6.4 Biểu đồ thời gian hoàn vốn.....                                  | 84 |

## DANH SÁCH BẢNG

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Bảng 2.1 Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp LCR ..... | 14 |
| Bảng 2.2 Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp K&W ..... | 16 |
| Bảng 2.3 Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp RPW ..... | 18 |
| Bảng 3.1 Thành phần loa .....                                        | 29 |
| Bảng 3.2 Quy trình lắp ráp thành phẩm loa BOOMBOX3 BT .....          | 33 |
| Bảng 4.1 Chi phí làm thêm giờ .....                                  | 42 |
| Bảng 4.2. Thông tin về thời gian làm việc .....                      | 43 |
| Bảng 4.3 Thời gian chu kỳ công đoạn .....                            | 45 |
| Bảng 4.4 Bảng cân bằng dây chuyền sản xuất .....                     | 50 |
| Bảng 4.5 Phân tích công đoạn cần cải thiện .....                     | 52 |
| Bảng 5.1 Các chỉ số chính đánh giá hiệu suất dây chuyền .....        | 54 |
| Bảng 5.2 Thời gian công đoạn trước cải tiến OP1 và OP2 .....         | 57 |
| Bảng 5.3 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP1 và OP2 .....       | 58 |
| Bảng 5.4 Thời gian công đoạn trước cải tiến của OP17, 18 và 19 ..... | 60 |
| Bảng 5.5 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP17, 18 và 19 .....   | 62 |
| Bảng 5.6 Thời gian công đoạn trước cải tiến của OP29-1 .....         | 64 |
| Bảng 5.7 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP29-1 .....           | 65 |
| Bảng 5.8 Thời gian công đoạn trước cải tiến của OP3 và OP5 .....     | 67 |
| Bảng 5.9 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP3 và OP5 .....       | 69 |
| Bảng 5.10 Thời gian công đoạn trước cải tiến của OP6, 7 và 8 .....   | 71 |
| Bảng 5.11 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP6, 7 và 8 .....     | 73 |
| Bảng 6.1 Chỉ số đánh giá hiệu suất dây chuyền trước cải tiến .....   | 76 |
| Bảng 6.2 Chỉ số đánh giá hiệu suất dây chuyền sau cải tiến .....     | 78 |
| Bảng 6.1 Các cải tiến đã thực hiện .....                             | 80 |
| Bảng 6.2 Chi phí đầu tư .....                                        | 81 |
| Bảng 6.3 Chi phí vận hành .....                                      | 81 |

## **DANH SÁCH CÁC TỪ VIẾT TẮT**

| <b>STT</b> | <b>Viết tắt</b> | <b>Mở rộng</b>                            |
|------------|-----------------|-------------------------------------------|
| 1          | GGEC            | Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam |
| 2          | BBT3            | BOOMBOX3 BT                               |
| 3          | DL              | Nhân công trực tiếp                       |
| 4          | IDL             | Nhân công gián tiếp                       |

## CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

### 1.1. Tổng quan

Chương 1 đóng vai trò định hướng cho toàn bộ nội dung luận văn, trình bày tổng quan về bối cảnh thị trường liên quan đến sản phẩm nghiên cứu, đồng thời làm rõ lý do chọn đề tài, mục tiêu, ý nghĩa, phạm vi và giới hạn của nghiên cứu. Chương giới thiệu làm rõ mục đích nghiên cứu, là cơ sở để triển khai các nội dung tiếp theo một cách logic và có hệ thống. Thông qua đó, chương này tạo tiền đề để tiếp cận các phương pháp và ứng dụng thực tiễn trong việc cải tiến năng suất dây chuyển sản xuất tại doanh nghiệp. Những nội dung trình bày trong chương sẽ cung cấp bức tranh tổng thể về sự cần thiết và giá trị thực tiễn mà đề tài hướng đến, từ đó giúp khẳng định tính cấp thiết cũng như định hướng phát triển của luận văn này.

### 1.2. Bối cảnh

Thị trường loa Bluetooth tại Việt Nam đang phát triển mạnh mẽ nhờ nhu cầu ngày càng tăng đối với các thiết bị âm thanh không dây chất lượng cao. Sự bùng nổ của các thiết bị di động và xu hướng tiêu dùng hiện đại đã thúc đẩy sự quan tâm lớn đến các sản phẩm loa Bluetooth tiện lợi, đa dạng về mẫu mã và nâng cao về chất lượng âm thanh. Trước bối cảnh đó, nhiều thương hiệu lớn trong và ngoài nước đã đẩy mạnh đầu tư phát triển sản phẩm và xây dựng mạng lưới phân phối nhằm khai thác tối đa tiềm năng của thị trường này. Một trong những đơn vị đi đầu trong lĩnh vực này là tập đoàn GGEC – một công ty đầu tư nước ngoài (FDI) có nguồn gốc từ Đài Loan, hiện đã xây dựng nhà máy sản xuất tại Việt Nam để phục vụ nhu cầu ngày càng lớn của thị trường nội địa cũng như thị trường quốc tế.

GGEC được thành lập từ năm 1951 và hiện đang phát triển trở thành một trong những tập đoàn hàng đầu trong lĩnh vực âm thanh và điện âm học tại Trung Quốc, với hơn 70 năm kinh nghiệm trong ngành. Công ty chuyên sản xuất linh kiện và hệ thống âm thanh tiên tiến, bao gồm loa Bluetooth, mô-đun âm thanh ô tô, tai nghe True Wireless Stereo (TWS), và các hệ thống khuếch đại kỹ thuật số. Sở hữu nhà máy hiện đại tại Việt Nam, GGEC đã tận dụng lợi thế về nguồn nhân lực, chi phí sản xuất cạnh tranh cũng như vị trí địa lý thuận lợi để mở rộng quy mô sản xuất, đồng thời nâng cao năng lực đáp ứng nhu cầu đa dạng của khách hàng trong nước và quốc tế. GGEC hiện là đối tác sản xuất chiến lược cho nhiều thương hiệu âm thanh hàng đầu thế giới như JBL, Logitech,

Harman, Amazon và Samsung, chứng tỏ uy tín và chất lượng sản phẩm được đánh giá cao trên thị trường toàn cầu.

Với hơn 300 dây chuyền sản xuất hiện đại cùng khả năng nghiên cứu và phát triển mạnh mẽ, GGEC không ngừng đổi mới công nghệ, cải tiến quy trình nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm và hiệu suất sản xuất. Việc đầu tư vào nhà máy tại Việt Nam cũng góp phần thúc đẩy sự phát triển của ngành công nghiệp âm thanh trong nước, tạo thêm nhiều việc làm và nâng cao trình độ kỹ thuật cho nguồn nhân lực địa phương. Ngoài ra, hoạt động sản xuất tại Việt Nam giúp GGEC chủ động hơn trong việc kiểm soát chi phí, rút ngắn thời gian giao hàng, từ đó tăng sức cạnh tranh trên thị trường khu vực và thế giới. Điều này không chỉ mang lại lợi ích kinh tế cho công ty mà còn góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của ngành sản xuất thiết bị âm thanh tại Việt Nam.

### 1.3. Lý do chọn đề tài

Trong bối cảnh nền công nghiệp hiện đại ngày càng phát triển mạnh mẽ, hoạt động sản xuất đóng vai trò then chốt trong việc tạo ra giá trị kinh tế và đảm bảo sự phát triển bền vững của doanh nghiệp. Để duy trì và nâng cao khả năng cạnh tranh trên thị trường, các nhà máy sản xuất luôn phải không ngừng tìm kiếm các giải pháp nhằm tối ưu hóa dây chuyền sản xuất, nâng cao hiệu suất lao động và giảm thiểu các chi phí phát sinh không cần thiết. Tối ưu hóa dây chuyền sản xuất không chỉ giúp giảm thiểu các lãng phí về thời gian, nguyên vật liệu và nhân lực mà còn góp phần cải thiện chất lượng sản phẩm, rút ngắn thời gian giao hàng, tăng tính linh hoạt trong sản xuất cũng như nâng cao sự hài lòng của khách hàng.

Tuy nhiên, qua quá trình khảo sát và đánh giá thực trạng sản xuất tại nhà máy, có thể thấy rằng hiện nay vẫn tồn tại nhiều bất cập và hạn chế trong việc bố trí và tổ chức công việc trên dây chuyền sản xuất. Cụ thể, nhiều công đoạn vẫn gây ra sự lãng phí thời gian do việc phân chia công việc chưa hợp lý, dẫn đến mất cân bằng dây chuyền và làm giảm hiệu quả tổng thể của quá trình sản xuất. Tình trạng công nhân phải di chuyển nhiều lần để hoàn thành thao tác hoặc chờ đợi tại các công đoạn khác làm ảnh hưởng đến nhịp độ sản xuất và làm tăng chi phí lao động không cần thiết. Thêm vào đó, công tác triển khai và duy trì phương pháp 5S tại doanh nghiệp cũng chưa đạt được hiệu quả tối ưu, khiến cho môi trường làm việc chưa thực sự ngăn nắp, quy trình thao tác còn rườm rà, làm phát sinh thêm thời gian thao tác và giảm năng suất chung.

Việc duy trì tình trạng mất cân bằng dây chuyền không chỉ ảnh hưởng đến năng suất lao động mà còn làm giảm khả năng đáp ứng đơn hàng đúng hạn, gây ra sự gián đoạn trong chuỗi cung ứng và làm giảm khả năng cạnh tranh của nhà máy trên thị trường.

Bởi vậy, việc phân tích, đánh giá chi tiết các điểm nghẽn trong dây chuyền sản xuất là cần thiết để từ đó đề xuất các giải pháp cải tiến nhằm cân bằng lại dây chuyền, tái bố trí các công đoạn hợp lý hơn, nâng cao năng suất lao động và giảm thiểu lãng phí. Cụ thể, giải pháp cần tập trung vào việc phân chia công việc hợp lý giữa các công đoạn, tối ưu hóa quy trình thao tác và đồng bộ hóa nhịp độ sản xuất.

Mục tiêu cuối cùng của đề tài không chỉ là tăng năng suất và giảm chi phí sản xuất, mà còn nhằm xây dựng một quy trình sản xuất ổn định, hiệu quả và có tính bền vững lâu dài. Qua đó, nhà máy sẽ nâng cao được năng lực sản xuất, cải thiện chất lượng sản phẩm, đồng thời đáp ứng tốt hơn các yêu cầu ngày càng khắt khe của thị trường và khách hàng. Ngoài ra, việc nghiên cứu và áp dụng các phương pháp cải tiến dây chuyền sản xuất cũng góp phần nâng cao trình độ quản lý sản xuất, phát triển nguồn nhân lực và tạo nền tảng vững chắc cho các hoạt động đổi mới công nghệ và mở rộng sản xuất trong tương lai.

Những lý do nêu trên chính là cơ sở quan trọng để lựa chọn đề tài này nhằm phân tích và nghiên cứu sâu về thực trạng sản xuất tại nhà máy, xác định các điểm nghẽn trong dây chuyền, từ đó đề xuất các giải pháp cải tiến phù hợp, góp phần tối ưu hóa hiệu quả sản xuất và phát triển bền vững cho doanh nghiệp.

#### **1.4. Mục đích của đề tài**

Mục tiêu tổng quát của đề tài là cải thiện hiệu quả hoạt động sản xuất thông qua việc phân tích, đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp tối ưu hóa dây chuyền lắp ráp sản phẩm BOOMBOX3 BT, từ đó góp phần nâng cao năng suất lao động, giảm thiểu lãng phí và xây dựng một quy trình sản xuất ổn định, hiệu quả và bền vững hơn. Để đạt được mục tiêu này, đề tài tập trung triển khai các nội dung cụ thể như sau:

- ✚ Phân tích hiện trạng dây chuyền bằng sơ đồ xương cá (Fishbone diagram) theo phương pháp 5M1E (Man – Machine – Material – Method – Measurement – Environment) nhằm xác định nguyên nhân gốc rễ gây ra tình trạng mất cân bằng dây chuyền, thao tác dư thừa, thời gian chờ đợi và các yếu tố làm giảm hiệu suất sản xuất.

- ✚ Thực hiện phân tích cân bằng chuyền (Line Balancing) và xác định các nút thắt cổ chai (bottleneck) trong dây chuyền. Trên cơ sở đó, đề tài sẽ đề xuất các biện pháp phân bổ lại thời gian và công việc giữa các công đoạn, đảm bảo sự đồng đều về tải công việc và hạn chế tối đa các điểm tắc nghẽn ảnh hưởng đến dòng chảy sản phẩm.
- ✚ Phân chia và sắp xếp lại công việc một cách hợp lý, khoa học, dựa trên nguyên tắc ECRS (Eliminate-Loại bỏ, Combine-Kết hợp, Rearrange-Sắp xếp lại, Simplify-Đơn giản hóa) để cân đối giữa thời gian thao tác và khối lượng công việc của từng công đoạn. Việc tái cấu trúc dây chuyền sẽ giúp tối ưu hóa nhân lực, giảm thiểu tình trạng dư thừa hoặc thiếu hụt công nhân tại các điểm khác nhau trong dây chuyền.
- ✚ Phân tích thao tác của công nhân tại từng công đoạn để nhận diện các thao tác không tạo giá trị gia tăng, thao tác lặp lại hoặc di chuyển không cần thiết. Việc cải tiến thao tác sẽ giúp giảm thời gian chu kỳ (cycle time), đồng thời nâng cao hiệu quả và an toàn trong quá trình làm việc.

### 1.5. Ý nghĩa của đề tài

Đề tài không chỉ mang lại giá trị về mặt học thuật mà còn có ý nghĩa to lớn về mặt ứng dụng thực tiễn, thể hiện rõ nét ở cả hai khía cạnh: đối với doanh nghiệp nơi triển khai nghiên cứu và đối với cá nhân người thực hiện – trong vai trò sinh viên chuẩn bị tốt nghiệp, bước đầu tiếp cận với môi trường sản xuất công nghiệp thực tế.

#### a. Đối với doanh nghiệp

Thông qua việc nghiên cứu và phân tích tình trạng mất cân bằng chuyền sản xuất tại dây chuyền BOOMBOX3 BT, đề tài đã góp phần cung cấp cái nhìn hệ thống và logic về các điểm bất hợp lý đang tồn tại, từ đó đưa ra những đề xuất cải tiến có cơ sở và tính khả thi cao.

Cụ thể, việc áp dụng các công cụ phân tích như sơ đồ xương cá (Fishbone – 5M1E), biểu đồ cân bằng chuyền, kết hợp với tư duy cải tiến theo phương pháp ECRS (Loại bỏ – Kết hợp – Sắp xếp lại – Đơn giản hóa) đã giúp công ty:

- ✚ Nhận diện chính xác các công đoạn gây lãng phí về thời gian và nhân lực
- ✚ Tối ưu hóa việc phân bổ công việc, giảm thao tác thừa và thời gian chờ đợi

- ✚ Gộp hoặc loại bỏ một số công đoạn không cần thiết, giúp giảm số lượng nhân công mà vẫn đảm bảo sản lượng
- ✚ Tăng cường mức độ đồng bộ giữa các công đoạn, từ đó rút ngắn thời gian sản xuất trên toàn dây chuyền
- ✚ Từng bước đáp ứng tốt hơn về mặt tiến độ giao hàng, chất lượng sản phẩm và yêu cầu ngày càng cao từ phía khách hàng

Như vậy, đề tài không chỉ mang lại lợi ích cụ thể và đo lường được về mặt năng suất và chi phí, mà còn góp phần xây dựng nền tảng cho việc triển khai rộng rãi tư duy cải tiến liên tục (Kaizen), hướng đến việc xây dựng môi trường sản xuất tinh gọn và chuyên nghiệp hơn trong dài hạn.

## **b. Đối với bản thân người thực hiện đề tài**

Từ góc nhìn của sinh viên, đề tài là cơ hội quý báu để chuyển hóa những kiến thức lý thuyết về quản lý sản xuất, kỹ thuật công nghiệp và phương pháp phân tích dây chuyền thành kinh nghiệm thực tiễn. Việc được trực tiếp tham gia vào khảo sát thực địa, thu thập dữ liệu, phân tích thao tác công nhân, làm việc với các bộ phận sản xuất và kỹ thuật không chỉ giúp nâng cao kỹ năng chuyên môn, mà còn giúp sinh viên:

- ✚ Hiểu rõ hơn mối liên hệ giữa lý thuyết và thực tế sản xuất
- ✚ Rèn luyện khả năng quan sát, tư duy hệ thống và phản biện vấn đề
- ✚ Tăng cường kỹ năng làm việc nhóm, giao tiếp với kỹ sư IE, quản lý và công nhân trực tiếp
- ✚ Được thử sức trong việc đề xuất ý tưởng cải tiến thực tế, từ đó tự tin hơn trong việc tiếp cận và giải quyết các vấn đề trong môi trường doanh nghiệp
- ✚ Xác định được điểm mạnh – điểm yếu của bản thân, làm nền tảng định hướng cho quá trình phát triển nghề nghiệp sau khi ra trường

Hơn hết, đề tài còn là cầu nối giữa nhà trường và doanh nghiệp, giữa học tập và thực hành, giúp sinh viên không chỉ học để biết, mà còn học để làm – với tư duy đổi mới, tinh thần cải tiến liên tục và khả năng thích ứng với yêu cầu thực tiễn ngày càng cao trong ngành công nghiệp hiện đại.

## **1.6. Phạm vi và giới hạn của đề tài**

Trong bối cảnh sản xuất công nghiệp hiện đại, việc tối ưu hóa dây chuyền nhằm tăng năng suất và giảm thiểu lãng phí là yêu cầu thiết yếu đối với các doanh nghiệp sản xuất.

Với mục tiêu tiếp cận thực tế và ứng dụng kiến thức học thuật vào môi trường nhà máy, đề tài này tập trung vào việc phân tích, đánh giá và đề xuất các giải pháp cải tiến dây chuyền lắp ráp sản phẩm BOOMBOX3 BT tại nhà máy GGEC Việt Nam – một doanh nghiệp FDI lớn trong lĩnh vực thiết bị âm thanh.

Phạm vi của đề tài được xác định như sau:

#### **a. Về không gian nghiên cứu**

Đề tài tập trung khảo sát và cải tiến trong một dây chuyền sản xuất cụ thể – dây chuyền lắp ráp sản phẩm BOOMBOX3 BT. Đây là dây chuyền có quy mô trung bình, bao gồm hơn 30 công đoạn sản xuất khác nhau, đại diện tiêu biểu cho mô hình dây chuyền sản xuất công nghiệp tại nhà máy GGEC.

#### **b. Về đối tượng nghiên cứu**

Đối tượng chính của đề tài là các công đoạn thao tác của công nhân trực tiếp sản xuất, kết hợp với hệ thống thiết bị bán tự động, layout mặt bằng và phương pháp bố trí công việc. Trọng tâm là các thao tác gây lãng phí, các công đoạn mất cân bằng, những điểm gây chậm trễ hoặc phát sinh thời gian chờ – từ đó đề xuất các biện pháp cải tiến bằng cách cân bằng dây chuyền, tái phân chia thao tác, và ứng dụng phương pháp ECRS.

#### **c. Về nội dung nghiên cứu**

Đề tài tiến hành một chuỗi hoạt động cải tiến cụ thể, bao gồm:

##### Cải tiến phân bố lao động:

- Gộp công đoạn OP1 vào OP2, giúp giảm 1 nhân công.
- Loại bỏ công đoạn OP17, tái bố trí các thao tác cho OP18 và OP19, giảm thêm 1 công nhân.
- Loại bỏ OP7 và phân phối công việc lại cho OP6 và OP8, tiếp tục giảm 1 nhân công.
- Tái cấu trúc công đoạn OP3 và OP5, cân bằng khối lượng công việc giúp nâng cao hiệu suất vận hành.

##### Áp dụng tự động hóa:

- Triển khai thành công thiết bị tự động tại OP29-1, thay thế một phần thao tác thủ công, tăng độ chính xác và tính ổn định.

##### Ứng dụng phương pháp ECRS (Eliminate – Combine – Rearrange – Simplify):

- Phân tích thao tác từng công đoạn, loại bỏ thao tác không cần thiết, kết hợp các bước đơn giản, sắp xếp lại trình tự thao tác và tối ưu hóa quy trình làm việc.

#### d. Về thời gian và dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu thực tế được thu thập từ tháng 1 đến tháng 4, bao gồm thời gian thao tác, tần suất lỗi, số lượng công nhân từng công đoạn và hình ảnh bố trí thực tế. Các số liệu này là cơ sở để đánh giá hiện trạng và tính toán phương án cải tiến có độ chính xác cao.

#### e. Giới hạn của đề tài

Mặc dù đạt được nhiều kết quả cải tiến tích cực, đề tài vẫn tồn tại một số giới hạn khách quan, bao gồm:

- Chỉ tập trung vào một dây chuyền sản xuất duy nhất, chưa mở rộng sang các dòng sản phẩm hoặc nhà máy khác.
- Một số kết quả cải tiến (đặc biệt là tự động hóa) chưa được đánh giá dài hạn do giới hạn về thời gian thực hiện.
- Yếu tố về thiết kế sản phẩm, chiến lược kinh doanh, hoặc quản trị nhân sự không thuộc phạm vi phân tích.

Tuy vậy, các kết quả thu được từ đề tài vẫn có giá trị ứng dụng thực tiễn cao, có thể làm nền tảng để nhân rộng mô hình cải tiến cho các dây chuyền khác trong nhà máy và các doanh nghiệp sản xuất có đặc điểm tương đồng.

### 1.7. Phạm vi nội dung

Đề tài được thực hiện trong phạm vi cụ thể như sau:

- Địa điểm nghiên cứu:** Nhà máy sản xuất của công ty GGEC Việt Nam, đặt tại khu công nghiệp Điện Nam-Điện Ngọc thuộc tỉnh Quảng Nam.
- Thời gian thực hiện:** Nghiên cứu và triển khai được tiến hành trong khoảng thời gian 3 tháng, từ tháng 01 đến tháng 04 năm 2025. Đây là giai đoạn thực tập tại doanh nghiệp, kết hợp giữa khảo sát thực tế và áp dụng các phương pháp phân tích cải tiến trong môi trường sản xuất thực tiễn.

Phạm vi đề tài tập trung vào dây chuyền lắp ráp sản phẩm BOOMBOX3 BT, trong đó phân tích thực trạng hiện tại, xác định các điểm nghẽn (bottleneck), phân tích thao tác công nhân, triển khai các công cụ cải tiến như ECRS, và cân bằng chuyền sản xuất.

### **Kết luận chung:**

Chương 1 đã trình bày tổng quan về đề tài nghiên cứu, bao gồm lý do lựa chọn, mục tiêu và ý nghĩa thực tiễn, phạm vi nội dung cũng như các vấn đề đang tồn tại trong dây chuyền sản xuất tại nhà máy GGEC Việt Nam. Qua đó, có thể thấy rõ sự cần thiết của việc áp dụng các phương pháp phân tích khoa học và công cụ cải tiến hợp lý nhằm tối ưu hóa quy trình sản xuất, giảm thiểu lãng phí, nâng cao năng suất lao động và chất lượng đầu ra.

Tuy nhiên, để việc cải tiến đạt hiệu quả cao và có cơ sở vững chắc, cần thiết phải tiếp cận đề tài dưới góc nhìn lý thuyết và phương pháp luận một cách có hệ thống. Do đó, chương tiếp theo sẽ tập trung trình bày các nguyên lý và công cụ nghiên cứu chính được sử dụng trong đề tài, những nội dung cơ sở để triển khai các phân tích và đề xuất cải tiến thực tế trong các chương tiếp theo.

## CHƯƠNG 2: CÁC NGUYÊN TẮC CƠ BẢN CỦA LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP LUẬN

### 2.1. Tổng quan

Chương 2 cung cấp nền tảng lý thuyết và phương pháp luận cho toàn bộ quá trình nghiên cứu. Những khái niệm then chốt như thời gian takt, thời gian chu kỳ, hiệu suất cân bằng chuyền, bottleneck và các phương pháp đo lường năng suất sẽ được làm rõ. Đồng thời, chương cũng giới thiệu các công cụ và phương pháp phân tích được sử dụng như LCR, K&W, RPW và Line Balancing Chart – là cơ sở khoa học để đánh giá thực trạng và triển khai cải tiến dây chuyền sản xuất trong các chương tiếp theo. Việc làm rõ cơ sở lý thuyết không những giúp luận văn bám sát định hướng học thuật, mà còn chứng minh được tính ứng dụng và tính logic khi triển khai cải tiến thực tế dựa trên các khung lý thuyết đã được nghiên cứu và kiểm chứng.

### 2.2. Lý thuyết

**Lắp ráp dây chuyền** là quá trình lắp ráp các bộ phận, linh kiện thành một sản phẩm hoàn chỉnh trên một dây chuyền sản xuất tự động hoặc bán tự động.

**Thời gian hoạt động** là thời gian từ khi bắt đầu đến khi kết thúc hoạt động tại một trạm được gọi là thời gian hoạt động. Thời gian hoạt động có thể được đo bằng các nghiên cứu thời gian bằng đồng hồ bấm giờ, kỹ thuật xử lý hoặc tính toán bằng cách sử dụng hệ thống thời gian chuyền động được xác định trước.

**Cân bằng dây chuyền lắp ráp** là một quy trình trong đó các nhiệm vụ được phân bổ đồng đều cho từng trạm lắp ráp trong dây chuyền để mỗi trạm có cùng khối lượng công việc. Mục tiêu của cân bằng dây chuyền lắp ráp là cân bằng khối lượng công việc của người vận hành tại mọi máy trạm, giảm thời gian nhàn rỗi của người vận hành trong thời gian takt, có nghĩa là giảm dung lượng máy trạm nhàn rỗi không sử dụng.

**Lead time** là khoảng thời gian tối đa cho phép để sản xuất tính từ khi bắt đầu sản xuất đến khi khách hàng nhận được sản phẩm.

**Nút thắt cổ chai (Bottleneck)** là công đoạn trong quy trình sản xuất có năng suất giới hạn nhất, làm giảm tốc độ và sản lượng của toàn bộ quy trình.

**Idle time** là thời gian nhàn rỗi của người/máy trong chuyền.

**Thời gian chu kỳ (Cycle time)** là thời gian được đo từ thời điểm người vận hành bắt đầu thực hiện cho đến khi quay lại vị trí ban đầu, là thời gian cần thiết để hoàn thành tất cả các thao tác của người vận hành.

$$\text{Thời gian chu kỳ (CT)} = \frac{\text{Thời gian vận hành của nhà máy}}{\text{Số lượng sản phẩm đầu ra}}$$

**Chu kỳ sản xuất (Takt time)** là thời gian tối đa cho phép sản xuất được 1 đơn vị sản phẩm theo nhu cầu của khách hàng.

$$\text{Thời gian Takt (TT)} = \frac{\text{Thời gian vận hành của nhà máy}}{\text{Nhu cầu của khách hàng}}$$

**Người vận hành** là người hoàn thành thao tác hoặc làm việc trong dây chuyền lắp ráp. Người vận hành có thể thực hiện công việc của họ bằng tay, sử dụng công cụ cầm tay hoặc bán thủ công bằng các công cụ tự động hoặc các máy được chỉ định nhiệm vụ. Để thực hiện tất cả các nhiệm vụ trong một dây chuyền lắp ráp bằng số lượng người vận hành tối thiểu cần thiết được tính bằng:

$$\text{Số người vận hành tối thiểu} = \frac{\text{Tổng thời gian sản xuất}}{\text{Takt time}}$$

**Định mức giờ công** thường được hiểu là số giờ công tiêu chuẩn cần thiết để hoàn thành một công việc hoặc sản xuất một đơn vị sản phẩm. Nó là một chỉ tiêu quan trọng trong quản lý sản xuất để lập kế hoạch lao động, đánh giá năng suất và cải thiện hiệu quả sản xuất. Định mức giờ công có thể bao gồm:

- Giờ công tiêu chuẩn (Standard Time): Thời gian lý tưởng để thực hiện một công việc trong điều kiện chuẩn, bao gồm cả thời gian thao tác, thời gian nghỉ hợp lý và thời gian phụ trợ.
- Giờ công thực tế (Actual Time): Thời gian lao động thực tế để hoàn thành một công đoạn, có thể cao hơn hoặc thấp hơn so với định mức chuẩn.

$$\text{Định mức giờ công} = \frac{\text{Số lượng nhân công}}{\text{UPH} \times 98\%}$$

Trong đó:

UPH (Units Per Hour): Sản lượng sản phẩm hoàn thành mỗi giờ.

98%: Hiệu suất thực tế của nhà máy.

**Hiệu suất cân bằng chuyền** là chỉ số đo lường mức độ hiệu quả của việc phân phối công việc giữa các trạm làm việc trong dây chuyền.

$$\text{Hiệu suất cân bằng chuyền} = \frac{\text{Tổng thời gian chu kỳ}}{\text{Số lượng nhân công} \times \text{Thời gian chu kỳ dài nhất}}$$

### 2.3. Phương pháp luận

Nghiên cứu thí điểm dây chuyền sản xuất loa Bluetooth BOOMBOX3 BT

Khảo sát dây chuyền sản xuất loa Bluetooth BOOMBOX3 BT để hiểu quy trình về nội dung công việc, trình tự hoạt động và thời gian chu kỳ trên mỗi máy trạm. Một bảng đo lường thời gian chi tiết ước tính chính xác khả năng sản xuất và mức độ mất cân bằng dây chuyền. Dựa trên nhu cầu của khách hàng, thời gian takt cho nhu cầu hiện tại và tỷ lệ mục tiêu (takt time cho nhu cầu trong tương lai) đã được tính toán. Các hoạt động tại các trạm tắc nghẽn được phân loại thành các hoạt động lãng phí có giá trị gia tăng (VA), không có giá trị gia tăng (NVA) và hoạt động không tạo ra giá trị nhưng cần thiết (ENVA). Trọng tâm chính là loại bỏ các hoạt động không tạo giá trị (NVA), đặc biệt là lãng phí do vận chuyển và chuyển động trong quá trình sản xuất.

### 2.4. Phương pháp cân bằng chuyền

Trong cân bằng dây chuyền lắp ráp, các công đoạn được phân bổ tuần tự vào dây chuyền, bắt đầu từ trạm làm việc đầu tiên. Quá trình thực hiện như sau:

- Xác định công đoạn khả dụng: Ở mỗi bước, các công đoạn chưa được phân công sẽ được kiểm tra để xác định những công đoạn nào đủ điều kiện để gán vào trạm làm việc tiếp theo.
- Kiểm tra tính khả thi: Trong số các công đoạn đủ điều kiện, chỉ những công đoạn có thời gian thực hiện phù hợp với thời gian chu kỳ (Cycle Time) của trạm làm việc hiện tại mới được xem xét.
- Lựa chọn và phân công công đoạn: Một công đoạn phù hợp sẽ được lựa chọn và gán vào trạm làm việc đó.
- Lắp lại quy trình: Quá trình này tiếp tục cho đến khi không còn công đoạn nào có thể được gán thêm vào trạm làm việc đó. Khi đó, hệ thống chuyển sang trạm làm việc tiếp theo.
- Hoàn tất phân công: Tiến trình này tiếp tục cho đến khi tất cả công đoạn trong quy trình sản xuất được phân bổ hết vào các trạm làm việc.

### 2.4.1. Phương pháp chọn công việc có thời gian lớn nhất trước (LCR)

#### a. Định nghĩa

Phương pháp Largest Candidate Rule (LCR) là một phương pháp heuristic được sử dụng phổ biến trong việc cân bằng chuyền sản xuất, với mục tiêu cuối cùng là phân bổ khối lượng công việc một cách hợp lý giữa các trạm làm việc. Phương pháp này giúp đảm bảo dòng chảy công việc (WIP) được duy trì mượt mà trên toàn bộ dây chuyền, thường với ít hoặc không có tồn kho trung gian giữa các trạm.

Tuy nhiên, một hạn chế của LCR là dễ phát sinh nút thắt (bottleneck), đặc biệt khi các công đoạn lắp ráp có thời gian thực hiện không đồng đều, khiến việc cân bằng trở nên khó đạt được một cách tuyệt đối.

LCR xét đến cả thời gian chu kỳ (cycle time – CT) và mối quan hệ trước–sau giữa các công việc (precedence relationship) trong quá trình thiết kế chuyền. Trong phương pháp này, các nhiệm vụ (task), hay còn gọi là các yếu tố công việc (work elements), được ưu tiên phân bổ theo thứ tự thời gian thực hiện giảm dần (tức là từ dài đến ngắn), đồng thời vẫn phải đảm bảo mối quan hệ trước–sau.

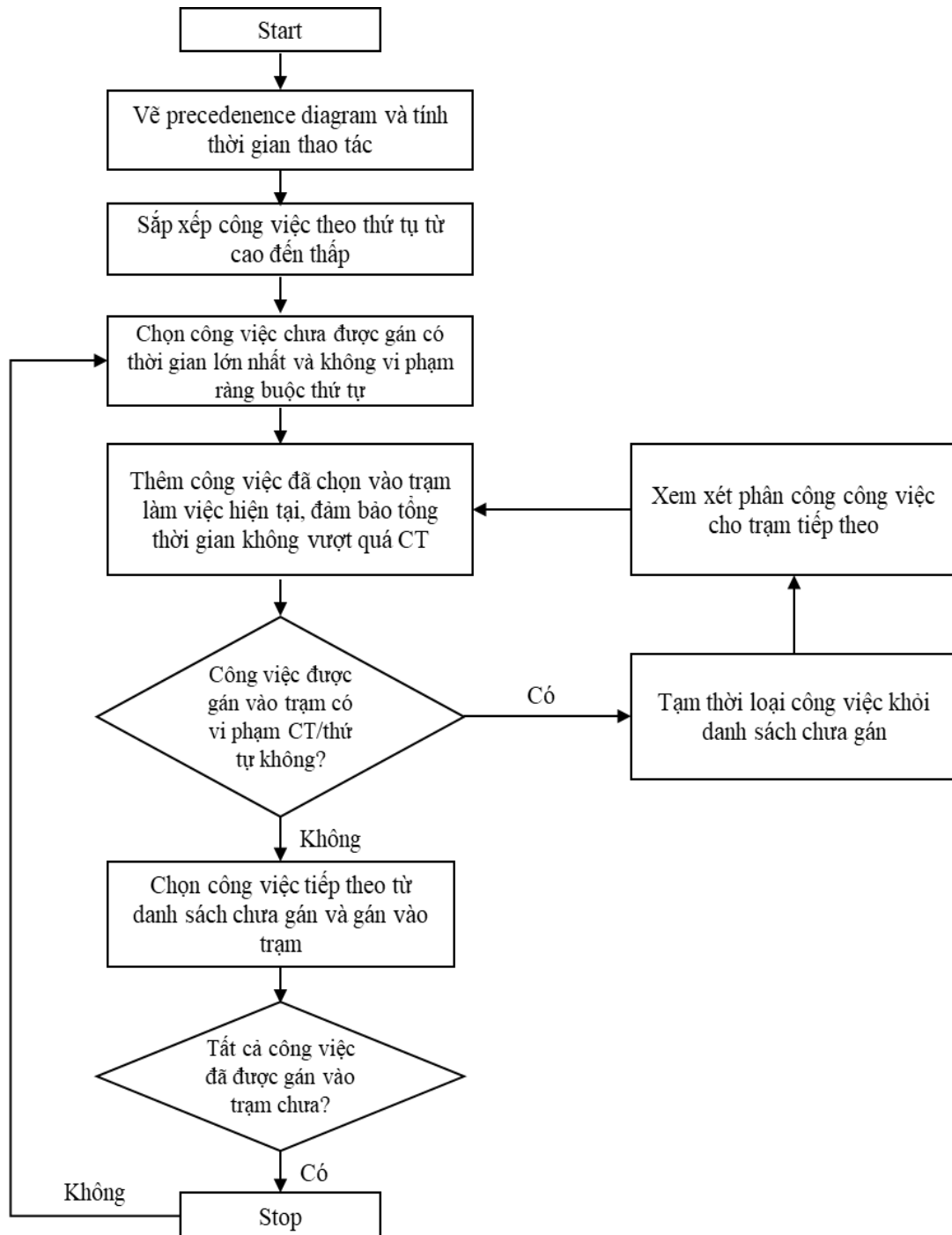
Sau khi phân bổ xong các tác vụ vào các trạm, các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả dây chuyền như:

$$\text{✚ Cycle Time (CT)} = \frac{\text{Thời gian vận hành}}{\text{Tổng sản lượng đầu ra}}$$

$$\text{✚ Số lượng trạm tối thiểu} = \frac{\text{Thời gian xử lý của tất cả các trạm}}{\text{CT}}$$

$$\text{✚ Hiệu suất dây chuyền (Line Efficiency)} = \frac{\text{Tổng thời gian CT}}{\text{Tổng số nhân công} \times \text{Max CT}}$$

**b. Quy trình thực hiện phương pháp LCR**



*Hình 2.1 Sơ đồ quy trình thực hiện phương pháp LCR*

### c. Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp LCR

*Bảng 2.1 Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp LCR*

|                 |                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ưu điểm         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Đơn giản, dễ hiểu và dễ triển khai.</li><li>- Phù hợp cho doanh nghiệp nhỏ và vừa.</li><li>- Tiết kiệm thời gian lập kế hoạch so với các thuật toán tối ưu.</li></ul>                                |
| Nhược điểm      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Khó đạt hiệu quả tối ưu tuyệt đối.</li><li>- Dễ tạo bottleneck nếu thời gian công việc phân bố không đều.</li><li>- Ít hiệu quả với dây chuyền phức tạp.</li></ul>                                   |
| Phạm vi áp dụng | <ul style="list-style-type: none"><li>- Doanh nghiệp có quy mô nhỏ và vừa.</li><li>- Môi trường sản xuất có tính thủ công hoặc bán tự động.</li><li>- Không phù hợp cho dây chuyền tự động hóa cao hoặc có nhiều ràng buộc thứ tự.</li></ul> |

#### 2.4.2. Phương pháp Killbridge-Wester (K&W)

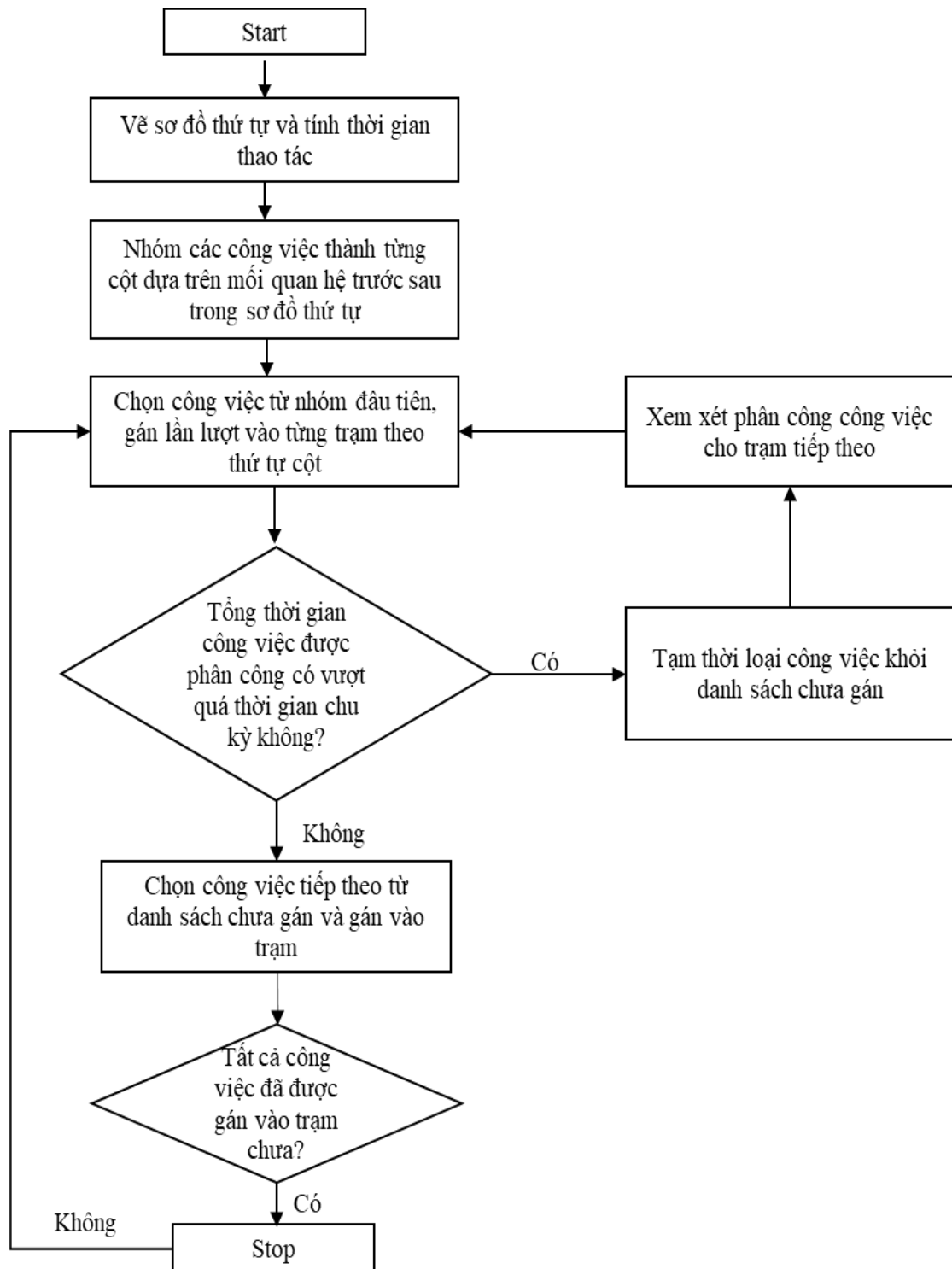
##### a. Định nghĩa

Phương pháp Killbridge và Wester (K&W) là một kỹ thuật heuristic thường được áp dụng trong bài toán cân bằng chuyền sản xuất, đặc biệt hiệu quả trong các tình huống có ràng buộc thứ tự công việc phức tạp. Mục tiêu chính của phương pháp là phân bổ các công việc vào các trạm làm việc sao cho tổng thời gian tại mỗi trạm không vượt quá thời gian chu kỳ (cycle time – CT), đồng thời đảm bảo mối quan hệ trước-sau giữa các công việc được duy trì một cách nghiêm ngặt.

Điểm đặc trưng của phương pháp K&W là lựa chọn các yếu tố công việc (work elements) dựa trên vị trí trong sơ đồ thứ tự công việc (precedence diagram), thay vì chỉ xét đến thời gian thực hiện. Nhờ đó, các công việc ở đầu chuỗi lắp ráp – vốn thường dễ bị bỏ sót trong các phương pháp như Largest Candidate Rule – được ưu tiên đưa vào giải pháp trước.

Phương pháp này không chỉ giúp duy trì tính logic trong luồng công việc mà còn hạn chế khả năng tạo ra các nút thắt (bottleneck) do sai lệch trong chuỗi thao tác. Tuy không luôn đảm bảo giải pháp tối ưu, K&W là công cụ hỗ trợ đắc lực trong các trường hợp bài toán có độ phức tạp cao về mặt thứ tự và ràng buộc công việc.

**b. Quy trình thực hiện phương pháp K&W**



Hình 2.2. Sơ đồ quy trình thực hiện phương pháp K&W

### c. Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp K&W

*Bảng 2.2 Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp K&W*

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ưu điểm         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Tôn trọng mối quan hệ trước–sau trong sơ đồ thứ tự công việc (precedence diagram).</li><li>- Ưu tiên xử lý các công việc ở đầu chuỗi, tránh bỏ sót hoặc trì hoãn thao tác khởi đầu.</li><li>- Hạn chế nút thắt do sai lệch trình tự thao tác.</li><li>- Dễ triển khai thủ công hoặc bằng phần mềm cơ bản, phù hợp cho phân tích sơ bộ.</li></ul> |
| Nhược điểm      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Không xét đến thời gian thao tác, dẫn đến mất cân đối giữa các trạm</li><li>- Không đảm bảo phương án tối ưu về năng suất hoặc số lượng trạm.</li><li>- Có thể thừa hoặc thiếu thời gian tại các trạm, ảnh hưởng hiệu quả tổng thể.</li></ul>                                                                                                    |
| Phạm vi áp dụng | <ul style="list-style-type: none"><li>- Dây chuyền sản xuất có cấu trúc công việc phức tạp, nhiều ràng buộc.</li><li>- Hệ thống lắp ráp nối tiếp có nhiều bước phụ thuộc.</li><li>- Phù hợp cho phân tích sơ bộ trong thiết kế hoặc cải tiến dây chuyền.</li></ul>                                                                                                                       |

#### 2.4.3. Phương pháp trọng số (RPW)

##### a. Định nghĩa

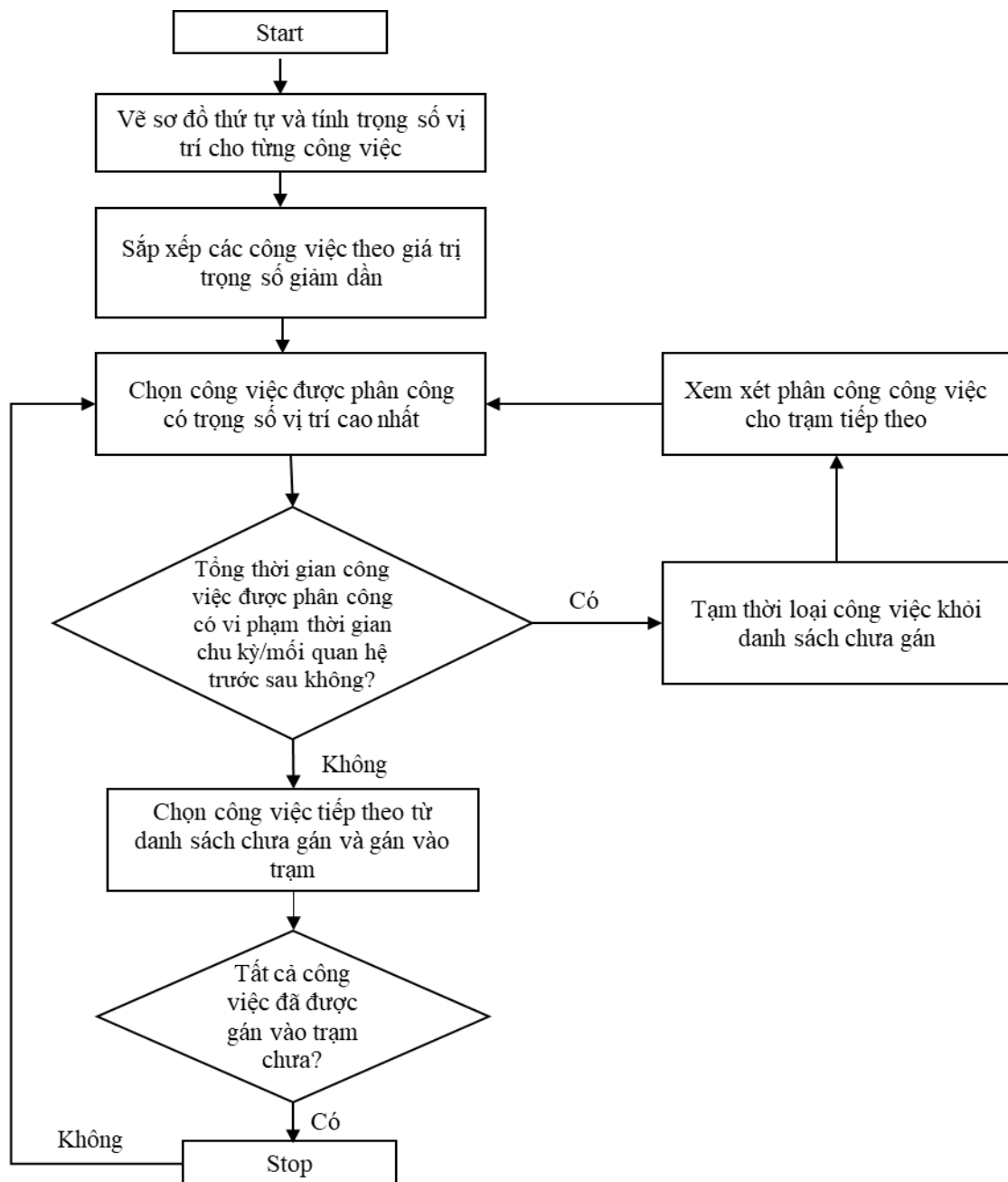
Phương pháp Ranked Positional Weight (RPW) kết hợp các chiến lược của quy tắc LCR và K&W, nhằm tối ưu hóa việc phân bổ công việc vào các trạm làm việc trong một dây chuyền sản xuất.

Cụ thể, phương pháp RPW tính toán giá trị ranked positional weight (RPW) cho từng yếu tố công việc (work element). Giá trị RPW này được xác định dựa trên hai yếu tố chính: thời gian thực hiện công việc và vị trí của công việc trong sơ đồ thứ tự công việc (precedence diagram). Việc tính toán này giúp kết hợp cả hai yếu tố quan trọng, giúp xác định mức độ ưu tiên của các công việc trong quy trình sản xuất.

Sau khi tính toán RPW cho mỗi công việc, các công việc được xếp theo thứ tự giảm dần của giá trị RPW. Các yếu tố công việc với giá trị RPW cao sẽ được phân bổ vào các trạm làm việc trước, đảm bảo rằng các công việc có thời gian thực hiện dài hoặc ảnh hưởng lớn đến tiến độ sản xuất được ưu tiên xử lý.

Phương pháp RPW giúp tối ưu hóa việc phân bổ công việc trong quá trình sản xuất, đảm bảo rằng mỗi trạm làm việc có khối lượng công việc phù hợp, đồng thời duy trì mối quan hệ trước-sau giữa các công việc theo đúng sơ đồ thứ tự. Phương pháp này đặc biệt hữu ích trong các tình huống có ràng buộc thứ tự công việc phức tạp và giúp tránh việc tạo ra các nút thắt (bottleneck) trong quá trình sản xuất.

#### b. Các bước thực hiện phương pháp RPW



Hình 2.3 Sơ đồ quy trình thực hiện phương pháp RPW

### c. Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp RPW

Bảng 2.3 Ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp RPW

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ưu điểm         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Kết hợp giữa thời gian thao tác và vị trí trong sơ đồ thứ tự, giúp sắp xếp hợp lý hơn.</li><li>- Hạn chế bỏ sót các công việc ở đầu hoặc cuối chuỗi.</li><li>- Thực hiện đơn giản, dễ ứng dụng trong môi trường sản xuất vừa và nhỏ.</li><li>- Cho kết quả sắp xếp khá hiệu quả trong nhiều tình huống thực tế.</li></ul> |
| Nhược điểm      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Là phương pháp heuristic nên không đảm bảo tối ưu.</li><li>- Phụ thuộc vào tính chính xác của sơ đồ thứ tự công việc.</li><li>- Không xét đến yếu tố thực tế như năng suất thiết bị, kỹ năng công nhân.</li></ul>                                                                                                         |
| Phạm vi áp dụng | <ul style="list-style-type: none"><li>- Dây chuyền lắp ráp có tính chất lặp lại như điện tử, cơ khí, hàng tiêu dùng.</li><li>- Trường hợp có ràng buộc thứ tự rõ ràng giữa các công việc.</li><li>- Phù hợp trong sản xuất đơn chiếc hoặc theo lô nhỏ cần tối ưu thời gian giữa các trạm.</li></ul>                                                               |

#### 2.3.4. Ứng dụng biểu đồ Line Balancing Chart trong phương pháp cân bằng chuyền - Phương pháp hiện nay doanh nghiệp đang sử dụng

##### a. Định nghĩa

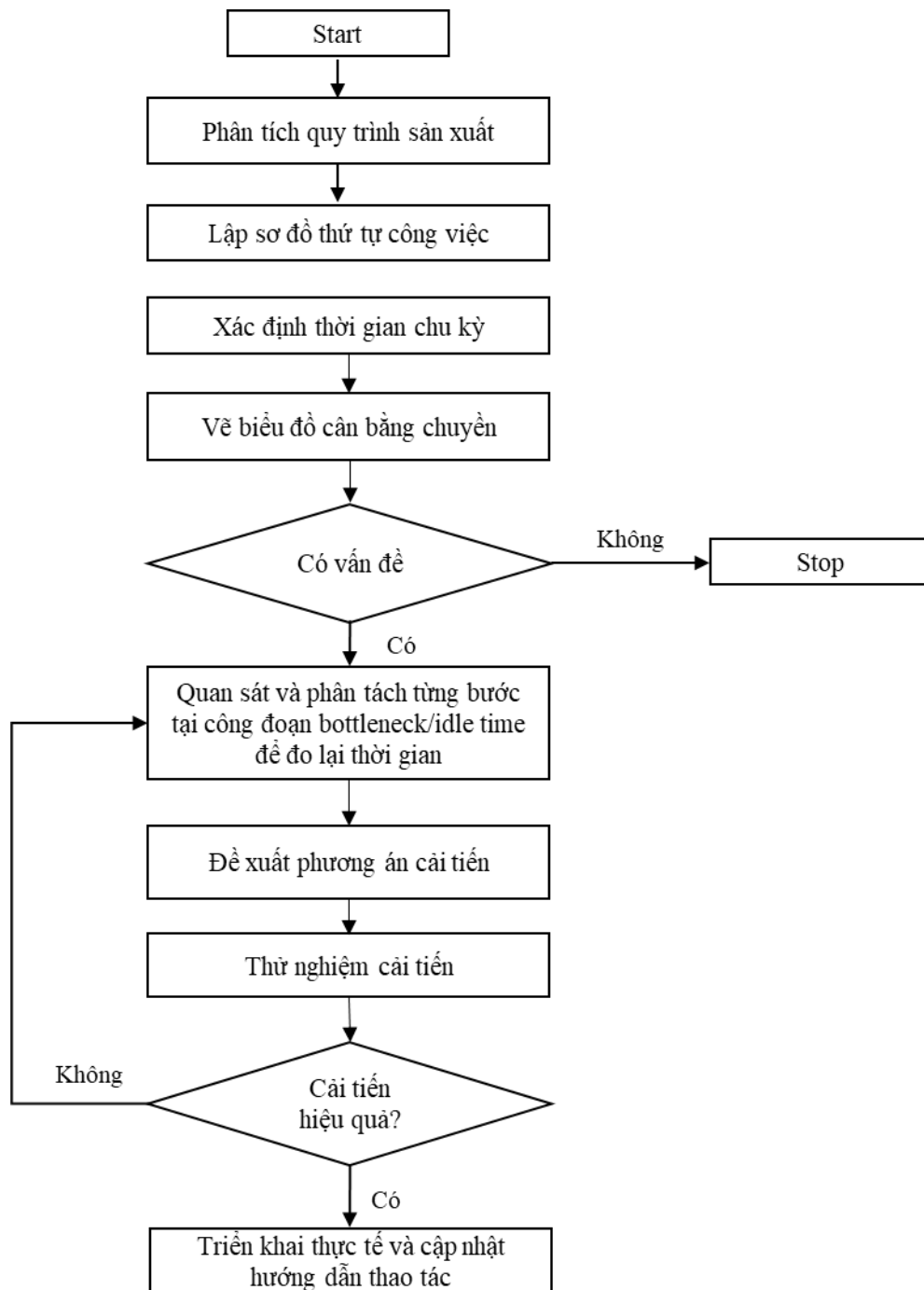
Trong quá trình thiết kế và cải tiến dây chuyền sản xuất, việc phân bổ hợp lý các công việc vào từng trạm làm việc đóng vai trò quan trọng nhằm tối ưu hóa hiệu suất và giảm thiểu lãng phí. Một trong những công cụ trực quan và hiệu quả hỗ trợ cho mục tiêu này là biểu đồ cân bằng chuyền (Line Balancing Chart).

Công cụ này cho phép người phân tích đánh giá trực tiếp sự phân bố thời gian thao tác giữa các trạm làm việc, dựa trên sơ đồ thứ tự công việc (*Precedence Diagram*) và thời gian chu kỳ (*Cycle Time*) đã xác định.

Thông qua biểu đồ, người thực hiện có thể dễ dàng nhận diện sự mất cân đối, các điểm nút thắt (*bottleneck*) hoặc thời gian chờ (*idle time*) giữa các công đoạn. Dựa trên đó, quy trình cải tiến được triển khai theo vòng lặp: quan sát – phân tích – đề xuất phương án cải tiến – thử nghiệm – đánh giá.

Việc ứng dụng biểu đồ Line Balancing Chart không chỉ giúp nâng cao hiệu quả vận hành của dây chuyền, mà còn tạo nền tảng cho việc chuẩn hóa thao tác và thúc đẩy cải tiến liên tục trong sản xuất.

### b. Quy trình thực hiện



Hình 2.4 Sơ đồ quy trình thực hiện

### **c. Ưu điểm, nhược điểm và lý do doanh nghiệp áp dụng phương pháp này tại doanh nghiệp**

**Ưu điểm:** Phương pháp sử dụng Line Balancing Chart được lựa chọn trong quá trình thực hiện cân bằng chuyền tại GGEC Việt Nam nhờ những ưu điểm nổi bật về tính trực quan và khả năng triển khai thực tế. Biểu đồ giúp minh họa rõ ràng sự phân bổ thời gian thao tác giữa các trạm làm việc, từ đó dễ dàng nhận diện các điểm mất cân đối, trạm nút thắt (bottleneck) hoặc thời gian chờ (idle time). Công cụ này cũng cho phép đảm bảo thứ tự công việc theo sơ đồ precedence, hạn chế việc bỏ sót thao tác khởi đầu. Nhờ tính đơn giản và dễ sử dụng, biểu đồ này đặc biệt phù hợp với môi trường sản xuất bán thủ công tại GGEC – nơi có nhiều thao tác lắp ráp bằng tay và ít ứng dụng phần mềm phức tạp.

**Nhược điểm:** Tuy nhiên, phương pháp này cũng tồn tại một số hạn chế nhất định khi áp dụng trong thực tế. Do không xét đến yếu tố kỹ năng của người vận hành hoặc mức độ phức tạp của thao tác, biểu đồ có thể phản ánh sai lệch hiệu suất thực tế giữa các trạm. Ngoài ra, phương pháp không đảm bảo tạo ra phương án tối ưu về số lượng trạm hay năng suất toàn dây chuyền. Trong một số trường hợp, việc phân tích dựa trên dữ liệu đo thời gian không chính xác hoặc chưa được chuẩn hóa cũng có thể dẫn đến kết luận sai lệch, ảnh hưởng đến hiệu quả cải tiến.

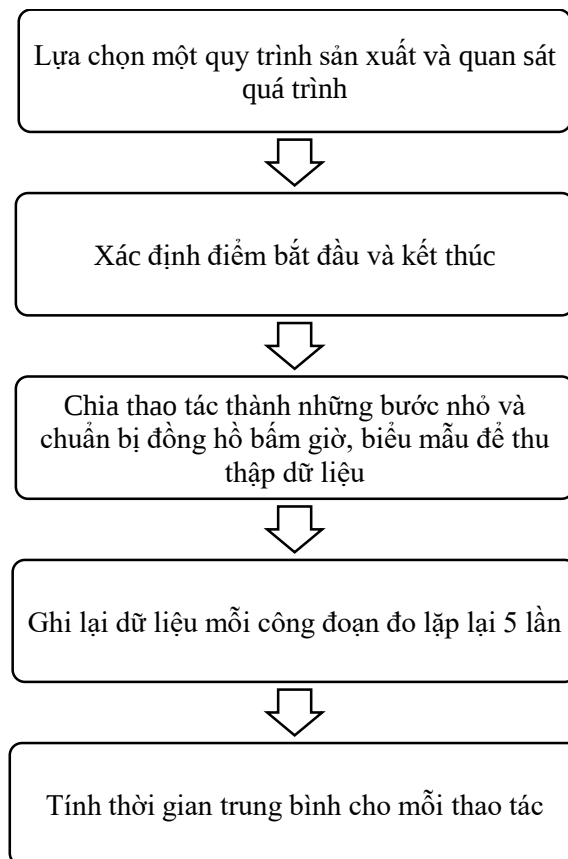
**Lý do lựa chọn phương pháp:** Dù vậy, việc lựa chọn Line Balancing Chart tại GGEC Việt Nam vẫn là một giải pháp hợp lý và thiết thực trong giai đoạn phân tích sơ bộ và cải tiến thực địa. Công cụ này phù hợp với điều kiện vận hành hiện tại của doanh nghiệp: quy mô sản xuất trung bình, dây chuyền lắp ráp tuần tự, thao tác chủ yếu mang tính thủ công và quy trình sản xuất tương đối ổn định. Ngoài ra, định hướng cải tiến liên tục theo triết lý Lean của công ty cũng đòi hỏi các phương pháp phân tích đơn giản, dễ triển khai và dễ tương tác giữa các bộ phận sản xuất. Việc sử dụng biểu đồ Line Balancing không chỉ giúp các kỹ thuật viên và tổ trưởng dễ dàng theo dõi hiện trạng phân bổ công việc giữa các trạm, mà còn hỗ trợ quá trình đánh giá, thảo luận và ra quyết định nhanh chóng trong các buổi họp cải tiến tại hiện trường.

Phương pháp này đặc biệt phát huy hiệu quả trong việc phát hiện các điểm mất cân đối giữa các trạm, xác định các thao tác gây ra nút thắt (bottleneck) hoặc thời gian chờ (idle time), từ đó làm cơ sở đề xuất các thay đổi phù hợp. Đồng thời, với khả năng kết hợp cùng các công cụ Lean khác như phân tích VA/NVA hoặc phương pháp ECRS, biểu đồ này hỗ trợ doanh nghiệp triển khai cải tiến ở mức thực tế và cụ thể, thay vì chỉ dừng

lại ở phân tích lý thuyết. Chính nhờ sự linh hoạt, trực quan và phù hợp với năng lực triển khai tại hiện trường, Line Balancing Chart được lựa chọn làm công cụ hỗ trợ chính trong quá trình cải tiến dây chuyền tại GGEC Việt Nam.

## 2.5. Nghiên cứu thao tác và thời gian (Time study)

Nghiên cứu thời gian là một công cụ quan trọng trong kỹ thuật công nghiệp nhằm thiết lập thời gian tiêu chuẩn cho từng công đoạn sản xuất. Thông qua việc đo lường và phân tích tốc độ làm việc của công nhân, phương pháp này giúp xác định mức sản lượng tối ưu, cải thiện năng suất và tối ưu hóa bố trí mặt bằng sản xuất. Đồng thời, nó hỗ trợ phát hiện các điểm nghẽn trong quy trình, giảm thiểu lãng phí và nâng cao hiệu quả vận hành, góp phần tối ưu hóa toàn bộ hệ thống sản xuất. Dưới đây là quy trình thực hiện time study:



*Hình 2.5. Quy trình thực hiện đo thời gian*

## CHƯƠNG 3: CÔNG TY TNHH ĐIỆN KHÍ QUỐC QUANG VIỆT NAM

### 3.1. Tổng quan

Chương 3 trình bày thông tin tổng quan về Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam – nơi triển khai đề tài nghiên cứu. Nội dung bao gồm lịch sử hình thành, ngành nghề kinh doanh, sản phẩm chủ lực, định hướng phát triển, cơ cấu tổ chức, quy trình sản xuất và đặc điểm kỹ thuật dây chuyền BOOMBOX3 BT. Mục tiêu của chương là giúp người đọc có cái nhìn tổng quan và cụ thể về bối cảnh ứng dụng cải tiến, từ đó hiểu rõ các yếu tố tác động đến hiệu suất và vận hành tại doanh nghiệp. Ngoài ra, các thông tin liên quan đến tổ chức vận hành, đặc điểm sản phẩm và công nghệ hiện tại cũng sẽ giúp luận văn có cơ sở thực tế vững chắc để triển khai phân tích ở các chương tiếp theo.

### 3.2. Thông tin chung



*Hình 3. 1. Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam*

GuoGuang Electric Co., Ltd. (GGEC) là công ty có vốn đầu tư từ Đài Loan, là nhà sản xuất âm thanh và điện âm, thành lập năm 1951. Công ty sở hữu 275 bằng sáng chế trong nước, 38 bằng sáng chế quốc tế, phát triển hơn 200 sản phẩm mới mỗi năm. Với 306 dây chuyền, GGEC sản xuất 620.000 loa/ngày, phục vụ âm thanh ô tô, thiết bị thông minh, pin lithium, tuân thủ các tiêu chuẩn ISO 9001, ISO/TS 16949, ISO 14001. Hệ thống Công ty sản xuất của GGEC gồm: nhà máy tại Quảng Nam (Việt Nam) chuyên sản xuất linh kiện âm thanh và loa bluetooth; nhà máy tại Quảng Châu và Wuzhou (Trung Quốc) tập trung vào sản xuất thiết bị âm thanh thông minh, module âm thanh

cao cấp và phát triển công nghệ; cùng Apower Electronics Co., Ltd. chuyên sản xuất pin lithium-ion cho xe điện và hệ thống lưu trữ năng lượng. Công ty hướng đến mục tiêu dẫn đầu ngành âm thanh toàn cầu với tầm nhìn "Let's Make Life Better."

- CÔNG TY TNHH ĐIỆN KHÍ QUỐC QUANG VIỆT NAM
- Tên quốc tế: GUOGUANG ELECTRIC (VIET NAM) COMPANY LIMITED
- Tên viết tắt: GGEC CO., LTD
- Mã số thuế: 4001168524
- Địa chỉ: Lô số 12 Khu công nghiệp Điện Nam - Điện Ngọc, Phường Điện Nam Bắc, Thị xã Điện Bàn, Tỉnh Quảng Nam, Việt Nam
- Người đại diện: PANG HAO WEN
- Ngày hoạt động: 04/01/2019
- Quản lý bởi: Cục Thuế tỉnh Quảng Nam

### 3.3. Sản phẩm chính của GGEC Việt Nam

GGEC Việt Nam hiện vận hành một nhà máy và dự kiến đưa vào hoạt động nhà máy thứ hai vào quý 3 năm 2025. Nhà máy hiện tại có ba tầng:

- Tầng 1: Khu vực lắp ráp SMT, nơi sản xuất bảng mạch PCB (Printed Circuit Board).
- Tầng 2: Gồm hai xưởng, V21 và V22. Trong đó, V21 chịu trách nhiệm lắp ráp linh kiện vào bảng mạch. Xưởng V22 lắp ráp thành sản phẩm hoàn chỉnh.
- Tầng 3: Gồm hai xưởng, V31 và V32. V31 lắp ráp thành phẩm, trong khi V32 chuyên sản xuất củ loa cung cấp cho các đối tác khác.

Công ty tập trung vào lắp ráp loa Bluetooth cho các thương hiệu lớn như Logitech, Harman, Amazon và Samsung. Đặc biệt, trong năm sau, GGEC Việt Nam sẽ mở rộng thêm lĩnh vực đồng hồ thông minh, sản xuất cho Apple.





*Hình 3.2 Sản phẩm GJEC Việt Nam*

### 3.4. Tầm nhìn và sứ mệnh

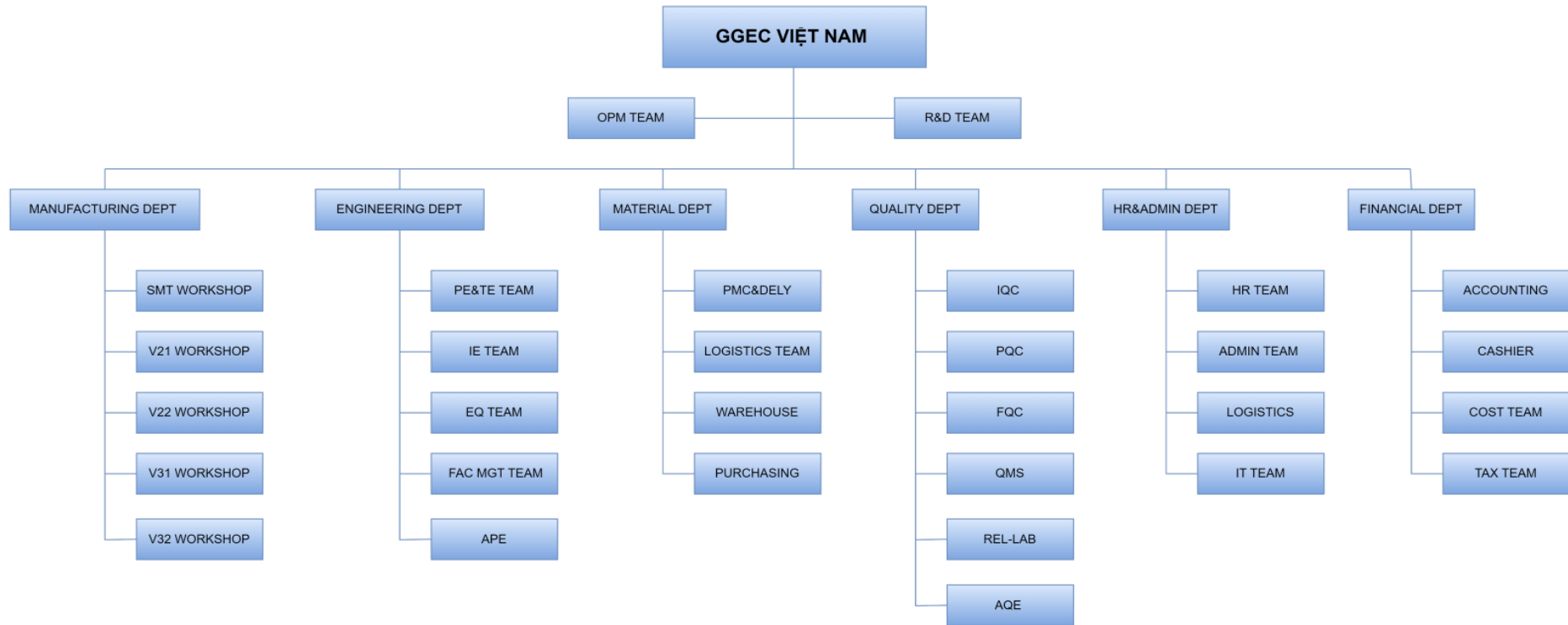
GJEC đang định hình tương lai của âm thanh và điện âm học với các giải pháp tiên tiến trong thiết kế loa chuyên nghiệp, hệ thống âm thanh ô tô và thiết bị đeo thông minh.

Đây là minh chứng cho cam kết thương hiệu và tầm nhìn của công ty, thể hiện qua sự hợp tác linh hoạt, đáng tin cậy với khách hàng. Đồng thời, GJEC không ngừng đổi mới, phát triển công nghệ và mở rộng quy mô. Hình 3.3 cho thấy hướng đi của GJEC.



*Hình 3.3 Tầm nhìn và sứ mệnh*

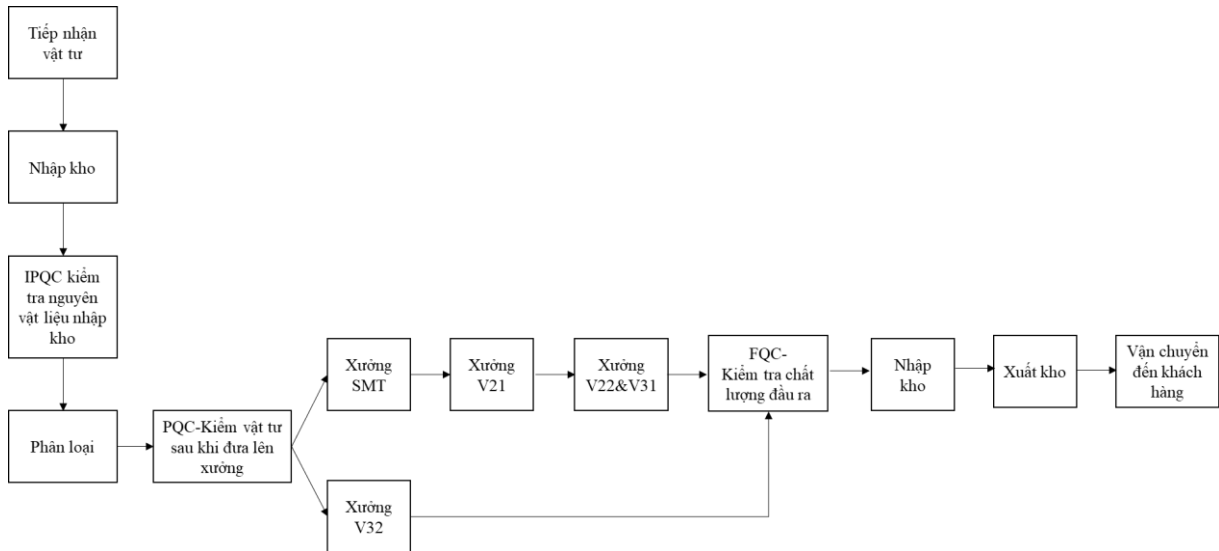
### 3.5. Cấu trúc



Hình 3.4 Cơ cấu tổ chức

Sơ đồ tổ chức của GGEC Việt Nam gồm OPM Team phụ trách quản lý vận hành sản xuất và R&D Team tập trung vào nghiên cứu, phát triển. Bên cạnh đó, công ty có các phòng ban chính như Sản xuất, Kỹ thuật, Vật liệu, Chất lượng, Hành chính - Nhân sự và Tài chính, mỗi bộ phận đảm nhận các chức năng riêng, từ quản lý sản xuất, kiểm soát chất lượng, quản lý vật liệu đến tài chính và hành chính. Cấu trúc này giúp công ty vận hành hiệu quả, đảm bảo sự phối hợp chặt chẽ giữa các bộ phận.

### 3.6. Quy trình vận hành của nhà máy:



Hình 3.5 Sơ đồ quy trình sản xuất của nhà máy

#### 3.6.1. Tiếp nhận vật tư

Quy trình sản xuất bắt đầu với bước tiếp nhận vật tư từ nhà cung cấp. Các nguyên vật liệu cần thiết cho quá trình sản xuất được vận chuyển đến nhà máy theo đơn đặt hàng. Nhân viên kho sẽ tiến hành kiểm tra sơ bộ số lượng và tình trạng hàng hóa để đảm bảo rằng lô hàng nhận được phù hợp với yêu cầu đặt mua. Sau khi xác nhận thông tin giao nhận, vật tư sẽ được chuyển đến khu vực kho để chờ kiểm tra chất lượng đầu vào trước khi đưa vào sản xuất.

#### 3.6.2. Nhập kho

Sau khi vật tư được tiếp nhận, chúng sẽ được nhập kho để bảo quản và quản lý trước khi sử dụng trong sản xuất. Quy trình nhập kho bao gồm việc ghi nhận số lượng, mã vật tư và vị trí lưu trữ vào hệ thống quản lý kho. Việc sắp xếp hợp lý giúp tối ưu hóa không gian lưu trữ, thuận tiện cho việc xuất kho khi cần thiết. Ngoài ra, một số vật tư có yêu cầu đặc biệt về điều kiện bảo quản, như nhiệt độ hoặc độ ẩm, cũng sẽ được xử lý phù hợp để đảm bảo chất lượng sản xuất.

#### 3.6.3. IQC - Kiểm tra nguyên vật liệu đầu vào

Trước khi đưa vào sản xuất, nguyên vật liệu phải trải qua quá trình kiểm tra chất lượng đầu vào. Đội ngũ kiểm tra chất lượng đầu vào (IQC - Incoming Quality Control) sẽ tiến hành đánh giá theo các tiêu chuẩn kỹ thuật, bao gồm kiểm tra kích thước, thành phần, hoặc các tính chất khác. Nếu phát hiện vật tư không đạt yêu cầu, chúng sẽ bị loại

bỏ hoặc gửi trả nhà cung cấp để xử lý. Chỉ những nguyên vật liệu đạt tiêu chuẩn mới được đưa vào dây chuyền sản xuất để đảm bảo chất lượng sản phẩm đầu ra.

#### **3.6.4. Phân loại**

Trong trường hợp IQC phát hiện lô hàng có lỗi, bộ phận kiểm tra sẽ tiến hành phân loại sản phẩm để xác định mức độ lỗi và phương án xử lý:

- Linh kiện đạt tiêu chuẩn: Được chuyển vào kho để phục vụ sản xuất.
- Linh kiện lỗi nhẹ: Các lỗi nhỏ như trầy xước bề mặt hoặc sai lệch kích thước không đáng kể có thể được xử lý ngay tại nhà máy hoặc chấp nhận sử dụng nếu không ảnh hưởng đến chức năng.
- Linh kiện lỗi nghiêm trọng: Những sản phẩm có lỗi lớn, ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm hoặc không thể khắc phục sẽ bị loại bỏ hoặc trả lại nhà cung cấp.

#### **3.6.5. PQC - Kiểm vật tư sau khi đưa lên xưởng**

Sau khi vật tư được phân loại và đưa lên xưởng, bộ phận PQC (Process Quality Control) sẽ kiểm tra số lượng vật tư để đảm bảo đủ cho quá trình sản xuất. Đồng thời, PQC cũng xác nhận tình trạng vật tư và các thông số kỹ thuật cơ bản nhằm tránh thiếu hụt hoặc sử dụng sai linh kiện. Nếu phát hiện vật tư không đủ số lượng hoặc có vấn đề, PQC sẽ báo cáo và phối hợp với các bộ phận liên quan để xử lý kịp thời, đảm bảo quá trình sản xuất diễn ra liên tục và không bị gián đoạn.

#### **3.6.6. Xưởng V32**

Xưởng V32 tập trung vào sản xuất củ loa, một trong những bộ phận quan trọng của sản phẩm âm thanh. Quá trình sản xuất bao gồm lắp ráp màng loa, nam châm và các linh kiện khác để tạo ra củ loa đạt tiêu chuẩn. Việc kiểm soát chất lượng nghiêm ngặt giúp đảm bảo rằng mỗi củ loa đều đáp ứng yêu cầu về âm thanh, độ bền và hiệu suất trước khi đưa vào lắp ráp cùng các linh kiện khác.

#### **3.6.7. Xưởng SMT**

Xưởng SMT (Surface Mount Technology) là nơi thực hiện gắn linh kiện điện tử lên bảng mạch in (PCB). Quy trình này bao gồm in kem hàn, đặt linh kiện dán (SMD) và hàn linh kiện thông qua lò hàn. Công nghệ SMT giúp nâng cao độ chính xác và tự động hóa trong sản xuất, từ đó cải thiện hiệu suất và giảm thiểu lỗi. Sau khi hoàn thành, bảng mạch sẽ được kiểm tra chất lượng để đảm bảo tất cả linh kiện đã được gắn đúng vị trí và hoạt động tốt trước khi chuyển sang công đoạn tiếp theo.

### **3.6.8. Xưởng V21**

Sau khi hoàn thành giai đoạn SMT, bảng mạch sẽ được chuyển sang xưởng V21 để thực hiện lắp ráp linh kiện xuyên lỗ. Các linh kiện như tụ điện, biến trở hoặc công kết nối thường được hàn thủ công hoặc bằng máy hàn sóng để đảm bảo độ bền và tính dẫn điện. Xưởng V21 đóng vai trò quan trọng trong việc hoàn thiện bảng mạch, giúp nâng cao độ ổn định của sản phẩm và chuẩn bị sẵn sàng cho công đoạn lắp ráp tiếp theo.

### **3.6.9. Xưởng V22 & Xưởng V31**

Xưởng V22 và V31 đều là hai xưởng nhận bảng mạch PCBA (Printed Circuit Board Assembly) để lắp ráp thành phẩm và đóng gói sản phẩm, tuy nhiên, chúng đảm nhận các loại sản phẩm khác nhau. Xưởng V22 tập trung vào các sản phẩm có kích thước nhỏ và vừa. Trong khi đó, xưởng V31 chuyên sản xuất các sản phẩm có kích thước lớn hơn và một số sản phẩm đi kèm với thanh bar. Mỗi xưởng đều có quy trình lắp ráp, kiểm tra và đóng gói phù hợp với đặc thù của sản phẩm nhằm đảm bảo chất lượng đầu ra tốt nhất.

### **3.6.10. FQC - Kiểm tra chất lượng đầu ra**

Sau khi sản phẩm hoàn thành quá trình lắp ráp tại các xưởng, bộ phận FQC (Final Quality Control) sẽ tiến hành kiểm tra chất lượng đầu ra. Quá trình này bao gồm kiểm tra ngoại quan và kiểm tra các chức năng để đảm bảo sản phẩm đáp ứng tiêu chuẩn chất lượng trước khi xuất kho. Nếu phát hiện lỗi, FQC sẽ phân loại sản phẩm, xác định nguyên nhân và phối hợp với các bộ phận liên quan để khắc phục. Chỉ những sản phẩm đạt yêu cầu mới được đưa vào kho thành phẩm và chuẩn bị xuất hàng đến khách hàng.

### **3.6.11. Nhập kho thành phẩm - Xuất kho - Vận chuyển đến khách hàng**

Sản phẩm hoàn thiện sau khi trải qua kiểm tra chất lượng cuối cùng thì nhập kho thành phẩm. Khi đến thời điểm giao hàng, bộ phận kho kiểm tra số lượng, tình trạng sản phẩm, và xuất kho. Cuối cùng, sản phẩm được vận chuyển theo lộ trình phù hợp để đảm bảo giao đúng số lượng, đúng thời gian, và đảm bảo chất lượng đến tay khách hàng.

### 3.7. BOOMBOX3 BT:

#### 3.7.1. Tổng thể

a. Hình:



Hình 3.6 BOOMBOX3 BT

b. Thành phần của loa

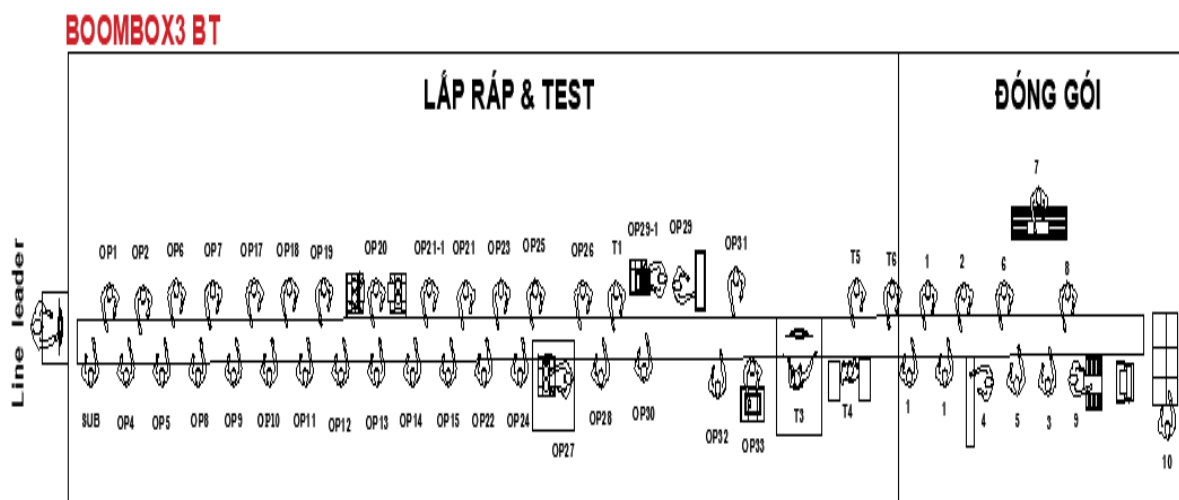
Bảng 3.1 Thành phần loa

|                         |                                                                                                                                       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bo mạch                 | Mạch chính, mạch IO, mạch đèn Led, mạch AC (bo mạch cấp nguồn), mạch key (mạch nút bấm)                                               |
| Linh kiện điện tử       | Dây cáp FFC (Flexible Flat Cable), dây bus, dây cáp kết nối, jack mạch chính, jack AC, jack pin, đệm chống rung, nút bấm, dây nút bấm |
| Các thành phần âm thanh | Loa âm trung, loa âm cao, loa âm thấp, cụm khoang loa trái và phải, ăng-ten                                                           |
| Thân hộp loa            | Khoang hộp loa, khung thân hộp, vỏ loa, nắp chống thấm, lưới bảo vệ loa, roăn su, bông hút âm, màng thông khí                         |
| Hệ thống điện           | Dây nguồn, dây pin, pin sạc, cáp sạc                                                                                                  |
| Phụ kiện kèm theo       | Tay cầm                                                                                                                               |

c. Chức năng:

Loa Bluetooth có chức năng phát âm thanh không dây từ các thiết bị kết nối qua Bluetooth, giúp người dùng nghe nhạc, xem phim hoặc thực hiện cuộc gọi rảnh tay. Hệ thống loa khuếch đại và tái tạo âm thanh từ tín hiệu nhận được, đảm bảo chất lượng âm thanh ổn định. Ngoài ra, loa còn tích hợp pin sạc, cho phép sử dụng linh hoạt mà không cần kết nối nguồn điện liên tục.

### 3.7.2. Layout chuyền sản phẩm BOOMBOX3 BT



Hình 3.7 Layout bố trí dây chuyền BOOMBOX3 BT

❖ **Nhận xét:**

Trong quá trình thiết kế và phân tích layout dây chuyền sản xuất theo dạng chữ I, tôi đã tiến hành khảo sát và đánh giá các yếu tố như: bố trí không gian, hướng dòng chảy sản phẩm, mức độ hợp lý trong sắp xếp các công đoạn lắp ráp và các trạm kiểm tra chất lượng. Các nhận định chính được tổng hợp như sau:

➤ **Ưu điểm**

**Dòng chảy sản phẩm tuyến tính, một chiều (One-piece flow):** Dây chuyền được thiết kế với hướng di chuyển sản phẩm từ trái sang phải theo trục ngang. Cách bố trí này tạo điều kiện cho dòng chảy vật liệu liền mạch và dễ kiểm soát, hạn chế tối đa tình trạng giao thoa giữa các công đoạn. Nhờ đó, rủi ro lẫn lộn linh kiện hoặc sai lệch sản phẩm được giảm thiểu, đồng thời giúp nâng cao hiệu quả giám sát và điều hành sản xuất.

**Phân chia rõ ràng khu vực chức năng:** Các khu vực chính như lắp ráp, kiểm tra và đóng gói được bố trí tách biệt và rõ ràng, thuận lợi cho việc cấp phát vật tư, bố trí nhân lực và kiểm tra chất lượng. Mặt bằng bố trí mạch lạc cũng giúp công nhân dễ nắm bắt luồng công việc, rút ngắn thời gian làm quen và huấn luyện thao tác.

**Bố trí trạm kiểm tra xen kẽ hợp lý:** Các trạm kiểm tra (test) được bố trí xen kẽ giữa các cụm công đoạn, cho phép kiểm soát chất lượng theo từng giai đoạn. Vì vậy có thể giúp phát hiện lỗi kịp thời, hạn chế lỗi lan truyền đến giai đoạn sau, nâng cao tỷ lệ thành phẩm đạt chuẩn.

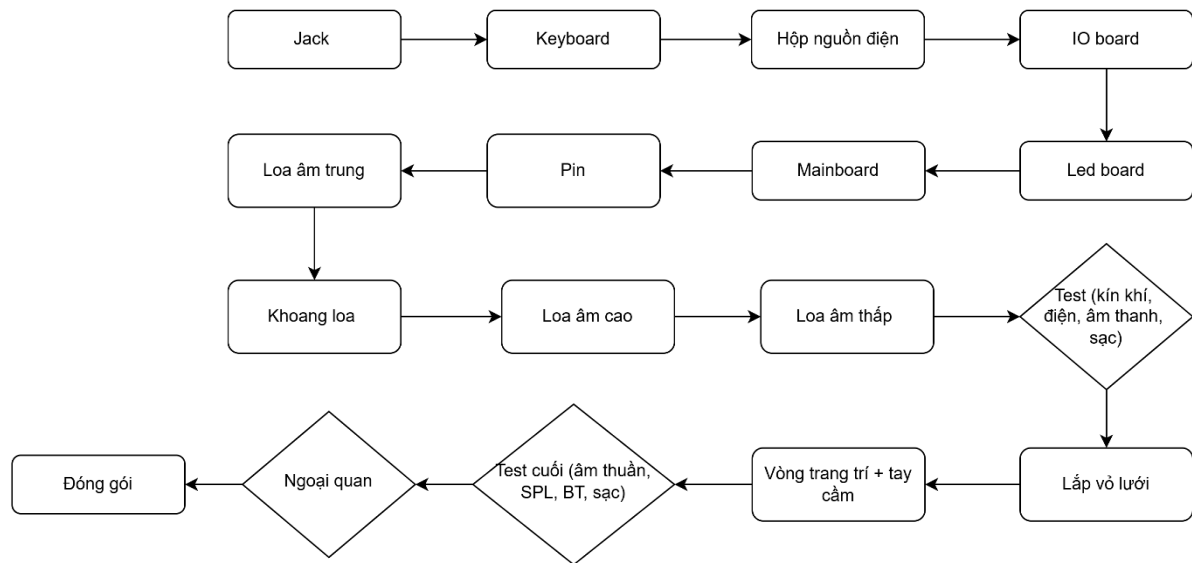
#### ➤ Hạn chế

**Chiều dài dây chuyền quá lớn:** Do số lượng công đoạn nhiều, dây chuyền có chiều dài tổng thể lớn, gây khó khăn trong quản lý, kiểm soát các vị trí làm việc. Khi xảy ra sự cố kỹ thuật hoặc thiếu vật tư, việc điều phối và phản hồi thông tin đôi lúc bị chậm trễ, làm giảm hiệu suất chung. Vì vậy thực hiện tối ưu hóa dây chuyền bằng cách rà soát, cắt giảm các công đoạn dư thừa hoặc không tạo giá trị.

**Mật độ công đoạn cao và nguy cơ mất cân bằng chuyền:** Tổng số công đoạn lên đến 29 bước lắp ráp, cộng thêm nhiều trạm kiểm tra, làm tăng nguy cơ mất cân bằng chuyền nếu không được phân tích và bố trí hợp lý. Sự chênh lệch về thời gian thao tác giữa các công đoạn có thể dẫn đến hiện tượng chờ đợi, tắc nghẽn hoặc nhàn rỗi. Vì vậy tiến hành nghiên cứu thời gian thao tác (time study) để xác định thời gian tiêu chuẩn cho chuyền sản xuất. Trên cơ sở kết quả phân tích, thực hiện cân bằng chuyền, nhằm điều phối lao động hợp lý, đồng bộ hóa nhịp sản xuất và rút ngắn tổng thời gian chu trình. Việc cân bằng chuyền không chỉ giúp nâng cao năng suất mà còn góp phần cải thiện điều kiện làm việc và giảm áp lực tại các công đoạn “nút thắt”.

### 3.7.3. Quy trình lắp ráp thành phẩm loa BOOMBOX3 BT:

Sơ đồ khối dưới đây mô tả tổng quan các cụm tổ hợp chính trong quy trình lắp ráp sản phẩm loa tại dây chuyền sản xuất. Quy trình được chia thành nhiều cụm thao tác logic, bao gồm các bước từ lắp đặt các bộ phận đầu vào như Jack AC, Keyboard, IO Board, Mainboard, cho đến các bộ phận âm thanh như loa âm trung, âm cao, âm thấp. Sau khi hoàn thiện lắp ráp phần cứng, sản phẩm sẽ trải qua các bước kiểm tra chất lượng bao gồm kiểm tra kín khí, điện áp, âm thanh, kết nối không dây và sạc pin. Cuối cùng là các công đoạn hoàn thiện ngoại quan và đóng gói sản phẩm.



Hình 3.8 Sơ đồ khối quy trình lắp ráp loa

Sau khi xây dựng được sơ đồ khối mô tả quy trình tổng thể, bước tiếp theo trong phân tích là đi sâu vào các công đoạn cụ thể theo từng thành phần của sản phẩm. Quy trình lắp ráp được chia thành 33 công đoạn chính, được nhóm lại thành các cụm chức năng bao gồm: jack AC, keyboard, hộp nguồn điện, IO board, mainboard, ledboard, pin, khoang loa, loa âm trung, loa âm cao, loa âm thấp, vỏ lưới, vòng trang trí, kiểm tra và đóng gói. Việc phân nhóm như vậy không chỉ giúp hình dung rõ ràng cấu trúc và trình tự lắp ráp của sản phẩm, mà còn hỗ trợ việc tổ chức và bố trí hợp lý các công việc tại từng trạm thao tác. Đồng thời, cách tiếp cận theo cụm này cũng làm nổi bật được yêu cầu kỹ thuật, mức độ phối hợp giữa các bộ phận, cũng như số lượng và vai trò của nhân lực tại từng bước trong dây chuyền sản xuất.

Cụ thể, mỗi thành phần cấu thành sản phẩm như jack AC, keyboard, hộp nguồn điện, IO board, mainboard, pin, các loại loa (âm trung, âm cao, âm thấp), khoang loa, vỏ lưới, vòng trang trí, và các bước kiểm tra – test – đóng gói, đều được ghi nhận theo năm yếu tố chính:

- Thành phần chính: Là chi tiết hoặc cụm chi tiết được lắp ráp hoặc kiểm tra trong công đoạn.
- Công đoạn: Bao gồm các thao tác cụ thể mà công nhân thực hiện, như hàn dây, siết vít, dán đệm, quét mã, test chức năng, lắp ráp, hoặc kiểm tra ngoại quan.
- Hình ảnh: Cung cấp cái nhìn trực quan về từng bước để dễ dàng đánh giá thao tác, bố trí mặt bằng, và kiểm tra thao tác thực tế.

- Công cụ: Là những thiết bị, máy móc, jig, dụng cụ hỗ trợ mà công nhân cần sử dụng để đảm bảo đúng kỹ thuật và an toàn thao tác.
- Số người: Số lượng lao động trực tiếp thực hiện tại mỗi bước, từ đó phục vụ cho các tính toán về năng suất, định mức lao động và cân bằng chuyên sản xuất.

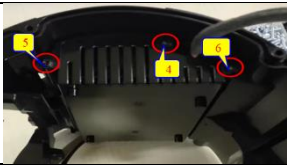
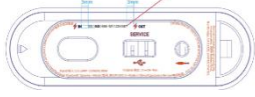
Bảng sau sẽ làm rõ từng bước thao tác trong quy trình sản xuất, thông qua đó có thể đánh giá hiệu quả sử dụng công cụ, nhân lực và sự liên kết giữa các công đoạn, dễ dàng nhận diện các điểm có thể cải tiến như: thao tác thừa, thời gian chờ đợi, bố trí công cụ chưa hợp lý, hoặc số lượng lao động không cân bằng.

Phần nội dung chi tiết sẽ được trình bày ở phía dưới đây, kết hợp bảng mô tả và hình ảnh thực tế tại mỗi công đoạn một cách hệ thống và rõ ràng.

*Bảng 3.2 Quy trình lắp ráp thành phẩm loa BOOMBOX3 BT*

| Thành phần chính | Công đoạn                                             | Hình ảnh                                                                             | Công cụ                                                | Số người |
|------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------|
| Jack AC          | Hàn dây nguồn điện vào jack AC, dán đệm AC            |  | Jig hàn jack AC, súng nhiệt, máy hàn điện tử           | 1        |
| Keyboard         | Cắm dây FFC keyboard, siết vào khoang hộp             |  | Jig siết keyboard, vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập, | 1        |
|                  | Dán nút bấm su/ép kín                                 |  | Jig ép kín nút bấm su                                  | 1        |
| Hộp nguồn điện   | Dán đệm bảng nguồn điện, cắm dây, siết hộp nguồn điện |  | Vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập                     | 1        |
|                  | Lắp siết hộp nguồn điện/Siết vào thân hộp             |  | Vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập                     | 1        |

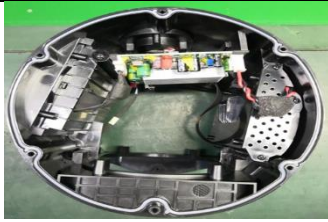
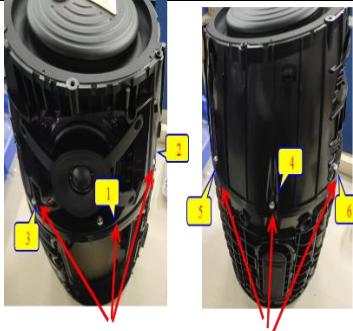
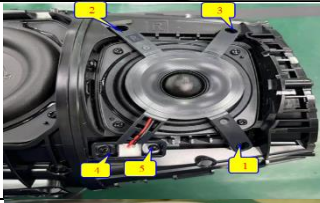
Ứng dụng cân bằng chuyển nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại  
Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

|           |                                             |                                                                                      |                                                                              |   |
|-----------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---|
| IO board  |                                             |    |                                                                              |   |
|           | Khắc laser nắp IO/lắp nắp chống thấm        |    | Máy tính, khuôn khắc laser, máy khắc laser, mũi vận vít đầu chữ nhật         | 1 |
|           | Dán đệm IO board/Siết IO board              |    | Jig siết IO board, vít điện, mũi vận vít đầu chữ thập                        | 1 |
|           | Siết cụm IO vào khoang hộp                  |    | Jig siết IO vào thân hộp, vít điện, mũi vận vít đầu chữ thập                 | 1 |
|           | Siết AC vào vị trí/ Lắp roăn su vào nắp pin |   | Dụng cụ hỗ trợ vận loa âm thấp, vít điện, mũi vận vít đầu chữ thập, vít điện | 1 |
|           | Lấy mainboard dán đệm, khóa ăng ten         |  | Jig hỗ trợ mainboard, Jig ấn ăng ten, hệ thống truy vết, máy in tem          | 1 |
| Ledboard  | Cắm dây LED/Siết giá đỡ LED                 |  | Dụng cụ hỗ trợ siết LED, vít điện, mũi vận vít đầu chữ thập                  | 1 |
| Mainboard | Cắm dây IO, lắp trước mainboard             |  |                                                                              | 1 |

Ứng dụng cân bằng chuyên nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại  
Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

|              |                                                             |                                                                                      |                                                                                                                        |   |
|--------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|              | Cắm dây nút bấm/Siết vít mainboard, dán đệm                 |    | Jig hỗ trợ siết mainboard, vít điện, mũi vận vít đầu chữ thập                                                          | 1 |
|              | Cắm dây bus, LED, dán ăng ten                               |    |                                                                                                                        | 1 |
| Pin          | Lắp pin vào thân hộp, siết nắp pin/ cắm jack pin            |   | Dụng cụ hỗ trợ siết nắp pin, vít điện, mũi vận vít đầu chữ thập, hệ thống truy vết                                     | 1 |
|              | Dán tem loa âm trung/lắp bông hút âm                        |  | Hệ thống in                                                                                                            | 1 |
| Loa âm trung | Cắm dây loa âm trung, Siết vít loa âm trung vào khoang trái |  | Máy bắn, Jig hỗ trợ loa âm trung, mũi vận vít đầu chữ thập, Jig hỗ trợ khoang trái                                     | 1 |
|              | Cắm dây loa âm trung, Siết vít loa âm trung vào khoang phải |  | Máy bắn, Jig hỗ trợ loa âm trung, mũi vận vít đầu chữ thập, Jig hỗ trợ khoang phải                                     | 1 |
| Khoang loa   | Kiểm tra kín khí thân hộp trái/phải/Dán màn thông khí       |  | Kiểm tra kín khí âm trung bên trái/jig ép, Kiểm tra kín khí âm trung bên phải/jig ép, Thùng kiểm soát chống nước, Nhíp | 1 |

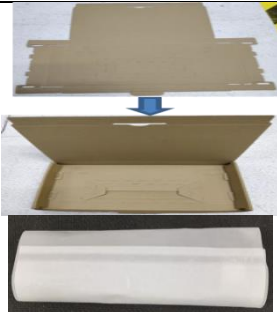
Ứng dụng cân bằng chuyển nâng cao hiệu suất dây chuyển BOOMBOX3 BT tại  
Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

|             |                                                                           |                                                                                      |                                                                                              |   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|             | Lắp roăn su khoang nắp trái, phải                                         |    |                                                                                              | 1 |
|             | Cắm dây loa bên trái, siết cụm khoang loa bên trái                        |    | Jig siết khoang phải, vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập                                     | 1 |
|             | Cắm dây loa bên phải, siết cụm khoang loa bên phải                        |                                                                                      | Jig siết khoang phải, vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập                                     | 1 |
| Loa âm cao  | Quét mã âm cao bên trái phải, cắm dây loa âm cao trái phải                |   | Jig hỗ trợ siết loa cao, hệ thống truy vết                                                   | 1 |
|             | Siết cụm âm cao trái, phải                                                |  | Jig hỗ trợ siết loa cao, vít điện. mũi vặn vít đầu chữ thập                                  | 1 |
| Loa âm thấp | Gộp mã loa âm trung, âm thấp / xé nhãn loa âm trung / lắp roăn su âm thấp |  | Hệ thống truy vết                                                                            | 1 |
|             | Cắm dây loa âm thấp, siết loa                                             |  | Jig hỗ trợ siết loa âm thấp, vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập, màn bảo hộ siết loa âm thấp | 1 |

Ứng dụng cân bằng chuyền nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại  
Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

|                |                                                                 |                                                                                      |                                                                        |   |
|----------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---|
| Test           | Kiểm tra kín khí cả máy, dán màng thông khí, dán đệm chống rung |    | Jig ép/kiểm tra kín khí máy, Nhíp                                      | 1 |
|                | Test rò điện                                                    |                                                                                      | Máy cao áp, bao tay cách nhiệt, đệm cách nhiệt, máy tính, súng quét mã | 1 |
|                | Test đèn, dán đệm vòng quanh loa                                |    |                                                                        | 1 |
| Lắp vỏ lưới    | Dán đệm vỏ lưới                                                 |   |                                                                        | 1 |
|                | Lắp vỏ lưới, siết vít cố định vỏ lưới                           |  | Jig hỗ trợ vỏ lưới, vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập                 | 1 |
| Vòng trang trí | Siết vít vòng trang trí bên trái                                |  | Jig siết PR, vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập                        | 1 |
|                | Siết vít vòng trang trí phải                                    |                                                                                      | Jig siết PR, vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập                        | 1 |
|                | Lắp tay cầm, siết vít cố định 2 đầu                             |  | Jig vặn tay cầm, vít điện, mũi vặn vít đầu chữ thập                    | 1 |
|                | Vặn vòng trang trí trái phải                                    |  | Jig lắp nắp PR                                                         | 1 |
|                | Test âm thuần                                                   |                                                                                      | Máy quét tần âm, máy tính,                                             | 1 |

Ứng dụng cân bằng chuyển nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại  
Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

|            |                                                    |                                                                                      |                                                                                         |   |
|------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Test       |                                                    |                                                                                      | súng quét, máy mẫu                                                                      |   |
|            | Test SPL                                           |    | Hệ thống test SPL, máy tính test, súng quét mã                                          | 1 |
|            | Test BT                                            |                                                                                      | Hộp test BT, máy tính, súng quét mã                                                     | 1 |
|            | Test sạc điện                                      |                                                                                      | Asundar PD31, điện nguồn AC, Jig test sạc điện, máy tính, súng quét mã, Nguồn AC IT7324 | 1 |
| Ngoại quan | Ngoại quan                                         |                                                                                      | Thước kẹp, Hệ thống truy vết                                                            | 3 |
| Đóng gói   | Quét mã SN, in tem nhãn hộp màu, bọc túi vải loa   |   | Hệ thống in                                                                             | 1 |
|            | Gấp hộp màu, đặt khe giấy                          |  |                                                                                         | 1 |
|            | Gấp hộp phụ kiện, bọc dây nguồn, dán tem dây nguồn |  |                                                                                         | 1 |
|            | Dán mã truy vết hộp phụ kiện, đóng dây nguồn-HDSD  |  | Hệ thống truy vết                                                                       | 1 |

Ứng dụng cân bằng chuyển nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại  
Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

|  |                                                                  |                                                                                      |                                          |   |
|--|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---|
|  |                                                                  |    |                                          |   |
|  | Đặt hộp phụ kiện, thành phẩm vào hộp màu                         |    | Hệ thống truy vết, máy in tem            | 1 |
|  | Đặt khay giấy, cài hộp màu, dán niêm phong                       |   |                                          | 1 |
|  | Bọc giấy sấp, hộp màu, cân                                       |  | Cân điện tử, băng keo, hệ thống truy vết | 1 |
|  | Dán tem thùng ngoài, đặt thành phẩm vào thùng ngoài, đặt vào máy |  | Máy dán thùng tự động, máy in tem        | 1 |

|  |                          |                                                                                    |                                             |   |
|--|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---|
|  | Đóng gói, xếp lên pallet |  | Pallet, xe nâng thủy lực, hệ thống truy vết | 1 |
|--|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---|

❖ Nhận xét về quy trình lắp ráp sản phẩm:

Quy trình lắp ráp sản phẩm được tổ chức theo hướng tuyến tính, chia theo từng cụm chức năng như nguồn, mainboard, loa, IO board... Các công đoạn diễn ra tuần tự từ lắp linh kiện đến kiểm tra, hoàn thiện ngoại quan và đóng gói. Mỗi bước đều có hướng dẫn thao tác, công cụ, thời gian và số người thực hiện, thể hiện mức độ tiêu chuẩn hóa khá tốt. Việc phân tách rõ các thao tác như hàn, siết, dán, kiểm tra và test chức năng giúp tăng khả năng kiểm soát chất lượng và truy vết lỗi.

Tuy nhiên, quy trình vẫn mang tính thủ công cao, phụ thuộc nhiều vào tay nghề công nhân và thiết bị cầm tay như súng nhiệt, vít điện, nhíp, jig... Việc này dễ dẫn đến sai lệch thao tác nếu thiếu kiểm soát chặt. Ngoài ra, nhiều thao tác lặp đi lặp lại như siết vít, cắm dây, dán đệm xuất hiện ở nhiều công đoạn, là cơ hội để chuẩn hóa hoặc tự động hóa.

Tổng thể, quy trình hiện tại có tính minh bạch và truy vết tốt, phù hợp với sản phẩm yêu cầu kiểm tra nghiêm ngặt. Tuy nhiên, để nâng cao hiệu quả, doanh nghiệp nên xem xét bố trí lại thao tác để rút ngắn thời gian, tăng tính liên kết giữa các cụm và từng bước tự động hóa những phần lặp. Từ cơ sở đó, Chương 4 sẽ tập trung phân tích chi tiết thực trạng dây chuyền, bao gồm thời gian thao tác, mức độ phân bổ nhân lực và các điểm chưa tối ưu nhằm làm nền tảng cho đề xuất cải tiến ở các chương sau.

## CHƯƠNG 4: PHÂN TÍCH THỰC TRẠNG TẠI DOANH NGHIỆP

### 4.1. Tổng quan

Chương 4 đi sâu vào phân tích thực trạng dây chuyền sản xuất tại doanh nghiệp trong bối cảnh cạnh tranh ngày càng gay gắt trên thị trường điện tử và thiết bị âm thanh, nơi mà việc tối ưu hóa sản xuất đóng vai trò then chốt nhằm nâng cao năng suất, chất lượng và hiệu quả chi phí. Thông qua khảo sát thực tế, đo thời gian thao tác, thu thập dữ liệu và sử dụng các công cụ như sơ đồ xương cá, biểu đồ thời gian, bảng cân bằng chuyền, chương sẽ làm rõ mức độ phù hợp giữa hiện trạng vận hành với yêu cầu kỹ thuật.

Nội dung chương bao gồm việc khảo sát trực tiếp dây chuyền sản xuất loa BOOMBOX3 BT, đo lường thao tác tại từng công đoạn, sơ đồ hóa quy trình sản xuất và phân tích dữ liệu thu thập được. Qua đó, chương trình bày tổng quan về quy trình sản xuất hiện tại, cách bố trí nhân công, phân chia công việc, mức độ cân bằng giữa các trạm làm việc, cũng như hiệu suất sử dụng thời gian. Ngoài ra, các vấn đề còn tồn tại như thao tác dư thừa, thời gian chờ, sự mất cân đối giữa các công đoạn, điểm nghẽn trong sản xuất hoặc việc chưa khai thác tối ưu thiết bị và nhân lực cũng được chỉ ra rõ ràng.

Việc phân tích này không chỉ mang tính mô tả hiện trạng mà còn nhằm đánh giá khách quan, khoa học các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất và hiệu quả sản xuất tại nhà máy GGEC Việt Nam. Đây sẽ là cơ sở quan trọng để xác định nguyên nhân gốc rễ và đề xuất các giải pháp cải tiến phù hợp ở chương tiếp theo.

### 4.2. Phân tích hiện trạng

Nhà máy đi vào vận hành từ năm 2020 và hiện tại đang duy trì khối lượng đơn hàng ổn định, với công suất thiết kế đủ để đáp ứng toàn bộ nhu cầu hiện hành. Tuy nhiên, theo dự báo tăng trưởng thị trường, nhu cầu tiêu thụ sản phẩm sẽ ngày càng gia tăng trong những năm tới. Đặc biệt, trong năm 2025, bên cạnh những sản phẩm loa Bluetooth hiện đang sản xuất, doanh nghiệp dự kiến mở rộng sang lĩnh vực sản xuất đồng hồ thông minh.

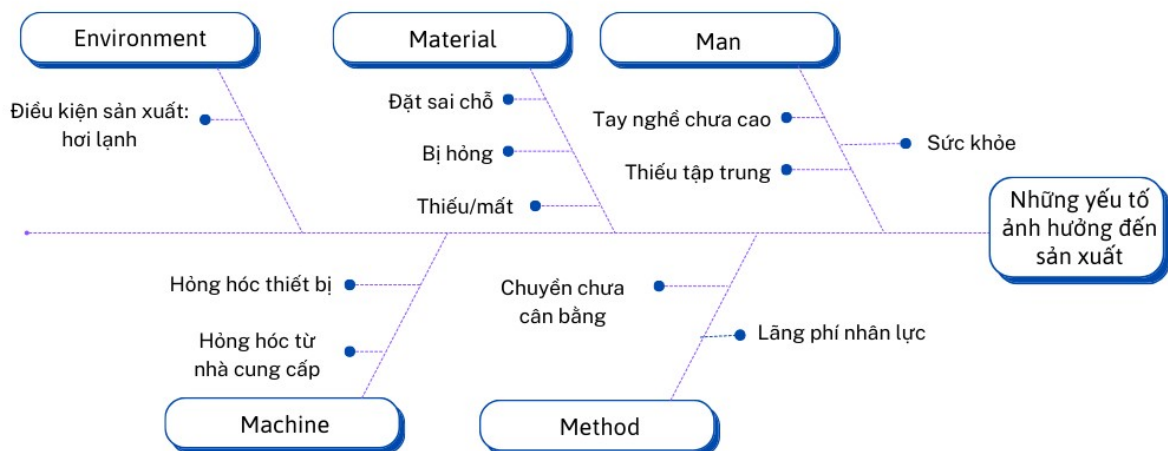
Cho đến thời điểm hiện tại, dự án BOOMBOX3 BT đã nhận được đơn hàng **142.200 loa** cho năm 2025. Nếu năng lực sản xuất của nhà máy không đáp ứng kịp tiến độ giao hàng, công ty sẽ phải tổ chức làm thêm giờ cho công nhân vận hành. Việc này không chỉ ảnh hưởng đến lịch trình sản xuất mà còn phát sinh chi phí nhân công vượt mức tiêu chuẩn, được tính toán theo quy định tại Bảng 4.1.

*Bảng 4.1 Chi phí làm thêm giờ*

| Ca đêm/ lao động |           | Mức tăng ca khi làm chủ nhật |           | Tăng ca sau giờ hành chính /lao động |           |
|------------------|-----------|------------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------|
| Giờ              | Chi phí   | Giờ                          | Chi phí   | Giờ                                  | Chi phí   |
| 1                | 50.000vnd | 1                            | 70.000vnd | 1                                    | 30.000vnd |

\* Các chi phí trên ở mức trung bình vì tiền lương không được tiết lộ.

Do đó, việc phân tích các yếu tố có thể ảnh hưởng đến sản xuất được thực hiện thông qua phân tích sơ đồ xương cá trong Hình 4.2. Sau khi phân tích sơ đồ xương cá và quan sát thực tế cho thấy “Method (Phương pháp)” là yếu tố sẽ được nghiên cứu trong chủ đề này.



*Hình 4.1 Sơ đồ xương cá về nguyên nhân có thể ảnh hưởng đến sản xuất*

#### 4.3. Thời gian làm việc

Để tính toán số lượng sản xuất trong một ngày cần phải có thời gian làm việc của người vận hành trong một ngày, thời gian làm việc được thể hiện trong Bảng 4.6.

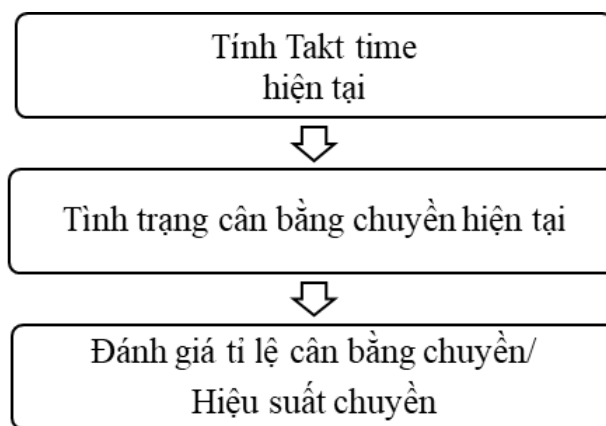
GGEC Việt Nam có giờ làm hành chính từ 7 giờ 30 sáng đến 4 giờ chiều. Thời gian nghỉ giải lao giữa ca là 10 phút, thời gian ăn trưa từ 11 giờ 25 phút đến 11 giờ 55. Làm việc 6 ngày mỗi tuần.

Bảng 4.2. Thông tin về thời gian làm việc

|                                                                 | Thời gian     |          |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|----------|
| Ngày                                                            | Ca hành chính |          |
| Thời gian làm việc ca sáng: 7h30-11h25,<br>nghỉ giữa ca 10 phút | 3,75 giờ      | 225 phút |
| Thời gian làm việc ca chiều: 11h55-16h,<br>nghỉ giữa ca 10 phút | 3,92 giờ      | 235 phút |
| Thời gian làm việc 1 ngày                                       | 7,67 giờ      | 460 phút |

Vậy tổng thời gian làm việc trong ngày: 7,67 giờ ~ 460 phút.

#### 4.4. Đánh giá thực trạng hiện tại của dây chuyền



Hình 4.2 Quy trình thực hiện

##### a. Takt time hiện tại

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Thời gian hoạt động}}{\text{Nhu cầu của khách hàng}} \quad (1)$$

Thời gian hoạt động là tổng thời gian vận hành của nhà máy. Hiện tại, nhà máy hoạt động 1 tháng 4 tuần, 1 tuần làm việc 6 ngày và thời gian làm việc 1 ngày đã tính ở trên (7,67 giờ). Vì vậy tổng thời gian hoạt động được tính như sau:

$$\begin{aligned}\text{Tổng thời gian hoạt động} &= 7,67 \text{ giờ/ngày} \times 6 \text{ ngày/tuần} \times 4 \text{ tuần/tháng} \\ &= 184,08 \text{ giờ/tháng} = 662.688(\text{s})/\text{tháng}\end{aligned}$$

Nhu cầu mỗi tháng cho mỗi đơn hàng của BOOMBOX3 BT là khoảng 11.045 con hàng (nhu cầu từ khách hàng trong năm 2025 là 142.200 con hàng). Vì vậy, sử dụng công thức (1), Takt time được tính như dưới đây:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Thời gian hoạt động}}{\text{Nhu cầu của khách hàng}} = \frac{662.688}{11.045} = 60\text{s/sản phẩm}$$

Vậy thời gian để hoàn thành 1 sản phẩm từ bước đầu tiên đến bước cuối cùng tại mỗi công đoạn là 60 giây. Nếu chuyền có 1 công đoạn có thời gian chu kỳ lớn hơn 60 giây, chuyền sẽ không sản xuất được đủ sản phẩm.

#### **b. Tình trạng cân bằng chuyền hiện tại**

Sau khi tính toán takt time, bảng dưới đây thể hiện thời gian chu kỳ (cycle time) của từng công đoạn trong quá trình lắp ráp. Dữ liệu được thu thập theo các vị trí làm việc khác nhau, phản ánh thời gian thực tế của từng bước sản xuất. Dựa trên bảng này, chúng ta có thể đánh giá sự ổn định của thời gian thực hiện từng công đoạn, xác định các công đoạn có thời gian chênh lệch lớn, từ đó đề xuất các cải tiến phù hợp nhằm cân bằng chuyền sản xuất.

Thời gian chu kỳ của mỗi công đoạn được đo lường bằng cách sử dụng đồng hồ bấm giờ. Mỗi công đoạn được thực hiện 30 lần, sau đó lấy trung bình của 30 lần này. Bảng 4.3 thể hiện kết quả thời gian trung bình của mỗi công đoạn trong quy trình.

*Bảng 4.3 Thời gian chu kỳ công đoạn*

| Stt            | Quy trình sản xuất                                    | 1     | 2     | ... | 29    | 30    | Thời gian trung bình |
|----------------|-------------------------------------------------------|-------|-------|-----|-------|-------|----------------------|
| <b>Lắp ráp</b> |                                                       |       |       |     |       |       |                      |
| Sub            | Hàn dây nguồn điện vào jack AC, dán đệm AC            | 30,85 | 30,99 | ... | 30,27 | 30,31 | 30,78                |
| 1              | Cắm dây FFC keyboard, siết vào khoang hộp             | 21,32 | 21,9  | ... | 21,02 | 22,32 | 21,31                |
| 2              | Dán nút bấm su/ép kín                                 | 22,27 | 22,17 | ... | 21,14 | 22,9  | 21,85                |
| 4              | Dán đệm bảng nguồn điện, cắm dây, siết hộp nguồn điện | 31,5  | 31,15 | ... | 31,22 | 30,59 | 31,38                |
| 5              | Lắp siết hộp nguồn điện/Siết vào thân hộp             | 30,56 | 31,22 | ... | 31,13 | 31,99 | 31,17                |
| 6              | Khắc laser nắp IO/lắp nắp chống thấm                  | 30,16 | 30,7  | ... | 29,81 | 31,29 | 30,59                |
| 7              | Dán đệm IO board/ Siết IO board                       | 34,94 | 34,69 | ... | 34,28 | 34,66 | 34,38                |
| 8              | Siết cụm IO vào khoang hộp                            | 30,25 | 30,32 | ... | 29,78 | 31,24 | 30,38                |
| 9              | Siết AC vào vị trí/ Lắp roăn su vào nắp pin           | 31,27 | 31,34 | ... | 30,37 | 30,64 | 30,71                |
| 10             | Lấy mainboard dán đệm, khóa ăng ten                   | 29,7  | 28,84 | ... | 29,5  | 29,36 | 29,21                |
| 11             | Cắm dây LED/Siết giá đỡ LED                           | 36,17 | 36,41 | ... | 36,68 | 37,13 | 36,34                |
| 12             | Cắm dây IO, lắp trước mainboard                       | 36,4  | 37,12 | ... | 36,04 | 36,17 | 37,05                |
| 13             | Cắm dây nút bấm/Siết vít mainboard, dán đệm           | 37,56 | 35,97 | ... | 35,66 | 35,56 | 36,00                |
| 14             | Cắm dây bus, LED, dán ăng ten                         | 35,25 | 33,43 | ... | 34,73 | 33,28 | 33,87                |

Ứng dụng cân bằng chuyên nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại  
Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

|      |                                                                           |       |       |     |       |       |       |
|------|---------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|
| 15   | Lắp pin vào thân hộp, siết nắp pin/ cắm jack pin                          | 31,06 | 31,62 | ... | 31,57 | 31,01 | 31,89 |
| 17   | Dán tem loa âm trung/lắp bông hút âm                                      | 12,8  | 12,75 | ... | 12,5  | 12,9  | 12,83 |
| 18   | Cắm dây loa âm trung, Siết vít loa âm trung vào khoang trái               | 24,4  | 24,69 | ... | 23,81 | 24,92 | 24,51 |
| 19   | Cắm dây loa âm trung, Siết vít loa âm trung vào khoang phải               | 25,56 | 24,56 | ... | 26,41 | 25,92 | 25,52 |
| 20   | Kiểm tra kín khí thân hộp trái phải/Dán màng thông khí                    | 37,32 | 37,25 | ... | 37,89 | 38,4  | 37,62 |
| 21   | Lắp roăn su khoang nắp trái, phải                                         | 34,34 | 34,16 | ... | 33,53 | 33,74 | 34,01 |
| 21-1 | Cắm dây loa bên trái, siết cụm khoang loa bên trái                        | 33,81 | 33,53 | ... | 32,55 | 32,97 | 32,81 |
| 22   | Cắm dây loa bên trái, siết cụm khoang loa bên phải                        | 37,94 | 37,19 | ... | 36,44 | 37,03 | 37,19 |
| 23   | Quét mã âm cao bên trái phải, cắm dây loa âm cao trái phải                | 34,57 | 35,19 | ... | 35,71 | 36,14 | 35,25 |
| 24   | Siết cụm âm cao trái, phải                                                | 34,84 | 34,78 | ... | 33,83 | 35,38 | 34,75 |
| 25   | Gộp mã loa âm trung, âm thấp / xé nhãn loa âm trung / lắp roăn su âm thấp | 35,51 | 35,74 | ... | 36,97 | 36,44 | 36,27 |
| 26   | Cắm dây loa âm thấp, siết loa                                             | 31,28 | 31,81 | ... | 32,93 | 31,44 | 32,25 |
| 27   | Kiểm tra kín khí cả máy, dán màng thông khí, dán đệm chống rung           | 34,55 | 34,66 | ... | 33,75 | 33,82 | 34,51 |
| T1   | Test rò điện                                                              | 35,06 | 34,69 |     | 35,26 | 35,32 | 34,54 |

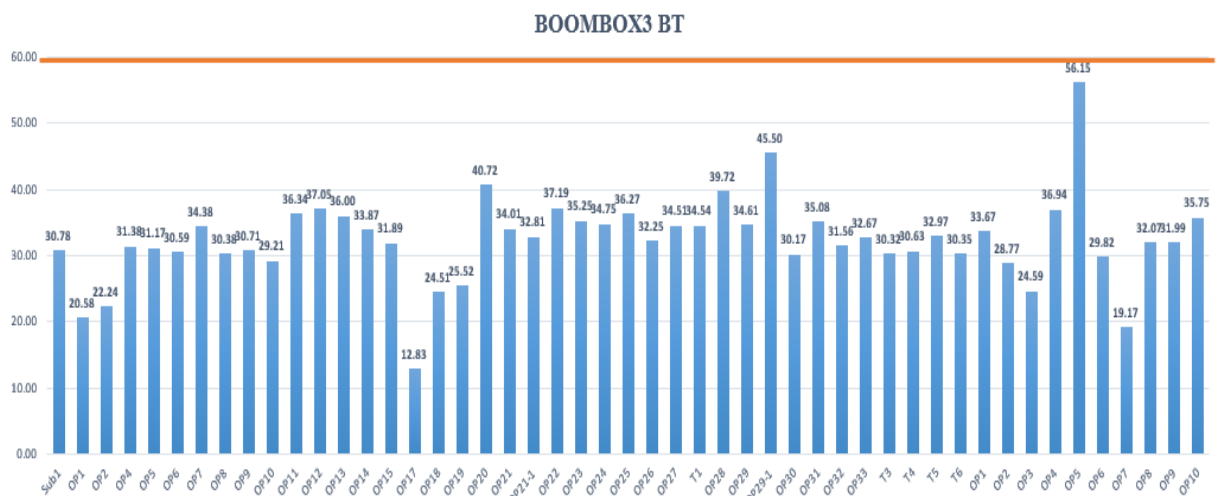
Ứng dụng cân bằng chuyên nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại  
Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

|                 |                                                    |       |       |     |       |       |       |
|-----------------|----------------------------------------------------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|
| 28              | Test đèn, dán đệm vòng quanh loa                   | 39,53 | 39,69 | ... | 39,54 | 39,31 | 39,72 |
| 29              | Dán đệm vỏ lưới                                    | 33,93 | 34,71 | ... | 34,61 | 35,38 | 34,61 |
| 29-1            | Lắp vỏ lưới, siết vít cố định vỏ lưới              | 45,16 | 45,8  | ... | 44,73 | 45,45 | 45,50 |
| 30              | Siết vít vòng trang trí bên trái                   | 30,06 | 30,94 | ... | 30,59 | 29,92 | 30,17 |
| 31              | Siết vít vòng trang trí phải                       | 35,32 | 35,37 | ... | 35,87 | 34,48 | 35,08 |
| 32              | Lắp tay cầm, siết vít cố định 2 đầu                | 30,45 | 30,66 | ... | 30,96 | 31,99 | 31,56 |
| 33              | Vặn vòng trang trí trái phải                       | 22,41 | 22,07 | ... | 22,36 | 23,05 | 22,70 |
| T3              | Test âm thuần                                      | 30,09 | 30,53 | ... | 30,17 | 29,62 | 30,32 |
| T4              | Test SPL                                           | 30,69 | 30,22 | ... | 30,7  | 30,9  | 30,63 |
| T5              | Test BT                                            | 33,47 | 33,10 | ... | 33,65 | 32,64 | 32,97 |
| T6              | Test sạc điện                                      | 30,45 | 30,50 | ... | 29,8  | 29,98 | 30,35 |
| <b>Đóng gói</b> |                                                    |       |       |     |       |       |       |
| 1               | Ngoại quan                                         | 33,37 | 33,38 | ... | 34,19 | 34,06 | 33,67 |
| 2               | Quét mã SN, in tem nhãn hộp màu, bọc túi vải loa   | 28,57 | 28,59 | ... | 28,92 | 28,12 | 28,77 |
| 3               | Gấp hộp màu, đặt khe giấy                          | 24,35 | 24,69 | ... | 23,66 | 23,88 | 24,59 |
| 4               | Gấp hộp phụ kiện, bọc dây nguồn, dán tem dây nguồn | 35,6  | 36,08 | ... | 36,11 | 36,77 | 36,94 |
| 5               | Dán mã truy vết hộp phụ kiện, đóng dây nguồn-HDSD  | 55,91 | 55,17 | ... | 55,95 | 57,04 | 56,15 |
| 6               | Đặt hộp phụ kiện, thành phẩm vào hộp màu           | 30,18 | 30,56 | ... | 30,64 | 29,13 | 29,82 |
| 7               | Đặt khay giấy, cài hộp màu, dán niêm phong         | 18,91 | 19,04 | ... | 18,94 | 19,79 | 19,17 |

Ứng dụng cân bằng chuyền nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại  
Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam

|    |                                                                  |       |       |     |       |       |       |
|----|------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|
| 8  | Bọc giấy sếp, hộp màu, cân                                       | 30,97 | 31,91 | ... | 31,6  | 32,23 | 32,07 |
| 9  | Dán tem thùng ngoài, đặt thành phẩm vào thùng ngoài, đặt vào máy | 31,75 | 31,63 | ... | 31,16 | 31,67 | 31,99 |
| 10 | Đóng gói, xếp lên pallet                                         | 35,51 | 35,89 | ... | 35,19 | 36,07 | 35,75 |

Sau khi thu thập được số liệu từ bảng 4.3 ta có sơ đồ cân bằng chuyền dưới đây:



*Hình 4.3 Sơ đồ cân bằng chuyền hiện tại*

➤ Phân tích tổng thể sơ đồ cân bằng chuyền

Sơ đồ cân bằng chuyền thể hiện sự phân bố thời gian làm việc của từng công đoạn trong dây chuyền sản xuất Boombox3 BT. Mục tiêu của cân bằng chuyền là đảm bảo rằng thời gian chu kỳ (Cycle Time) của mỗi công đoạn gần bằng nhau, giúp tối ưu hóa năng suất và giảm thiểu lãng phí.

Tuy nhiên, quan sát sơ đồ hiện tại cho thấy sự phân bố thời gian giữa các công đoạn chưa đồng đều, có sự chênh lệch lớn giữa một số công đoạn có thời gian cao vượt trội so với các công đoạn khác. Điều này dẫn đến:

Tắc nghẽn (Bottleneck) tại các công đoạn có thời gian chu kỳ cao, làm chậm tiến độ toàn bộ dây chuyền.

Thời gian nhàn rỗi (Idle Time) tại các công đoạn có thời gian chu kỳ thấp, làm giảm hiệu suất tổng thể và lãng phí nhân lực.

➤ Xác định các công đoạn bottleneck

Các công đoạn bottleneck là những công đoạn có thời gian chu kỳ cao hơn mức trung bình của chuyền, khiến cho các công đoạn phía sau chờ đợi và ảnh hưởng đến tốc độ sản xuất chung. Dựa vào sơ đồ, có thể xác định một số công đoạn bottleneck như sau:

✚ **OP5 (56,15s):** Đây là công đoạn có thời gian chu kỳ cao nhất trong dây chuyền, gần gấp đôi so với nhiều công đoạn khác, tạo ra một điểm nghẽn nghiêm trọng, gây trì hoãn toàn bộ dây chuyền.

✚ **OP29-1 (45,50s):** Công đoạn này cũng có thời gian chu kỳ khá cao so với trung bình, gây áp lực lên các công đoạn phía trước và sau.

Những công đoạn trên cần được điều chỉnh lại bằng cách phân chia lại công việc, tối ưu thao tác hoặc bổ sung nguồn lực để đảm bảo không làm chậm dây chuyền.

➤ Xác định các công đoạn có idle time cao

Các công đoạn có thời gian nhàn rỗi cao là những công đoạn có thời gian chu kỳ thấp, khiến công nhân không thể làm việc liên tục và gây lãng phí tài nguyên. Một số công đoạn có thời gian thấp đáng chú ý:

✚ **OP17 (12,83s):** Là công đoạn có thời gian thấp nhất trong dây chuyền, gần như chỉ bằng 1/3 so với bottleneck lớn nhất. Điều này dẫn đến sự không hiệu quả vì công nhân tại vị trí này có nhiều thời gian chờ.

✚ **OP7 (19,17s):** Cũng là một công đoạn có thời gian rất thấp, góp phần vào tình trạng không đồng đều của dây chuyền.

✚ **OP1 (21,31s) và OP2 (21,85s):** Dù không quá thấp, nhưng vẫn thấp hơn nhiều so với các công đoạn khác, gây ra sự lãng phí trong hệ thống.

Những công đoạn này cần được điều chỉnh hoặc phân bổ lại công việc, có thể gộp lại hoặc bổ sung công đoạn nhằm cân bằng thời gian giữa các vị trí.

➤ Đánh giá mức độ mất cân bằng chuyền

Sự chênh lệch giữa công đoạn có thời gian cao nhất (56,15s tại OP6) và thấp nhất (12,83s tại OP17; 19,17s tại OP7) cho thấy mức độ mất cân bằng rất lớn. Việc này dẫn đến:

✚ Hiệu suất dây chuyền bị ảnh hưởng nghiêm trọng, do công đoạn bottleneck giới hạn tốc độ chung của toàn bộ hệ thống.

- ✚ Lãng phí nhân lực, do các công đoạn có idle time không được tận dụng hiệu quả.
- ✚ Khả năng gia tăng việc ới hàng giữa các công đoạn do sản phẩm không thể di chuyển liên tục từ công đoạn này sang công đoạn khác.
- ✚ Một dây chuyền lý tưởng cần có thời gian các công đoạn gần bằng nhau để tối đa hóa năng suất và giảm thiểu thời gian chờ đợi.

### c. Tính tỉ lệ cân bằng chuyền/Hiệu suất chuyền

Bảng 4.4 Bảng cân bằng dây chuyền sản xuất

| Tên sản phẩm             | Xưởng sản xuất     | DL+IDL            | Thời gian chu kỳ mục tiêu (CT/s) | Thời gian chu kỳ dài nhất (MAX CT/s) | Thời gian chu kỳ trung bình (AVERAGE CT/s) | Tổng thời gian chu kỳ (Total CT/s) |
|--------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| BOOMX3 BT                | V31                | 49+2              | 60s                              | 56,15s                               | 32,24s                                     | 1585s                              |
| Thời gian chu kỳ thực tế | Tỷ lệ sản phẩm đạt | Định mức giờ công | Tỷ lệ cân bằng chuyền            | Tỷ lệ nơi lỏng                       | Sản lượng theo giờ (UPH)                   | Sản lượng 1 người/h (UPPH)         |
| 58,95s                   | 0,98               | 0,852             | 55%                              | 5%                                   | 60                                         | 1,22                               |

Dựa vào dữ liệu thu thập được từ bảng 4.4 để tính các chỉ số quan trọng trong việc đánh giá hiệu suất dây chuyền sản xuất. Các thông số như thời gian chu kỳ thực tế (Actual CT), chu kỳ mục tiêu (Target CT) và tỷ lệ cân bằng giúp xác định mức độ tối ưu của quy trình. Bên cạnh đó, các chỉ số năng suất như UPH (Units Per Hour) và UPPH (Units Per Person Per Hour) cung cấp cơ sở để đánh giá hiệu quả lao động, hỗ trợ đưa ra các quyết định cải tiến. Cách tính các chỉ số này được trình bày như sau:

- Thời gian chu kỳ mục tiêu là 60 giây nhằm đảm bảo đáp ứng takt time đã tính trước đó. Nếu thời gian chu kỳ thực tế (CT) vượt quá thời gian Takt time (TT), dây chuyền sản xuất sẽ không thể đáp ứng được sản lượng đầu ra mong muốn, dẫn đến tình trạng chậm trễ và giảm hiệu suất sản xuất.
- Thời gian chu kỳ trung bình (Average CT/s): là trung bình cộng thời gian chu kỳ của tất cả các công đoạn trong quy trình sản xuất.

$$\text{Thời gian chu kỳ trung bình} = \frac{\text{Tổng thời gian chu kỳ}}{\text{Số lượng công đoạn}} = \frac{1585}{49} = 32,34s$$

- Thời gian chu kỳ thực tế: là thời gian hoàn thành 1 đơn vị sản phẩm trong thực tế.

$$\text{Thời gian chu kỳ thực tế} = \text{Thời gian chu kỳ tối đa} \times (1 + \text{tỷ lệ nói lỏng})$$

$$= 56,15 \times (1+5\%) = 58,95s$$

- Tỷ lệ cân bằng chuyền (Line Balancing Efficiency): là chỉ số thể hiện mức độ cân bằng của dây chuyền sản xuất. Nếu tỷ lệ này cao, nghĩa là công việc được phân bổ đều giữa các công đoạn, giúp tối ưu hóa năng suất. Ngược lại, nếu tỷ lệ thấp, có thể xảy ra tình trạng tắc nghẽn (bottleneck) hoặc công nhân rảnh rỗi, làm giảm hiệu suất sản xuất.

$$\text{Tỷ lệ cân bằng chuyền} = \frac{\text{Tổng thời gian chu kỳ}}{\text{Số người vận hành} \times \text{Thời gian chu kỳ dài nhất}}$$

$$= \frac{1585}{51 \times 56,15} = 55\%$$

- Sản lượng theo giờ (UPH): là số lượng sản phẩm được sản xuất trong một giờ, chỉ số quan trọng để đánh giá năng suất của một dây chuyền

$$\text{UPH} = \frac{3600 \times \text{Hiệu suất thực tế của nhà máy}}{\text{Thời gian chu kỳ thực tế}} = \frac{3600 \times 98\%}{58,95} = 60 \text{ sản phẩm/giờ}$$

Vậy trong 1 giờ chuyền có thể sản xuất được 60 sản phẩm.

- Sản lượng 1 người trong 1 giờ (UPPH): là sản lượng trung bình của một công nhân trong một giờ, dùng để đánh giá năng suất lao động cá nhân trong dây chuyền sản xuất, được tính theo công thức:

$$\text{UPPH} = \frac{\text{UPH}}{\text{Số người vận hành}} = \frac{60}{51} = 1,22 \text{ sản phẩm/người/giờ}$$

Vậy mỗi công nhân trung bình sản xuất được 1.22 sản phẩm mỗi giờ.

- Định mức giờ công là thời gian tiêu chuẩn cần thiết để một công nhân hoàn thành một sản phẩm hoặc một công việc trong điều kiện bình thường. Định mức được tính theo công thức:

$$\text{Định mức giờ công} = \frac{\text{Số người vận hành}}{\text{UPH} \times \text{Hiệu suất thực tế của nhà máy}} = \frac{51}{60 \times 98\%} = 0,85 \text{ giờ}$$

Vậy với định mức giờ công là 0.85 giờ, trung bình mỗi công nhân cần 0.85 giờ (khoảng 51 phút) để hoàn thành một sản phẩm trong điều kiện thực tế.

**Nhận xét:** Dựa trên các chỉ số sản xuất, có thể thấy rằng dây chuyền vẫn chưa đạt hiệu suất tối ưu. Mặc dù thời gian chu kỳ thực tế (58.95s) khá sát với thời gian chu kỳ mục tiêu (60s), nhưng tỷ lệ cân bằng chuyền chỉ đạt 55%, cho thấy sự phân bố công việc chưa đồng đều. Kết quả tính toán cho thấy định mức giờ công hiện tại là 0.85 giờ (tương đương 51 phút cho mỗi sản phẩm), với năng suất trung bình của một công nhân đạt 1.22 sản phẩm/giờ. Trong khi đó, tổng sản lượng của dây chuyền đạt 60 sản phẩm/giờ với sự tham gia của 51 công nhân. Cho thấy rằng năng suất lao động cá nhân vẫn còn thấp so với tiềm năng của dây chuyền. Nguyên nhân chính có thể xuất phát từ sự phân bố công việc chưa tối ưu, khiến một số công đoạn có thể bị quá tải trong khi những công đoạn khác chưa khai thác hết năng lực lao động. Do đó, cần xem xét điều chỉnh lại bố trí công việc, cân bằng dây chuyền hợp lý hơn và giảm thiểu thời gian lãng phí tối ưu hóa năng suất tổng thể.

#### 4.5. Phân tích các công đoạn cần cải thiện

Phân tích cân bằng chuyền cho thấy sự chênh lệch đáng kể trong thời gian chu kỳ giữa một vài công đoạn, dẫn đến tình trạng một số công nhân bị ội hàng trong khi một vài người lại nhàn rỗi, dẫn đến làm giảm hiệu suất sử dụng lao động. Để xác định nguyên nhân và đề xuất giải pháp cải thiện, bảng dưới đây tổng hợp hiện trạng, vấn đề tồn tại và các điều chỉnh cần thiết cho những công đoạn cần tối ưu.

*Bảng 4.5 Phân tích công đoạn cần cải thiện*

| Tên trạm             | OP1                                                  | OP2                                                  | OP17                                                 | OP18                                                 | OP19                                                 |
|----------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Hiện trạng           | Công đoạn thao tác đơn giản, thời gian thao tác ngắn | Công đoạn thao tác đơn giản, thời gian thao tác ngắn | Công đoạn thao tác đơn giản, thời gian thao tác ngắn | Công đoạn thao tác lặp lại, yêu cầu độ chính xác cao | Công đoạn thao tác lặp lại, yêu cầu độ chính xác cao |
| Vấn đề tồn tại       | Tận dụng không hiệu quả nhân lực                     | Tận dụng không hiệu quả nhân lực                     | Tận dụng không hiệu quả nhân lực                     | Tận dụng không hiệu quả nhân lực                     | Tận dụng không hiệu quả nhân lực                     |
| Hành động tối ưu hóa | Hợp nhất trạm                                        | Hợp nhất trạm                                        | Hợp nhất trạm                                        | Cải tiến quy trình thao tác                          | Cải tiến quy trình thao tác                          |

| Tên trạm             | OP29-1                                                         | OP3                                                                         | OP5                                                               |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Hiện trạng           | Công đoạn thao tác lặp lại, độ chính xác yêu cầu cao           | Công đoạn thao tác đơn giản, thời gian thao tác ngắn                        | Công đoạn gồm nhiều thao tác, thời gian thao tác dài              |
| Vấn đề tồn tại       | Cường độ lao động cao, ảnh hưởng đến sự ổn định của chất lượng | Tận dụng không hiệu quả nhân lực                                            | Phân chia công việc chưa hợp lý, thời gian thực hiện lâu, ối hàng |
| Hành động tối ưu hóa | Áp dụng tự động hóa                                            | Cải tiến quy trình thao tác                                                 | Cải tiến quy trình thao tác                                       |
| Tên trạm             | OP6                                                            | OP7                                                                         | OP8                                                               |
| Hiện trạng           | Công đoạn thao tác đơn giản, thời gian thao tác ngắn           | Công đoạn thao tác lặp lại, ít yêu cầu kỹ năng, thời gian thao tác khá ngắn | Công đoạn thao tác đơn giản nhưng yêu cầu tính thẩm mỹ            |
| Vấn đề tồn tại       | Tận dụng không hiệu quả nhân lực                               | Chưa tận dụng hết năng lực                                                  | Chưa tận dụng hết năng lực                                        |
| Hành động tối ưu hóa | Hợp nhất trạm                                                  | Cải tiến quy trình thao tác                                                 | Cải tiến quy trình thao tác                                       |

### Kết luận chung:

Qua phân tích, có thể thấy các vấn đề chính nằm ở thao tác chưa tối ưu và phân bổ công việc chưa hợp lý, gây ảnh hưởng đến hiệu suất chung của dây chuyền. Một số công đoạn còn dư năng lực trong khi những công đoạn khác lại quá tải, dẫn đến mất cân đối và giảm tốc độ vận hành. Để khắc phục, cần cải tiến thao tác, rút ngắn thời gian dư thừa và điều chỉnh lại phân bổ công việc nhằm đồng bộ hóa quy trình, từ đó nâng cao năng suất và tính ổn định toàn hệ thống.

Trên cơ sở đó, Chương 5 sẽ trình biện pháp cải tiến cụ thể nhằm khắc phục những điểm yếu hiện tại, nâng cao hiệu quả sản xuất và đảm bảo chất lượng sản phẩm.

## CHƯƠNG 5: CẢI TIẾN QUY TRÌNH

### 5.1. Tổng quan

Sau khi hoàn thành việc thu thập và phân tích thực trạng tại chương 4, trong đó đã chỉ ra rõ những trạm gây ra việc mất cân bằng, điểm nghẽn và lãng phí thời gian, chương 5 sẽ chuyển sang bước triển khai các biện pháp cải tiến. Mục tiêu xuyên suốt của chương này là hướng tới một dây chuyền BOOMBOX3 BT có khả năng vận hành liên tục, nhịp nhàng, không còn tồn tại những khoảng trống chờ đợi hoặc những công đoạn dư thừa, đồng thời khai thác tối đa năng lực của từng công nhân và công cụ hỗ trợ.

Trước tiên, chương sẽ tổng hợp lại các chỉ số then chốt (đã được tính tại chương 4). Tiếp đó, phương pháp cải tiến ECRS (Eliminate – Combine – Rearrange – Simplify) sẽ được triển khai theo chuỗi các bước rõ ràng: loại bỏ hoàn toàn thao tác không tạo giá trị, gộp các công đoạn tương tự, sắp xếp lại thứ tự công việc để giảm chuyển động không cần thiết và đơn giản hóa thao tác nhờ công cụ hỗ trợ.

Cuối cùng, mỗi giải pháp sẽ được đánh giá bước đầu bằng so sánh định lượng giữa các chỉ số trước và sau cải tiến, từ đó chứng minh hiệu quả về giảm chu kỳ sản xuất, thu hẹp thời gian nhàn rỗi và cân bằng lại tải công việc giữa các trạm. Kết quả này sẽ làm cơ sở cho việc nhân rộng và duy trì cải tiến liên tục trên toàn dây chuyền.

### 5.2. Các chỉ số chính đánh giá hiệu suất dây chuyền sản xuất BOOMBOX3 BT

*Bảng 5.1 Các chỉ số chính đánh giá hiệu suất dây chuyền*

| Tên sản phẩm             | Xưởng sản xuất     | DL+IDL            | Thời gian chu kỳ mục tiêu (CT/s) | Thời gian chu kỳ dài nhất (MAX CT/s) | Thời gian chu kỳ trung bình (AVERAGE CT/s) | Tổng thời gian chu kỳ (Total CT/s) |
|--------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| BOOMX3 BT                | V31                | 49+2              | 60s                              | 56,15s                               | 32,24s                                     | 1585s                              |
| Thời gian chu kỳ thực tế | Tỷ lệ sản phẩm đạt | Định mức giờ công | Tỷ lệ cân bằng chuyền            | Tỷ lệ nói lỏng                       | Sản lượng theo giờ (UPH)                   | Sản lượng 1 người/1h (UPPH)        |
| 58,95s                   | 0,98               | 0,852             | 55%                              | 5%                                   | 60                                         | 1,22                               |



**b) Thu thập số liệu (Time Study)**

- Quan sát và ghi lại thời gian thực hiện từng bước của các công đoạn cần cải tiến, lặp lại 30 lần.
- Ghi rõ mỗi thao tác: chuẩn bị, thao tác chính, kiểm tra/di chuyển giữa các bước.

**c) Phân tích và phân loại bước công việc**

- Tính tổng thời gian mỗi công đoạn.
- Phân loại từng thao tác vào các thao tác có giá trị VA (Value-Added), các thao tác không tạo ra giá trị NVA (Non-Value-Added) hoặc các thao tác tuy không tạo ra giá trị nhưng cần thiết ENVA (Essential but Non-Value-Added).

**d) Lập kế hoạch cải tiến theo ECRS**

- Eliminate: Đề xuất loại bỏ các thao tác NVA không cần thiết.
- Combine: Nhóm hoặc gộp các thao tác tương tự vào cùng một bước.
- Rearrange: Sắp xếp lại thứ tự thực hiện để giảm thời gian chờ và di chuyển.
- Simplify: Chuẩn hóa và đơn giản hóa thao tác, cải tiến jig hoặc công cụ hỗ trợ.

**e) Thực hiện cải tiến**

- Áp dụng các thay đổi bằng cách cho công nhân thực hiện thử nghiệm dưới sự giám sát của các bộ phận liên quan như kỹ thuật, sản xuất và chuyên trưởng.
- Hướng dẫn rõ ràng thao tác mới, công cụ mới nếu có.

**f) Đo đạc lại sau cải tiến**

- Ghi lại thời gian từng bước theo đúng phiếu đo đã chuẩn hóa.
- Tính tổng chu kỳ mới và phân loại VA/NVA/ENVA để đánh giá sự thay đổi.

**g) Đánh giá hiệu quả**

- So sánh các chỉ số trước/sau: tổng thời gian, tỷ lệ VA, số nhân công, tỉ lệ cân bằng chuyền, sản lượng trong 1 giờ (UPH) và số đơn vị sản phẩm 1 người thao tác làm được trong 1 giờ (UPPH)
- Đánh giá lại kết quả sau cải tiến

**h) Triển khai mở rộng và duy trì**

- Ghi lại quy trình chuẩn mới, cập nhật trong hướng dẫn thao tác.

#### 5.4.1 Phân tích thời gian công đoạn 1 và 2

Bảng 5.2 Thời gian công đoạn trước cải tiến của OP1 và OP2

| STT | Tên công đoạn                                    | Các bước thực hiện                   | Thời gian | Tổng thời gian | VA/NVA/ENVA |
|-----|--------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------|----------------|-------------|
| OP1 | Cắm dây FFC vào keyboard, cố định dây vào khoang | Lấy nguyên vật liệu                  | 0.46      | 20.58          | ENVA        |
|     |                                                  | Cắm dây FFC vào keyboard             | 5.13      |                | VA          |
|     |                                                  | Luồn dây FFC vào khoang              | 2.45      |                | VA          |
|     |                                                  | Cố định dây FFC vào khoang           | 11.67     |                | VA          |
|     |                                                  | Chuyển đến công đoạn tiếp theo       | 0.87      |                | ENVA        |
| OP2 | Dán nút bấm su, ép cố định nút bấm su            | Lấy bán thành phẩm                   | 0.45      | 22.24          | ENVA        |
|     |                                                  | Tháo dán nút bấm su                  | 9.45      |                | ENVA        |
|     |                                                  | Dán nút bấm su vào khoang            | 5.32      |                | VA          |
|     |                                                  | Đặt vào jig, giữ ép chặt             | 3.24      |                | VA          |
|     |                                                  | Kiểm tra, chuyển công đoạn tiếp theo | 3.78      |                | ENVA        |

Bảng 5.2 thể hiện chi tiết các công đoạn sản xuất của hai công đoạn OP1 & OP2

- **OP1:** Cắm dây FFC vào keyboard, cố định dây vào khoang
- **OP2:** Dán nút bấm, vặn ốc, ép cố định nút bấm vào thân

Tổng thời gian thao tác cho cả hai công đoạn là 42.82 giây (OP1: 20.58 giây; OP2: 22.24 giây). Trong đó, phần lớn các bước thuộc loại VA, chỉ có hai bước đầu và cuối là ENVA như: Lấy nguyên vật liệu, chuyển sản phẩm đến công đoạn tiếp theo... chiếm một phần đáng kể thời gian. Điều này cho thấy còn tiềm năng để tinh gọn quy trình. Các bước ENVA hoặc NVA chính là đối tượng chính của phương pháp cải tiến sau này.

*Bảng 5.3 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP1 và OP2*

| STT | Tên công đoạn                                    | Các bước thực hiện                   | Thời gian | Tổng thời gian | Chú thích                    |
|-----|--------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------|----------------|------------------------------|
| OP1 | Cắm dây FFC vào keyboard, cố định dây vào khoang |                                      |           | 0              | Loại bỏ OP1, giảm đi 1 người |
| OP2 | Dán nút bấm su, ép cố định nút bấm su            | Lấy nguyên vật liệu                  | 0.46      | 41.49          |                              |
|     |                                                  | Cắm dây FFC vào keyboard             | 5.13      |                |                              |
|     |                                                  | Luồn dây FFC vào khoang              | 2.45      |                |                              |
|     |                                                  | Cố định dây FFC vào khoang           | 11.67     |                |                              |
|     |                                                  | Tháo dán nút bấm su                  | 9.45      |                |                              |
|     |                                                  | Dán nút bấm su vào khoang            | 5.32      |                |                              |
|     |                                                  | Đặt vào jig, giữ ép chặt             | 3.24      |                |                              |
|     |                                                  | Kiểm tra, chuyển công đoạn tiếp theo | 3.78      |                |                              |

Bảng 5.3 thể hiện chi tiết các công đoạn sản xuất sau khi cải tiến bằng phương pháp ECRS. Toàn bộ công việc trước đây được chia làm hai công đoạn (OP1 và OP2), thì nay công đoạn OP1 đã được loại bỏ hoàn toàn, và các bước thao tác trước đây của OP1 đã được tích hợp vào OP2.

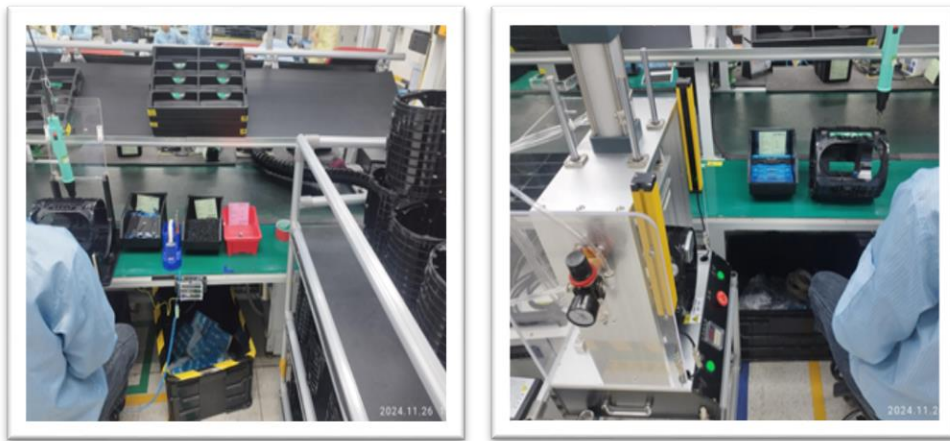
OP1: Không còn tồn tại sau cải tiến, tổng thời gian bằng 0 giây. Các bước như cắm dây FFC vào keyboard, luồn dây và cố định dây vào khoang được chuyển sang OP2 thực hiện.

OP2: Đảm nhiệm toàn bộ quy trình thao tác, bao gồm cả phần công việc ban đầu của OP2 lẫn các bước được chuyển từ OP1 sang.

Tổng thời gian thao tác sau cải tiến là 41.49 giây, mặc dù thời gian của riêng OP2 tăng lên, nhưng do giảm được một công đoạn và một nhân công, quy trình tổng thể trở nên tinh gọn và hợp lý hơn.

Các bước ENVA như “Lấy nguyên vật liệu” và “Kiểm tra, chuyển đến công đoạn tiếp theo” đã được loại bỏ một phần của OP1 nhưng vẫn được giữ lại ở OP2 vì tính cần thiết, và chiếm tỷ trọng thấp hơn trong tổng thời gian. Các bước VA vẫn chiếm phần lớn thời gian, đảm bảo giữ nguyên giá trị sản phẩm.

Việc loại bỏ công đoạn OP1 và tích hợp vào OP2 là minh chứng rõ ràng cho hiệu quả của cải tiến, giảm thao tác trung gian và loại bỏ lãng phí không cần thiết.



*Hình 5.1 Trước cải tiến của OP1&OP2*



*Hình 5.2 Sau cải tiến của OP1&OP2*

#### ❖ Nhận xét

Sau cải tiến, toàn bộ công đoạn OP1 được loại bỏ, các bước thao tác được chuyển sang OP2, giảm thời gian giao nhận và tiết kiệm một vị trí nhân công mà vẫn giữ nguyên thao tác giá trị.

Trong công đoạn OP2, các bước ban đầu như “dán nút bấm”, “đặt vào jig”, “kiểm tra” vẫn được giữ nguyên. Các thao tác từ OP1 được gộp vào quy trình OP2 một cách hợp lý, giúp tạo thành chuỗi thao tác liền mạch, tổng thời gian tăng lên nhưng hiệu suất chung lại được cải thiện.

Áp dụng phương pháp ECRS:

- Eliminate: Loại bỏ hoàn toàn OP1 – một công đoạn trung gian không còn cần thiết.
- Combine: Gộp các thao tác từ OP1 vào OP2 để thực hiện liên tục tại một trạm.
- Rearrange: Sắp xếp lại trình tự thao tác trong OP2 cho thuận tiện và logic hơn.
- Simplify: Giảm thao tác di chuyển, chuyển công đoạn và các bước không tạo giá trị.

#### 5.4.2. Phân tích thời gian công đoạn 17, 18 và 19

*Bảng 5.4 Thời gian công đoạn trước cải tiến của OP17, 18 và 19*

| STT  | Tên công đoạn                                               | Các bước thực hiện                                 | Thời gian | Tổng thời gian | VA/NVA/ENVA |
|------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|----------------|-------------|
| OP17 | Dán tem loa âm trung/lắp bông hút âm                        | Lấy nguyên vật liệu                                | 4,22      | 14,32          | ENVA        |
|      |                                                             | Quét mã loa âm trung và in tem dán lên một góc loa | 2,55      |                | VA          |
|      |                                                             | Lắp bông hút âm                                    | 7,55      |                | VA          |
| OP18 | Cắm dây loa âm trung, Siết vít loa âm trung vào khoang trái | Lấy khoang loa trái đặt lên jig                    | 1         | 22,13          | ENVA        |
|      |                                                             | Dán tem và lắp roăn su                             | 4,65      |                | VA          |
|      |                                                             | Cắm dây loa                                        | 7,29      |                | VA          |

|      |                                                             |                                           |      |       |      |
|------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------|-------|------|
|      |                                                             | Siết vít loa âm trung vào khoang loa trái | 8,19 |       | VA   |
|      |                                                             | Chuyển                                    | 1    |       | ENVA |
| OP19 | Cắm dây loa âm trung, Siết vít loa âm trung vào khoang phải | Lấy khoang loa phải đặt lên jig           | 1    | 22,93 | ENVA |
|      |                                                             | Dán tem và lắp roăn su                    | 5,1  |       | VA   |
|      |                                                             | Cắm dây loa                               | 8,51 |       | VA   |
|      |                                                             | Siết vít loa âm trung vào khoang loa phải | 7,32 |       | VA   |
|      |                                                             | Chuyển                                    | 1    |       | ENVA |

Bảng 5.4 thể hiện chi tiết nội dung và thời gian thao tác của ba công đoạn OP17, OP18 và OP19 trong dây chuyền sản xuất:

**OP17:** Thực hiện công đoạn dán tem loa trái, in tem nút bấm.

**OP18 & OP19:** Thực hiện thao tác cắm dây loa trái và vặn vít cố định.

Tổng thời gian thao tác của ba công đoạn là 59.38 giây, trong đó OP17 chiếm 14.32 giây, OP18 là 22.13 giây và OP19 là 22.93 giây. Các bước thao tác chủ yếu thuộc nhóm giá trị gia tăng (VA), tuy nhiên tồn tại một số bước không tạo giá trị gia tăng (ENVA) như: lấy vật tư, lấy vít, chuyển sản phẩm đến công đoạn kế tiếp... lặp lại ở nhiều vị trí, làm tăng thời gian thao tác và tạo ra lãng phí.

Đáng chú ý, nội dung thao tác của OP18 và OP19 là tương đồng nhau, trong khi các bước tại OP17 có thể được phân bổ và tích hợp vào OP18 và OP19 mà không làm gián đoạn dòng chảy sản xuất. Điều này cho thấy còn tiềm năng để tổ chức lại công đoạn một cách hợp lý hơn nhằm tiết kiệm thời gian và nhân lực. Các bước ENVA và thao tác rời rạc tại OP17 sẽ là đối tượng ưu tiên để cải tiến ở bước tiếp theo, dựa trên nguyên tắc loại bỏ – kết hợp – sắp xếp lại – đơn giản hóa (ECRS).

*Bảng 5.5 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP17, 18 và 19*

| STT  | Tên công đoạn                                               | Các bước thực hiện                                 | Thời gian | Tổng thời gian | VA/NVA/ENVA                   |
|------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|----------------|-------------------------------|
| OP17 | Dán tem loa âm trung/lắp bông hút âm                        |                                                    |           | 0              | Loại bỏ OP17, giảm đi 1 người |
| OP18 | Cắm dây loa âm trung, Siết vít loa âm trung vào khoang trái | Lấy nguyên vật liệu                                | 4,22      | 36,45          | ENVA                          |
|      |                                                             | Quét mã loa âm trung và in tem dán lên một góc loa | 2,55      |                | VA                            |
|      |                                                             | Lắp bông hút âm                                    | 7,55      |                | VA                            |
|      |                                                             | Lấy khoang loa trái đặt lên jig                    | 1         |                | ENVA                          |
|      |                                                             | Dán tem và lắp roăn su                             | 4,65      |                | VA                            |
|      |                                                             | Cắm dây loa                                        | 7,29      |                | VA                            |
|      |                                                             | Siết vít loa âm trung vào khoang loa trái          | 8,19      |                | VA                            |
|      |                                                             | Chuyển                                             | 1         |                | ENVA                          |
| OP19 | Cắm dây loa âm trung, Siết vít loa âm trung vào khoang trái | Lấy nguyên vật liệu                                | 4,22      | 37,25          | ENVA                          |
|      |                                                             | Quét mã loa âm trung và in tem dán lên một góc loa | 2,55      |                | VA                            |
|      |                                                             | Lắp bông hút âm                                    | 7,55      |                | VA                            |
|      |                                                             | Lấy khoang loa phải đặt lên jig                    | 1         |                | VA                            |
|      |                                                             | Dán tem và lắp roăn su                             | 5,1       |                | VA                            |
|      |                                                             | Cắm dây loa                                        | 8,51      |                | VA                            |
|      |                                                             | Siết vít loa âm trung vào khoang loa phải          | 7,32      |                | VA                            |
|      |                                                             | Chuyển                                             | 1         |                | ENVA                          |

Bảng 5.5 thể hiện chi tiết các công đoạn sản xuất sau khi cải tiến bằng phương pháp ECRS. Toàn bộ công việc trước đây được chia làm ba công đoạn riêng biệt (OP17, OP18 và OP19), thì sau cải tiến, công đoạn OP17 đã được loại bỏ hoàn toàn, và các bước thao tác của OP17 được tái phân bổ hợp lý vào OP18 và OP19.

**OP17:** Không còn tồn tại sau cải tiến, tổng thời gian bằng 0 giây. Các bước như dán tem loa, quét mã tem, in tem nút bấm – trước đây do OP17 đảm nhiệm – đã được chuyển giao sang OP18 và OP19 thực hiện lồng ghép trong quy trình thao tác chính.

**OP18 và OP19:** Cùng đảm nhiệm toàn bộ quy trình, bao gồm cả phần công việc ban đầu (cắm dây loa, vặn vít cố định) và các bước được tích hợp từ OP17. Hai công đoạn này có cấu trúc thao tác giống nhau, vừa nâng cao tính cân bằng chuyên, vừa tối ưu hóa năng suất.

Tổng thời gian thao tác sau cải tiến lần lượt là 36.45 giây (OP18) và 37.25 giây (OP19). Mặc dù thời gian mỗi công đoạn có tăng nhẹ do tiếp nhận thêm thao tác, nhưng tổng thể đã giảm được một công đoạn và một nhân công, giúp tinh gọn quy trình, giảm thao tác dư thừa và tăng hiệu suất dây chuyền.

Các bước ENVA như “lấy vật tư”, “lấy khoan, vít” và “chuyển sản phẩm đến công đoạn tiếp theo” được giữ lại ở mức tối thiểu và sắp xếp tập trung ở đầu hoặc cuối thao tác, tránh lặp lại không cần thiết. Trong khi đó, các bước giá trị gia tăng (VA) vẫn chiếm ưu thế về mặt thời gian, đảm bảo duy trì chất lượng và chức năng của sản phẩm.

Việc loại bỏ OP17 và tái cấu trúc thao tác cho OP18 và OP19 là ví dụ rõ nét cho hiệu quả của cải tiến theo phương pháp ECRS, thể hiện ở việc loại bỏ thao tác dư thừa, kết hợp các bước hợp lý, sắp xếp lại trình tự thao tác, đồng thời đơn giản hóa toàn bộ quy trình sản xuất.

#### ❖ Nhận xét:

Trước cải tiến, OP17 là công đoạn riêng biệt với tổng thời gian 14.32 giây, thực hiện bởi một công nhân. OP18 và OP19 có nội dung thao tác giống nhau, mỗi công đoạn thực hiện độc lập với thời gian khoảng 22 giây.

Sau cải tiến, toàn bộ OP17 bị loại bỏ, các thao tác được gộp lần lượt vào đầu OP18 và OP19, khiến thời gian mỗi công đoạn tăng lên tương ứng nhưng giúp tinh giản một công đoạn, giảm một vị trí công nhân và loại bỏ thời gian chuyển giao.

Áp dụng phương pháp ECRS:

- Eliminate: Xóa bỏ hoàn toàn OP17.
- Combine: Gộp nội dung OP17 vào OP18 và OP19.
- Rearrange: Điều chỉnh lại trình tự thao tác trong OP18/OP19 để đảm bảo thao tác thuận tiện.
- Simplify: Giảm thao tác giao – nhận sản phẩm giữa các công đoạn, rút ngắn thời gian xử lý.

#### 5.4.3. Phân tích thời gian công đoạn 29-1

*Bảng 5.6 Thời gian công đoạn trước cải tiến của OP29-1*

| STT    | Tên công đoạn                        | Các bước thực hiện            | Thời gian | Tổng thời gian | VA/NVA/ENVA |
|--------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------|----------------|-------------|
| OP29-1 | Lắp vỏ lưới,siết vít cố định vỏ lưới | Lấy nguyên vật liệu           | 1,78      | 46,71          | ENVA        |
|        |                                      | Lắp vỏ lưới                   | 10,38     |                | VA          |
|        |                                      | Siết vít vỏ lưới              | 13,59     |                | VA          |
|        |                                      | Đưa vào jig                   | 3,37      |                | ENVA        |
|        |                                      | Ép tay                        | 4,56      |                | VA          |
|        |                                      | Dùng búa đập nhẹ khít vỏ lưới | 9,36      |                | ENVA        |
|        |                                      | Chuyển                        | 3,67      |                | ENVA        |

Bảng 5.6 thể hiện chi tiết nội dung và thời gian thao tác của công đoạn OP29-1 trong dây chuyền sản xuất:

**OP29-1:** Thực hiện công đoạn lắp vỏ lưới, siết vít cố định vỏ lưới, bao gồm các bước: lấy nguyên vật liệu, lắp vỏ lưới, siết vít vỏ lưới, đưa vào jig, ép tay, dùng búa đập nhẹ khít vỏ lưới và chuyển sang công đoạn tiếp theo.

Tổng thời gian thao tác là 46.71 giây, trong đó bao gồm nhiều bước mang tính chất giá trị gia tăng (VA) như: lắp vỏ lưới (10.38 giây), siết vít vỏ lưới (13.59 giây), ép tay (4.56 giây) và dùng búa đập nhẹ (9.36 giây). Một số bước không tạo ra giá trị gia tăng (ENVA) như: lấy nguyên vật liệu, dồn vào jig, chuyển sản phẩm vẫn chiếm tỷ lệ nhất định trong chuỗi thao tác.

Đáng chú ý, hai thao tác ép tay và dùng búa đập nhẹ khít vỏ lưới (tổng cộng 13.92 giây, chiếm gần 30% thời gian công đoạn) là các thao tác rời rạc, mang tính thủ công và có thể gây sai lệch sản phẩm nếu lực không đều. Đây sẽ là đối tượng ưu tiên để cải tiến ở bước tiếp theo nhằm nâng cao tính ổn định và hiệu quả thao tác.

*Bảng 5.7 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP29-1*

| STT    | Tên công đoạn                         | Các bước thực hiện  | Thời gian | Tổng thời gian | VA/NVA/ENVA |
|--------|---------------------------------------|---------------------|-----------|----------------|-------------|
| OP29-1 | Lắp vỏ lưới, siết vít cố định vỏ lưới | Lấy nguyên vật liệu | 1,78      | 32,79          | ENVA        |
|        |                                       | Lắp vỏ lưới         | 10,38     |                | VA          |
|        |                                       | Siết vít vỏ lưới    | 13,59     |                | VA          |
|        |                                       | Đưa vào máy ép      | 3,37      |                | ENVA        |
|        |                                       |                     |           |                |             |
|        |                                       |                     |           |                |             |
|        |                                       | Chuyển              | 3,67      |                | ENVA        |

Bảng 5.7 thể hiện chi tiết công đoạn sản xuất sau khi cải tiến bằng phương pháp ECRS. Trước cải tiến, công đoạn OP29-1 bao gồm nhiều bước thủ công như ép tay, dùng búa đập nhẹ để cố định vỏ lưới, gây mất thời gian và tiềm ẩn rủi ro chất lượng. Sau cải tiến, các thao tác này đã được loại bỏ hoàn toàn và thay thế bằng bước đưa vào máy ép bán tự động, giúp rút ngắn thời gian thao tác và nâng cao độ chính xác.

Các bước thuộc công đoạn OP29-1 sau cải tiến vẫn giữ nguyên các bước chính như: lấy nguyên vật liệu, lắp vỏ lưới, siết vít cố định, chuyển sản phẩm. Tuy nhiên, thay vì thực hiện thao tác thủ công như trước, công nhân chỉ cần đưa vào máy ép, rút ngắn thời gian đáng kể.

Tổng thời gian thao tác sau cải tiến là 32.79 giây, giảm hơn 13.92 giây so với trước cải tiến (tương đương giảm khoảng 30% thời gian công đoạn). Trong đó, các bước giá trị gia tăng (VA) như lắp vỏ lưới và siết vít vẫn được duy trì với thời lượng lớn (tổng 23.97 giây), đảm bảo chức năng và chất lượng sản phẩm. Các bước không tạo giá trị gia tăng (ENVA) như lấy vật tư, đưa vào máy và chuyển sản phẩm đã được giữ ở mức tối thiểu và sắp xếp hợp lý.

Việc thay thế thao tác thủ công bằng máy móc, kết hợp loại bỏ – đơn giản hóa các bước theo nguyên tắc ECRS, cho thấy hiệu quả cải tiến rõ rệt: giảm thao tác rời rạc, nâng cao năng suất và độ ổn định chất lượng, đồng thời giúp tinh gọn quy trình và giảm áp lực lao động cho công nhân.



*Hình 5.3 Trước cải tiến của OP29-1*



*Hình 5.4 Sau cải tiến của OP29-1*

❖ **Nhận xét:**

Trước cải tiến: Gồm 6 bước thao tác, tổng thời gian 46.71 giây, do một công nhân thực hiện. Trong đó, hai thao tác thủ công “Ép tay” và “Dùng búa đập nhẹ khít vỏ lưới” không ổn định, tốn sức và tiềm ẩn rủi ro sai hỏng.

Sau cải tiến: Hai thao tác thủ công được thay thế bằng thiết bị ép bán tự động, giúp quy trình trở nên gọn gàng hơn. Một số bước được điều chỉnh lại thứ tự để phù hợp với thao tác máy. Thời gian thao tác sau cải tiến còn 32.79 giây, rút ngắn gần 14 giây và tăng độ ổn định sản phẩm.

Áp dụng phương pháp ECRS:

- Eliminate: Loại bỏ hoàn toàn các thao tác thủ công không hiệu quả
- Combine: Bổ sung bước đưa vào máy ép thay thế hai thao tác cũ, được tích hợp vào quy trình chính.
- Rearrange: Sắp xếp lại trình tự thao tác phù hợp với thao tác máy ép, đảm bảo luồng thao tác trôi chảy.
- Simplify: Việc thay thế thao tác thủ công bằng thiết bị tự động giúp thao tác đơn giản hơn, giảm phụ thuộc vào tay nghề cá nhân, nâng cao độ an toàn và tính nhất quán.

**5.4.4. Phân tích thời gian công đoạn đóng gói 3 và 5**

*Bảng 5.8 Thời gian công đoạn trước cải tiến của OP3 và OP5*

| STT | Tên công đoạn                                             | Các bước thực hiện                            | Thời gian | Tổng thời gian | VA/NVA/ENVA |
|-----|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|----------------|-------------|
| OP3 | Gấp hộp màu, đặt khe giấy                                 | Gấp hộp màu                                   | 9,54      | 20,19          | ENVA        |
|     |                                                           | Đặt khe giấy                                  | 5,21      |                | ENVA        |
|     |                                                           | Xếp khe giấy                                  | 5,44      |                | ENVA        |
| OP5 | Dán mã truy vết/mã dây nguồn và đặt HDSD vào hộp phụ kiện | Mở bìa HSSD                                   | 4,64      | 54,67          | ENVA        |
|     |                                                           | Đặt HDSD, thẻ khuyến mại và QSG vào trong bìa | 7,61      |                | ENVA        |
|     |                                                           | Dán mã hộp phụ kiện                           | 3,36      |                | VA          |

|  |  |                                                              |       |  |      |
|--|--|--------------------------------------------------------------|-------|--|------|
|  |  | Mở hộp, Bỏ dây nguồn vào hộp phụ kiện                        | 5,61  |  | VA   |
|  |  | Quét mã hộp, QSG, HDSD, mã túi PLA                           | 9,82  |  | VA   |
|  |  | Cài lưới cài hộp phụ kiện, ấn khe đựng HDSD của hộp phụ kiện | 10,63 |  | VA   |
|  |  | Đặt bộ HDSD vào khe hộp phụ kiện                             | 5,62  |  | VA   |
|  |  | Chuyển                                                       | 1,88  |  | ENVA |
|  |  | Đặt lên cân, quét mã, đặt túi hút ẩm vào hộp                 | 5,5   |  | VA   |

Bảng 5.8 thể hiện chi tiết nội dung và thời gian thao tác trước cải tiến của hai công đoạn OP3 và OP5 trong dây chuyền sản xuất:

Trước cải tiến, hai công đoạn OP3 và OP5 có sự mất cân đối rõ rệt về khối lượng công việc và thời gian thao tác.

- OP3 đảm nhiệm các bước sơ khởi như: gấp hộp màu, đặt khe giấy và xếp khe giấy. Tổng thời gian chỉ 20.19 giây, trong đó phần lớn là các bước không tạo ra giá trị gia tăng (ENVA) như thao tác gấp, dán, xếp giấy – chủ yếu là thao tác chuẩn bị bao bì.
- OP5 lại chịu trách nhiệm toàn bộ phần nội dung bên trong sản phẩm: mở hộp HDSD, đặt HDSD, QSG, nhãn, thẻ, túi linh kiện, dán nắp hộp phụ kiện... với tổng thời gian lên đến 54.67 giây, gần gấp ba lần OP3. Đáng chú ý, đa số các bước này là thao tác mang tính giá trị gia tăng (VA), ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng và tính đầy đủ của sản phẩm gửi tới khách hàng.

Sự mất cân bằng giữa hai công đoạn không chỉ gây lãng phí thời gian chờ ở công đoạn OP3 mà còn tăng áp lực thao tác và nguy cơ sai sót tại OP5. Trong khi đó, hai công đoạn lại nằm cạnh nhau, có khả năng hỗ trợ qua lại nếu công việc được phân bổ hợp lý hơn.

Do đó, đây chính là đối tượng ưu tiên trong hoạt động cải tiến, nhằm chia đều lại khối lượng thao tác giữa OP3 và OP5 để đồng bộ nhịp sản xuất, tăng hiệu quả vận hành và giảm tải cho công đoạn OP5.

*Bảng 5.9 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP3 và OP5*

| STT        | Tên công đoạn                                             | Các bước thực hiện                                           | Thời gian | Tổng thời gian | VA/NVA/ENVA |
|------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|----------------|-------------|
| <b>OP3</b> | Gấp hộp màu, đặt khe giấy                                 | Gấp hộp màu                                                  | 9,54      | 37,94          | ENVA        |
|            |                                                           | Đặt khe giấy                                                 | 5,21      |                | ENVA        |
|            |                                                           | Xếp khe giấy                                                 | 5,44      |                | ENVA        |
|            |                                                           | Mở bìa HSSD                                                  | 4,64      |                | ENVA        |
|            |                                                           | Đặt HDSD, thẻ khuyến mại và QSG vào trong bìa                | 7,61      |                | VA          |
|            |                                                           | Đặt hộp phụ kiện lên cân, quét mã, đặt túi hút ẩm            | 5,5       |                | VA          |
| <b>OP5</b> | Dán mã truy vết/mã dây nguồn và đặt HDSD vào hộp phụ kiện |                                                              | 0         | 36,92          |             |
|            |                                                           |                                                              | 0         |                |             |
|            |                                                           | Dán mã hộp phụ kiện                                          | 3,36      |                | VA          |
|            |                                                           | Mở hộp, Bỏ dây nguồn vào hộp phụ kiện                        | 5,61      |                | VA          |
|            |                                                           | Quét mã hộp, QSG, HDSD, mã túi PLA                           | 9,82      |                | VA          |
|            |                                                           | Cài lưới cài hộp phụ kiện, ấn khe đựng HDSD của hộp phụ kiện | 10,63     |                | VA          |
|            |                                                           | Đặt bộ HDSD vào khe hộp phụ kiện                             | 5,62      |                | VA          |
|            |                                                           | Chuyển                                                       | 1,88      |                | ENVA        |
|            |                                                           |                                                              | 0         |                |             |

Bảng 5.9 thể hiện chi tiết nội dung và thời gian thao tác sau cải tiến của hai công đoạn OP3 và OP5 trong dây chuyền sản xuất:

Sau cải tiến, công việc tại hai công đoạn OP3 và OP5 được tái phân bổ lại cho hợp lý hơn, với mục tiêu cân bằng khối lượng thao tác giữa hai vị trí liền kề, tận dụng vị trí làm việc gần nhau để hỗ trợ lẫn nhau, giảm tải cho công đoạn ban đầu quá nặng (OP5 cũ).

OP3 sau cải tiến vẫn đảm nhận các bước: gấp hộp màu, dán keo hộp màu, dán keo hộp giấy, mở hộp HDSD và đặt HDSD, nhãn và QSG vào trong hộp (tổng thời gian 37.94 giây). Trong đó, các bước gấp hộp, dán keo hộp màu và keo hộp giấy là ENVA, còn các bước đặt HDSD, QSG và túi linh kiện là VA, tạo ra giá trị thực tế cho sản phẩm. Sự tái phân bổ này giúp công đoạn OP3 đảm nhận một phần giá trị đóng gói chính mà trước đó thuộc OP5, nhưng không làm gián đoạn quá trình thao tác.

OP5 hiện thực hiện các bước còn lại trong chuỗi đóng gói như: dán nắp hộp phụ kiện, mở hộp, cho phụ kiện vào, quét mã QSG và dán nhãn hộp, dán keo hộp phụ kiện và chuyển sản phẩm, với tổng thời gian 36.92 giây – gần tương đương OP3, tạo ra sự cân bằng thời gian thao tác giữa hai công đoạn. Trong đó, các bước dán nhãn và đưa phụ kiện vào hộp vẫn là VA, còn bước chuyển sản phẩm, quét mã vẫn thuộc nhóm ENVA nhưng cần thiết.

Việc chia lại khối lượng công việc giữa hai công đoạn giúp:

- Tránh tình trạng một công đoạn quá tải trong khi công đoạn còn lại nhàn rỗi.
- Tăng tính linh hoạt khi thao tác viên có thể hỗ trợ qua lại do vị trí sát nhau.
- Duy trì tính liên tục của dòng chảy sản xuất mà không cần thay đổi thiết bị hay đầu tư thêm nhân lực.

Việc cải tiến đã đưa ra sự hiệu quả về việc áp dụng nguyên tắc cải tiến tổ chức công việc (phân bổ lại thao tác) thay vì chỉ tập trung vào việc loại bỏ thao tác.

#### ❖ Nhận xét:

Trước cải tiến: Hai công đoạn OP3 và OP5 có sự mất cân bằng lớn về thời gian thao tác. OP3 có thời gian nhàn rỗi đáng kể, trong khi OP5 phải xử lý nhiều thao tác liên tiếp với thời gian cao, khiến công nhân dễ mệt mỏi, thao tác vội vàng, gia tăng khả năng lỗi và ảnh hưởng đến nhịp chuyên chung.

Sau cải tiến: Một phần thao tác từ OP5 được chuyển sang cho OP3. Sau điều chỉnh, tổng thời gian giữa hai công đoạn được cân bằng lại, chênh lệch chỉ còn khoảng 1 giây. Việc tái phân bổ thao tác giúp tận dụng thời gian dư ở OP3, giảm tải cho OP5 và duy trì nhịp sản xuất ổn định.

Áp dụng phương pháp ECRS:

- Eliminate: Loại bỏ thời gian chờ đợi không cần thiết do sự mất cân bằng thao tác giữa hai công đoạn.
- Combine: Một số bước hoàn thiện sản phẩm được chuyển từ OP5 sang OP3, kết hợp lại để rút ngắn tổng thời gian thao tác.
- Rearrange: Sắp xếp lại quy trình phân công thao tác giữa hai công đoạn, cho phép công nhân hỗ trợ lẫn nhau trong khung thời gian hợp lý.
- Simplify: Phạm vi công việc mỗi công đoạn được điều chỉnh lại gọn hơn, giúp thao tác đơn giản hơn, tránh quá tải cho công nhân và giảm rủi ro sai sót.

#### 5.4.5. Phân tích thời gian công đoạn OP6, OP7, và OP8

*Bảng 5.10 Thời gian công đoạn trước cải tiến của OP6, 7 và 8*

| Công đoạn | Tên công đoạn                              | Các bước thực hiện                   | Thời gian | Tổng thời gian | VA/NVA/ENVA |
|-----------|--------------------------------------------|--------------------------------------|-----------|----------------|-------------|
| OP6       | Đặt hộp phụ kiện, thành phẩm vào hộp màu   | Lấy bán thành phẩm                   | 2,68      | 26,76          | ENVA        |
|           |                                            | Quét và dán mã                       | 7,53      |                | ENVA        |
|           |                                            | Dán mã vào đáy thùng                 | 3,37      |                | ENVA        |
|           |                                            | Chuyển thùng                         | 7,39      |                | ENVA        |
|           |                                            | Đặt thành phẩm và phụ kiện vào thùng | 5,79      |                | VA          |
| OP7       | Đặt khay giấy, cài hộp màu, dán niêm phong | Lấy nguyên vật liệu                  | 1,2       | 17,23          | ENVA        |
|           |                                            | Đặt giấy vào thùng                   | 1,1       |                | ENVA        |
|           |                                            | Cài nắp thùng                        | 9,33      |                | ENVA        |
|           |                                            | Dán niêm phong                       | 5,6       |                | VA          |
| OP8       | Bọc giấy sấp, hộp màu, cân                 | Di chuyển hộp màu                    | 4,43      | 31,21          | ENVA        |

|  |  |                         |       |  |      |
|--|--|-------------------------|-------|--|------|
|  |  | Bọc giấy sếp<br>hộp màu | 10,34 |  | VA   |
|  |  | Cân                     | 7,51  |  | VA   |
|  |  | Quét mã hộp<br>màu      | 6,48  |  | ENVA |
|  |  | Chuyển                  | 2,45  |  | ENVA |

Bảng 5.10 thể hiện chi tiết nội dung và thời gian thao tác của ba công đoạn OP6, OP7 và OP8 trong dây chuyền sản xuất:

OP6: Thực hiện công đoạn đóng gói phụ kiện, hoàn thiện hộp màu, bao gồm các bước: lấy bán thành phẩm, quét mã, dán màng, đập nắp thùng, chuyển thùng, đưa phụ kiện vào kiểm tra, dán tem và đóng hộp màu.

Tổng thời gian thao tác là 26.76 giây, trong đó có nhiều bước mang tính chất giá trị gia tăng (VA) như: đập nắp thùng (5.79 giây), kiểm tra và cho phụ kiện vào thùng (5.39 giây), dán tem (7.58 giây). Một số bước không tạo ra giá trị gia tăng (ENVA) như: lấy bán thành phẩm, quét mã, di chuyển vẫn chiếm một phần đáng kể trong chuỗi thao tác.

OP7: Thực hiện các thao tác chuẩn bị bao bì, gồm: đặt khe giấy, cấy nệm, gấp hộp màu, dán hộp màu. Tổng thời gian là 17.23 giây, trong đó chỉ có dán hộp màu (9.33 giây) là bước có giá trị gia tăng (VA), các bước còn lại như đặt khe giấy, gấp hộp, cấy nệm đều là thao tác phụ trợ, chuẩn bị – không tạo ra giá trị trực tiếp (ENVA).

OP8: Thực hiện thao tác bọc sản phẩm và hoàn thiện đóng gói, gồm: bọc giấy sếp, căn chỉnh và sắp xếp hộp màu vào thùng, với tổng thời gian là 31.21 giây. Trong đó, chỉ bọc giấy (10.34 giây) được đánh giá là VA vì ảnh hưởng đến cảm quan và chất lượng đóng gói, còn các bước căn chỉnh và sắp xếp là ENVA, hỗ trợ cho vận chuyển.

Tuy nhiên, công đoạn OP7 có tổng thời gian thấp hơn đáng kể so với OP6 và OP8, với đa số bước là ENVA. Việc bố trí một công nhân riêng cho OP7 gây lãng phí nguồn lực và tạo ra điểm nghẽn trong phân phối lao động.

Do đó, công đoạn OP7 sẽ là đối tượng ưu tiên trong hoạt động cải tiến. Giải pháp được đề xuất là loại bỏ công đoạn này và tích hợp toàn bộ thao tác của OP7 phân chia hợp lý vào OP6 và OP8 nhằm tối ưu hóa nhân lực.

*Bảng 5.11 Thời gian công đoạn sau cải tiến của OP6, 7 và 8*

| Công đoạn | Tên công đoạn                              | Các bước thực hiện                   | Thời gian | Tổng thời gian | VA/NVA/ENVA                        |
|-----------|--------------------------------------------|--------------------------------------|-----------|----------------|------------------------------------|
| OP6       | Đặt hộp phụ kiện, thành phẩm vào hộp màu   | Lấy bán thành phẩm                   | 2,68      | 38,39          | ENVA                               |
|           |                                            | Quét và dán mã                       | 7,53      |                | VA                                 |
|           |                                            | Dán mã vào đáy thùng                 | 3,37      |                | VA                                 |
|           |                                            | Chuyển thùng                         | 7,39      |                | ENVA                               |
|           |                                            | Đặt thành phẩm và phụ kiện vào thùng | 5,79      |                | ENVA                               |
|           |                                            | Lấy nguyên vật liệu                  | 1,2       |                | ENVA                               |
|           |                                            | Đặt giấy vào thùng                   | 1,1       |                | ENVA                               |
|           |                                            | Cài nắp thùng                        | 9,33      |                | VA                                 |
| OP7       | Đặt khay giấy, cài hộp màu, dán niêm phong |                                      |           | 0              | Loại bỏ OP7, giảm được 1 công nhân |
|           |                                            |                                      |           |                |                                    |
|           |                                            |                                      |           |                |                                    |
|           |                                            |                                      |           |                |                                    |
| OP8       | Bọc giấy sấp, hộp màu, cân                 | Dán niêm phong hộp màu               | 5,6       | 36,81          | VA                                 |
|           |                                            | Di chuyển hộp màu                    | 4,43      |                | ENVA                               |
|           |                                            | Bọc giấy sấp hộp màu                 | 10,34     |                | VA                                 |
|           |                                            | Cân                                  | 7,51      |                | VA                                 |
|           |                                            | Quét mã hộp màu                      | 6,48      |                | VA                                 |
|           |                                            | Chuyển                               | 2,45      |                | ENVA                               |

Bảng 5.11 thể hiện chi tiết nội dung và thời gian thao tác sau cải tiến của ba công đoạn OP6, OP7 và OP8 trong dây chuyền sản xuất:

Sau cải tiến, công đoạn OP7 được loại bỏ hoàn toàn, các thao tác trước đây của OP7 được phân bổ lại cho OP6 và một phần OP8. Mục tiêu nhằm rút gọn số lao động, tránh phân mảnh thao tác, và cân bằng lại thời gian giữa các công đoạn liên kề.

OP6 đảm nhận chuỗi thao tác kéo dài hơn (38.39 giây), trong đó nhiều bước là VA như kiểm tra – cho phụ kiện, dán tem, dán hộp màu. OP8 tiếp tục thực hiện các bước đóng gói cuối và bao gồm công việc dán niêm phong của OP7 với thời gian 36.81 giây, đảm bảo sự đồng đều trong nhịp sản xuất.



Hình 5.5 Trước cải tiến OP6, OP7&OP8 Hình 5.6 Sau cải tiến OP6, OP7&OP8

#### ❖ Nhận xét:

Trước cải tiến: Công đoạn OP7 tồn tại riêng biệt chỉ để thực hiện một thao tác duy nhất là dán niêm phong. Công nhân tại vị trí này không tham gia thêm thao tác nào khác, dẫn đến lãng phí nhân lực. Ngoài ra, sự tồn tại độc lập của OP7 khiến dòng chảy dây chuyền bị ngắt quãng, và khối lượng công việc giữa các công đoạn không đều.

Sau cải tiến: Công đoạn OP7 được loại bỏ. Thao tác dán niêm phong được chuyển sang công đoạn OP8, còn các bước như dán hộp và gấp miệng hộp được điều chuyển về OP6. Sau điều chỉnh, thời gian thao tác tại OP6 và OP8 lần lượt là 38.39 giây và 36.81 giây – gần như cân bằng, giúp ổn định nhịp chuyền và tiết kiệm một vị trí công nhân.

### Áp dụng phương pháp ECRS:

- Eliminate: Loại bỏ hoàn toàn công đoạn OP7
- Combine: Gộp thao tác dán niêm phong vào OP8; chia gấp hộp cho OP6
- Rearrange: Sắp xếp lại trình tự thao tác giữa OP6 – OP8 để rút ngắn thời gian chuyển giao, đồng thời tái bố trí lại nguồn lực hợp lý hơn.
- Simplify: Chuẩn hóa thao tác mới tại OP6 và OP8 (như bố trí khay cố định, hướng dẫn thao tác rõ ràng), giúp thao tác nhanh hơn, giảm lỗi và dễ đào tạo.

### Kết luận chung:

Từ chương 5, có thể thấy rõ hiệu quả thiết thực của việc áp dụng phương pháp ECRS kết hợp cải tiến Kaizen trong môi trường sản xuất thực tế. Thông qua quá trình khảo sát, phân tích và triển khai cải tiến tại dây chuyền BOOMBOX3 BT của nhà máy GGEC Việt Nam, các kết quả đạt được cho thấy tiềm năng to lớn trong việc tối ưu hóa nguồn lực, nâng cao năng suất và cải thiện môi trường làm việc. Cụ thể:

- Giảm được 1 công nhân tại công đoạn OP1 bằng cách hợp lý hóa và gộp thao tác sang OP2.
- Loại bỏ hoàn toàn công đoạn OP17, tương đương giảm thêm 1 nhân công; các thao tác dán tem nhãn được phân bổ lại cho OP18 và OP19.
- Triển khai thành công máy tự động hóa tại công đoạn OP29-1, giúp giảm sức lao động thủ công và tăng độ chính xác.
- Phân chia lại công việc giữa OP3 và OP5, giúp giảm thao tác dư thừa và tăng hiệu quả sản xuất.
- Loại bỏ công đoạn OP7, tiết kiệm thêm 1 nhân lực, đồng thời phân bổ hợp lý sang OP6 và OP8.

Những cải tiến này không chỉ giúp giảm số lượng công nhân cần thiết mà còn góp phần rút ngắn thời gian chu kỳ, giảm chi phí sản xuất, đồng thời nâng cao chất lượng tổng thể của dây chuyền.

Tuy nhiên, để đánh giá một cách toàn diện hiệu quả của các cải tiến, cần phải xem xét đến các chi phí đầu tư ban đầu cũng như mức độ tiết kiệm thực tế đạt được sau cải tiến. Do đó, Chương 6 sẽ tập trung trình bày kết luận chung của đề tài, đồng thời phân tích lợi ích kinh tế, bao gồm chi phí đầu tư thiết bị, nhân lực, đào tạo, và mức chi phí tiết kiệm được nhờ giảm lao động và tối ưu hóa quy trình. Qua đó, đề tài sẽ cung cấp cái nhìn toàn diện về tính khả thi và hiệu quả của các giải pháp cải tiến đã được đề xuất và triển khai.

## CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN VÀ HIỆU QUẢ CẢI TIẾN

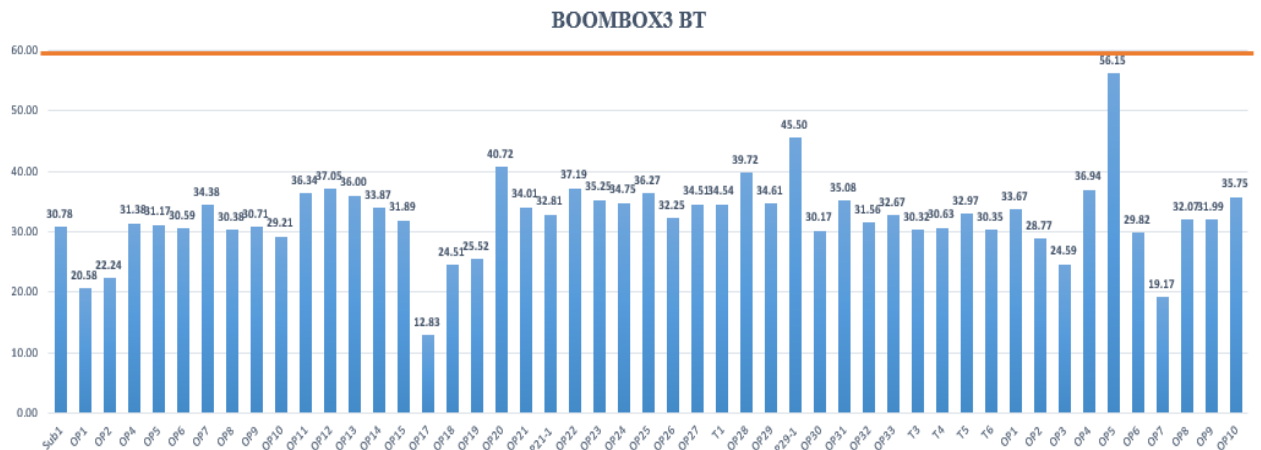
### 6.1. Tổng quan

Chương cuối cùng của luận văn tổng hợp lại toàn bộ kết quả đã đạt được sau khi áp dụng các giải pháp cải tiến dây chuyền sản xuất. Chương không chỉ phân tích hiệu quả tài chính thông qua các chỉ số như chi phí đầu tư, chi phí tiết kiệm, hoàn vốn và dòng tiền, mà còn đánh giá hiệu quả phi tài chính như môi trường làm việc, giảm thao tác dư thừa và tăng mức độ đồng bộ. Thông qua đó, chương khẳng định tính ứng dụng thực tiễn của đề tài và đề xuất kiến nghị cho hướng nghiên cứu tiếp theo. Ngoài ra, chương cũng thể hiện sự tổng kết toàn diện, giúp làm rõ những giá trị mà luận văn mang lại cho doanh nghiệp, cho người thực hiện và cho lĩnh vực cải tiến quy trình sản xuất nói chung.

### 6.2. Trước cải tiến

*Bảng 6.1 Chỉ số đánh giá hiệu suất dây chuyền trước cải tiến*

| Tên sản phẩm             | Xưởng sản xuất     | DL+IDL            | Thời gian chu kỳ mục tiêu (CT/s) | Thời gian chu kỳ dài nhất (MAX CT/s) | Thời gian chu kỳ trung bình (AVERAGE CT/s) | Tổng thời gian chu kỳ (Total CT/s) |
|--------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| BOOMX3 BT                | V31                | 49+2              | 60s                              | 56,15s                               | 32,24s                                     | 1585s                              |
| Thời gian chu kỳ thực tế | Tỷ lệ sản phẩm đạt | Định mức giờ công | Tỷ lệ cân bằng chuyền            | Tỷ lệ nói lỏng                       | Sản lượng theo giờ (UPH)                   | Sản lượng 1 người/1h (UPPH)        |
| 58,95s                   | 0,98               | 0,852             | 55%                              | 5%                                   | 60                                         | 1,22                               |



Hình 6.1 Sơ đồ cân bằng chuyền trước cải tiến

Trước khi thực hiện cải tiến, biểu đồ cân bằng chuyền của dây chuyền Boombox3 BT cho thấy rõ sự mất cân đối nghiêm trọng trong việc phân bổ thời gian làm việc giữa các công đoạn. Như sơ đồ trên, có nhiều công đoạn có thời gian chu kỳ vượt ngưỡng chuẩn, đặc biệt một số điểm như công đoạn đóng gói OP5 thể hiện rõ là “nút thắt cổ chai” (bottleneck) khi thời gian xử lý vượt trội so với các công đoạn khác, làm chậm toàn bộ tiến độ sản xuất của chuyền.

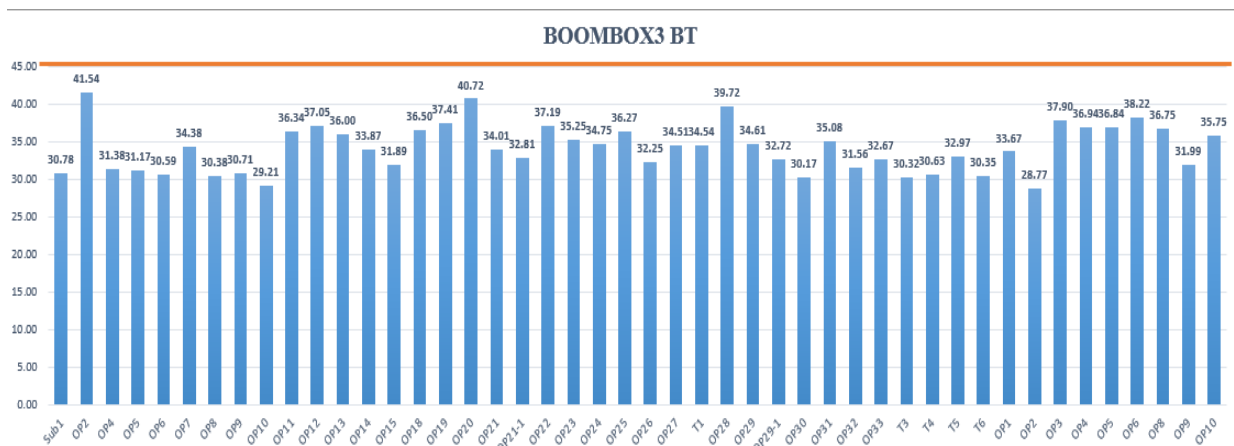
Ngược lại, một số công đoạn có thời gian xử lý rất thấp, dẫn đến tình trạng công nhân tại các vị trí này bị nhàn rỗi (idle time), không phát huy hết năng suất làm việc. Khoảng cách thời gian giữa các công đoạn lớn, dẫn đến sự chênh lệch hiệu suất đáng kể, làm giảm năng lực sản xuất tổng thể của dây chuyền, đồng thời làm tăng rủi ro tồn đọng bán thành phẩm, gây lãng phí không gian và nguồn lực.

Thực trạng này phản ánh việc bố trí thao tác và phân chia khối lượng công việc giữa các công đoạn chưa hợp lý, dây chuyền hoạt động kém hiệu quả và thiếu đồng bộ. Để nâng cao hiệu quả vận hành, giảm thiểu lãng phí và cải thiện năng suất, tôi đã tiến hành các biện pháp cải tiến cụ thể, trong đó tập trung vào việc tái phân bổ lại thời gian chu kỳ giữa các công đoạn sao cho cân đối, hợp lý hơn.

### 6.3. Sau cải tiến

Bảng 6.2 Chỉ số đánh giá hiệu suất dây chuyền sau cải tiến

| Tên sản phẩm             | Xưởng sản xuất     | DL+IDL            | Thời gian chu kỳ mục tiêu (CT/s) | Thời gian chu kỳ dài nhất (MAX CT/s) | Thời gian chu kỳ trung bình (AVERAGE CT/s) | Tổng thời gian chu kỳ (Total CT/s) |
|--------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| BOOMX3 BT                | V31                | 46+2              | 60s                              | 41,54                                | 34,11s                                     | 1569s                              |
| Thời gian chu kỳ thực tế | Tỷ lệ sản phẩm đạt | Định mức giờ công | Tỷ lệ cân bằng chuyền            | Tỷ lệ nói lỏng                       | Sản lượng theo giờ (UPH)                   | Sản lượng 1người/1h (UPPH)         |
| 43,52s                   | 0,98               | 0.581             | 79%                              | 5%                                   | 81                                         | 1,76                               |

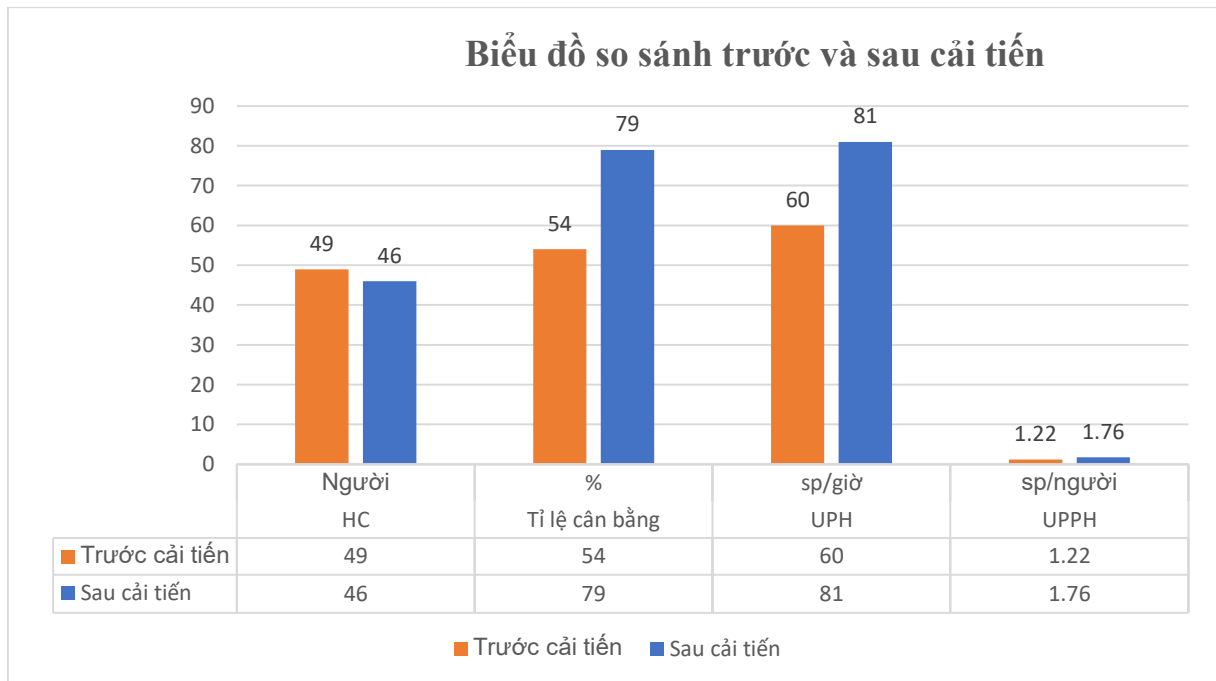


Hình 6.2 Sơ đồ cân bằng chuyền sau cải tiến

Sau khi áp dụng các biện pháp cải tiến, sơ đồ cân bằng chuyền của dây chuyền Boombox3 BT cho thấy sự cải thiện rõ rệt về mức độ phân bổ thời gian giữa các công đoạn. Sơ đồ trên cho thấy thời gian chu kỳ giữa các công đoạn đã được điều chỉnh gần sát với nhau hơn, giảm thiểu đáng kể sự chênh lệch so với trước. Sự đồng đều này giúp loại bỏ các điểm nghẽn sản xuất (bottlenecks) từng tồn tại, diễn hình như công đoạn có thời gian vượt trội trước đó đã được tái phân bổ lại hợp lý.

Tình trạng công đoạn nhàn rỗi cũng đã được giảm bớt khi thời gian làm việc được điều chỉnh tiệm cận với thời gian chu kỳ chuẩn. Sự cân bằng mới này không chỉ giúp tăng hiệu quả sử dụng nhân lực mà còn tối ưu hóa dòng chảy sản xuất, giảm thiểu tình trạng tồn đọng bán thành phẩm và nâng cao tính liên tục trong dây chuyền.

Việc cải tiến đã góp phần quan trọng vào việc nâng cao hiệu suất dây chuyền, giảm thời gian lãng phí, và tăng khả năng đáp ứng đơn hàng, từ đó nâng cao năng lực cạnh tranh của nhà máy. Đây là minh chứng rõ ràng cho hiệu quả của việc áp dụng các công cụ quản lý sản xuất như cân bằng chuyền, phân tích thao tác, và phương pháp **ECRS** trong cải tiến quy trình.



Hình 6.3 Biểu đồ so sánh trước và sau cải tiến

## 6.4. Phân tích chi phí sau khi cải tiến quy trình

### 6.4.1. Tình trạng trước cải tiến

Trước cải tiến, quy trình sản xuất của doanh nghiệp tại các công đoạn OP1 đến OP29–1 còn tồn tại nhiều điểm bất hợp lý trong bố trí nhân lực và phương pháp thao tác. Cụ thể:

- OP1 và OP2: Mỗi công đoạn bố trí một công nhân riêng biệt trong khi thao tác đơn giản và thời gian làm việc chưa được tận dụng triệt để.
- OP6 đến OP8: Có tính chất công việc tương đồng, nhưng bố trí ba công nhân riêng rẽ gây ra tình trạng dư thừa lao động.

- OP17 đến OP19: Thời gian thao tác ngắn, thao tác lặp lại, nhưng mỗi công đoạn vẫn bố trí một người.
- OP3 và OP5: Sự phân công công việc thiếu hợp lý, gây mất cân đối thời gian làm việc giữa các công đoạn.
- OP29–1: Sử dụng phương pháp thủ công, thao tác tốn thời gian và về lâu dài sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe của người lao động.

#### 6.4.2. Biện pháp cải tiến

*Bảng 6.1 Các cải tiến đã thực hiện*

| Công đoạn        | Biện pháp thực hiện                                                                   | Giảm công nhân |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| OP1 và OP2       | Gộp thao tác, 1 người đảm nhiệm cả hai công đoạn                                      | 1              |
| OP6–OP8          | Sắp xếp lại thao tác, bố trí 2 người phụ trách thay vì 3                              | 1              |
| OP17–OP19        | Hợp nhất thao tác, bố trí lại luồng công việc                                         | 1              |
| OP29–1           | Áp dụng máy ép bán tự động hỗ trợ thao tác, số công nhân không thay đổi (vẫn 1 người) | 0              |
| OP3 và OP5       | Phân chia lại công việc, cân bằng tải                                                 | 0              |
| <b>Tổng cộng</b> |                                                                                       | <b>3</b>       |

#### 6.4.3 Chi phí đầu tư cải tiến

Việc cải tiến chỉ phát sinh chi phí tại công đoạn OP29–1 (trang bị máy ép bán tự động). Các công đoạn khác chỉ thay đổi phương án tổ chức nhân lực, không phát sinh chi phí đầu tư.

*Bảng 6.2 Chi phí đầu tư*

| Khoản mục                                   | Số tiền (VND)     | Ghi chú                                          |
|---------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------|
| Máy ép bán tự động<br>(Model XYZ-3500)      | 65.000.000        | Công suất 1.5 kW, tuổi thọ 5–7 năm               |
| Thiết bị phụ trợ (bàn thao tác, đèn, kệ...) | 5.000.000         | Bàn inox chịu lực, đèn định vị thao tác, kệ phơi |
| Chi phí đào tạo vận hành máy                | 1.000.000         | 1 buổi cho 1 công nhân 1 triệu/người             |
| Dự phòng (vận chuyển, dây điện, vật tư...)  | 3.000.000         | Các chi phí không chính thức                     |
| <b>Tổng chi phí đầu tư</b>                  | <b>75.000.000</b> | Thanh toán 1 lần, không trả góp                  |

#### 6.4.4. Chi phí vận hành hàng tháng

*Bảng 6.3 Chi phí vận hành*

| Khoản mục                          | Thông tin                                                | Tính toán                                            | Chi phí (VND)  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|
| Điện tiêu thụ                      | $1.5 \text{ kW} \times 8\text{h} \times 26 \text{ ngày}$ | $312 \text{ kWh/tháng} \times 2.000 \text{ VND/kWh}$ | 624.000        |
| Bảo trì định kỳ                    | Tra dầu, kiểm tra cơ khí                                 | Ước tính trung bình mỗi tháng                        | 150.000        |
| <b>Tổng chi phí vận hành/tháng</b> |                                                          |                                                      | <b>774.000</b> |

#### 6.4.5. Chi phí tiết kiệm nhân công

Việc thực hiện các biện pháp cải tiến tại các công đoạn OP1, OP2, OP6–OP8 và OP17–OP19 đã giúp giảm tổng cộng 3 công nhân so với trước đây. Đây là một khoản tiết kiệm rất đáng kể đối với doanh nghiệp.

Mức lương trung bình hiện tại của một công nhân tại xưởng sản xuất được tính là 7.000.000 đồng/người/tháng. Như vậy, tổng chi phí nhân công tiết kiệm được mỗi tháng sẽ là:

$$3 \times 7.000.000 = 21.000.000 \text{ đồng/người/tháng}$$

Tuy nhiên, trong công đoạn OP29-1, do không giảm số công nhân mà chuyển đổi sang sử dụng máy ép bán tự động, nên doanh nghiệp phát sinh thêm chi phí vận hành máy, bao gồm điện năng, bảo trì và một số vật tư tiêu hao khác. Tổng chi phí vận hành máy ép được ước tính khoảng 774.000 đồng/tháng.

Do đó, để tính ra tiết kiệm ròng thực tế về chi phí nhân công sau khi trừ đi chi phí vận hành máy, ta có:

$$21.000.000 - 774.000 = 20.226.000 \text{ đồng/tháng}$$

Vậy dù phát sinh thêm chi phí vận hành máy, việc giảm số lượng công nhân và tăng năng suất làm việc đã giúp doanh nghiệp tiết kiệm được hơn 20 triệu đồng mỗi tháng. Đây là một con số có ý nghĩa lớn, góp phần cải thiện hiệu quả sản xuất và giảm chi phí nhân công đáng kể.

#### 6.5. Phân tích tài chính

Để đánh giá tổng thể hiệu quả kinh tế của phương án cải tiến, cần phân tích các chỉ tiêu tài chính quan trọng như thời gian hoàn vốn, suất đầu tư trên mỗi lao động giảm và tỷ suất hoàn vốn (ROI).

##### a. Thời gian hoàn vốn

Chi phí đầu tư cho phương án cải tiến chủ yếu tập trung ở công đoạn OP29-1 với tổng số tiền là 75.000.000 đồng. Thời gian hoàn vốn là khoảng thời gian cần để khoản tiết kiệm ròng hàng tháng bù đắp hết khoản chi đầu tư ban đầu.

Thời gian hoàn vốn được tính như sau:

$$\text{Thời gian hoàn vốn} = \frac{\text{Tổng chi phí đầu tư}}{\text{Tiết kiệm ròng hàng tháng}} = \frac{75.000.000}{20.226.000} = 3,71 \text{ tháng (3 tháng 21 ngày)}$$

Tuy thời gian hoàn vốn lý thuyết tính toán được là khoảng 3,71 tháng (tương đương 3 tháng 21 ngày), nhưng để đánh giá một cách thận trọng, luận văn giả định thêm thời gian dự phòng do máy móc có thể không vận hành liên tục hoặc phát sinh một số chi phí nhỏ trong quá trình sử dụng. Vì vậy, thời gian hoàn vốn được điều chỉnh thành khoảng 4,35 tháng (tức 4 tháng 10 ngày).

## **b. Tỷ suất hoàn vốn (ROI)**

Tỷ suất hoàn vốn (Return on Investment – ROI) là một chỉ số quan trọng phản ánh hiệu quả đầu tư, được tính dựa trên tổng lợi ích hàng năm thu được từ các cải tiến chia cho chi phí đầu tư ban đầu, sau đó nhân với 100% để quy đổi thành tỷ lệ phần trăm. Trong trường hợp này, tổng lợi ích bao gồm toàn bộ khoản chi phí tiết kiệm được nhờ việc giảm nhân công ở nhiều công đoạn (OP1, OP2, OP6, OP7, OP8, OP17, OP18, OP19), bên cạnh đó là hiệu quả từ việc tái bố trí công việc tại OP3 và OP5, cũng như việc áp dụng máy ép bán tự động tại công đoạn OP29-1 – dù không làm giảm nhân công nhưng giúp tăng năng suất và tính ổn định của quá trình sản xuất.

Công thức tính ROI như sau:

$$ROI = \frac{\text{Lợi ích ròng hàng năm}}{\text{Chi phí đầu tư}} \times 100\%$$

Trong đó:

- Lợi ích ròng hàng năm (sau khi trừ chi phí vận hành máy móc):

$$20.226.000 \text{ VND/tháng} \times 12 = 242.172.000 \text{ VND/năm}$$

- Chi phí đầu tư cho máy ép bán tự động: 75.000.000 VND

$$ROI = \frac{242.172.000}{75.000.000} \times 100\% = 323\%$$

Mặc dù mức ROI 323%/năm là con số tương đối cao, nhưng trong thực tế, đây là một kết quả hoàn toàn hợp lý. Nguyên nhân là vì tổng chi phí đầu tư ban đầu chỉ ở mức tương đối thấp (75 triệu đồng), trong khi lợi ích mang lại hàng tháng là rõ ràng, ổn định và có khả năng duy trì lâu dài. Hơn nữa, hầu hết các cải tiến đều không yêu cầu đầu tư lớn, chỉ cần điều chỉnh về mặt tổ chức lao động và phương pháp sản xuất, giúp tăng hiệu quả mà không làm phát sinh chi phí đầu tư đáng kể.

Như vậy, ROI cao không phải do tính toán thiếu thực tế mà là kết quả của một chương trình cải tiến chi phí thấp, hiệu quả cao – một đặc điểm điển hình của các dự án Lean Manufacturing hoặc Kaizen trong sản xuất công nghiệp hiện đại.



Hình 6.4 Biểu đồ thời gian hoàn vốn

## Kết luận chung

Phương án cải tiến đã mang lại hiệu quả rõ rệt trên nhiều phương diện, bao gồm chi phí, năng suất và chất lượng sản phẩm:

- Giảm được 3 công nhân trực tiếp trong dây chuyền sản xuất, giúp tiết kiệm chi phí nhân công khoảng 21 triệu đồng mỗi tháng.
- Thời gian hoàn vốn nhanh chóng, chỉ khoảng 4,5 tháng, với tỷ suất hoàn vốn (ROI) lên đến hơn 320%/năm, thể hiện sự hiệu quả kinh tế rõ rệt của việc đầu tư.
- Cải tiến quy trình thao tác giúp nâng cao tính chuyên nghiệp và sự hợp lý trong phân bổ công việc, góp phần tối ưu hóa năng suất lao động.
- Tăng cường độ an toàn lao động, giảm thiểu sai sót trong quá trình sản xuất, đồng thời nâng cao sự hài lòng và tinh thần làm việc của công nhân.

## KẾT LUẬN

Sau quá trình nghiên cứu, khảo sát và triển khai đề tài “Ứng dụng cân bằng chuyền nâng cao hiệu suất dây chuyền BOOMBOX3 BT tại Công ty TNHH Điện Khí Quốc Quang Việt Nam”, đồ án đã lần lượt trình bày, phân tích và đánh giá thực trạng, từ đó xây dựng các giải pháp cải tiến thiết thực và khả thi nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả sản xuất tại doanh nghiệp.

*Kết quả đạt được gồm các nội dung chính sau:*

- ✚ Đã hệ thống hóa đầy đủ cơ sở lý thuyết về quản lý sản xuất, đo lường hiệu suất, phân tích thao tác và cân bằng chuyền.
- ✚ Thực hiện khảo sát thực trạng dây chuyền lắp ráp sản phẩm BOOMBOX3 BT thông qua phương pháp đo thời gian, phân tích thao tác và sơ đồ hóa quy trình. Qua đó, xác định rõ các điểm nghẽn, thao tác dư thừa, sự mất cân đối giữa các công đoạn và thời gian nhàn rỗi gây lãng phí.
- ✚ Đề xuất và triển khai các giải pháp cải tiến dựa trên nguyên tắc ECRS và kỹ thuật cân bằng chuyền, giúp rút ngắn thời gian thao tác, giảm số lượng công nhân, tăng mức độ đồng bộ và hiệu quả sử dụng nguồn lực.
- ✚ Đã tiến hành phân tích hiệu quả cải tiến cả về tài chính (chi phí đầu tư, tiết kiệm nhân công, thời gian hoàn vốn...)

*Đóng góp của đề tài:*

- ✚ Góp phần nâng cao năng lực sản xuất của doanh nghiệp thông qua việc chuẩn hóa thao tác, tối ưu hóa bố trí công đoạn và tăng tính đồng bộ của dây chuyền.
- ✚ Cung cấp một quy trình tiếp cận bài bản và có thể áp dụng lặp lại cho các dây chuyền tương tự trong cùng hệ thống sản xuất.
- ✚ Khẳng định vai trò và hiệu quả của phương pháp cân bằng chuyền trong bối cảnh sản xuất thủ công bán tự động hiện nay.

*Kiến nghị:*

- ✚ Doanh nghiệp nên tiếp tục duy trì công tác đo lường và đánh giá hiệu suất định kỳ, đặc biệt trong các dây chuyền có tính lặp lại cao., cần từng bước đầu tư vào thiết bị tự động hóa để giảm phụ thuộc vào lao động thủ công.
- ✚ Nghiên cứu mở rộng phương pháp cải tiến sang các sản phẩm tương tự tiếp tục cải tiến layout theo hướng Lean Manufacturing.

## DANH SÁCH TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phòng Kỹ thuật Sản xuất và Công nghiệp, Học viện Công nghệ Vishwakarma, Pune-411037, Ấn Độ.
- [2] Womack, JP, Jones, DT (2003) Tư duy tinh gọn: Loại bỏ lãng phí và tạo ra sự giàu có trong công ty của bạn. Simon & Schuster UK Ltd, London, ISBN 0-7432-3164-3
- [3] Tối ưu hóa thời gian chu kỳ bằng kỹ thuật sản xuất tinh gọn của Balaji Rathod # 1, Prasad Shinde # 2 , Darshan Raut # 3, Govind Waghmare # 4 Giáo sư, Khoa Kỹ thuật Công nghiệp, Cao đẳng Kỹ thuật, Đại học Anna, Chennai-600 025, Ấn Độ.
- [4] So sánh các giải pháp cân bằng dây chuyền lắp ráp một mô hình và đa mô hình của Giáo sư, Khoa Kỹ thuật Công nghiệp, Cao đẳng Kỹ thuật, Đại học Anna, Chennai-600 025, Ấn Độ.
- [5] Giới thiệu dây chuyền lắp ráp của Dheenathayalan Ramasamy
- [6] Khu vực vàng và khu vực xử lý công thái học theo mặt hàng Industrietechnik GmbH trên Florian Palatini LinkedIn.
- [7] Áp dụng cân bằng chuyền trong sản xuất của Viện Năng suất Việt Nam
- [8] Một nghiên cứu công thái học về thiết kế máy trạm dây chuyền lắp ráp từ Khoa Kỹ thuật và Môi trường Bulit, Đại học Malaysia Pahang, Malaysia.

## PHỤ LỤC

### Phụ lục I: Thời gian lắp ráp trước cải tiến

| STT  | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Lần 4 | Lần 5 | Lần 6 | Lần 7 | Lần 8 | Lần 9 | Lần 10 | Lần 11 | Lần 12 | Lần 13 | Lần 14 | Lần 15 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sub1 | 30.85 | 30.99 | 30.83 | 30.92 | 30.77 | 30.80 | 30.90 | 30.89 | 30.77 | 30.89  | 31.31  | 30.27  | 30.94  | 30.18  | 30.19  |
| OP1  | 20.32 | 20.9  | 20.6  | 20.38 | 20.46 | 20.87 | 21.10 | 21.12 | 20.40 | 22.10  | 20.26  | 20.71  | 20.91  | 20.11  | 20.07  |
| OP2  | 22.27 | 22.17 | 21.43 | 21.21 | 22    | 22.45 | 22.22 | 21.01 | 22.23 | 22.51  | 22.7   | 21.68  | 21.76  | 22.97  | 22.1   |
| OP4  | 31.5  | 31.15 | 31.18 | 31.16 | 32.1  | 31.67 | 31.52 | 31.18 | 32.03 | 30.60  | 31.07  | 31.62  | 30.78  | 31.45  | 31.22  |
| OP5  | 30.56 | 31.22 | 31.33 | 31.66 | 31.38 | 30.28 | 30.60 | 30.58 | 32.20 | 30.79  | 30.53  | 30.07  | 31.99  | 31.63  | 30.42  |
| OP6  | 30.16 | 30.7  | 30.91 | 30.89 | 30.59 | 30.35 | 31.48 | 31.45 | 29.67 | 30.37  | 30.6   | 29.93  | 29.66  | 30.67  | 30.6   |
| OP7  | 34.94 | 34.69 | 34.9  | 34.22 | 34.07 | 34.12 | 35.41 | 34.34 | 34.48 | 34.49  | 34.27  | 33.59  | 33.66  | 34.46  | 34.37  |
| OP8  | 30.25 | 30.32 | 30.94 | 30.16 | 30.94 | 29.90 | 29.70 | 31.41 | 30.75 | 29.67  | 29.88  | 30.58  | 29.74  | 30.03  | 29.71  |
| OP9  | 31.27 | 31.34 | 30.44 | 30.4  | 30.59 | 31.66 | 30.98 | 30.18 | 31.18 | 29.83  | 29.98  | 31.13  | 30.4   | 30.6   | 30.67  |
| OP10 | 29.7  | 28.84 | 28.91 | 31.04 | 28.91 | 28.61 | 29.33 | 30.07 | 28.69 | 28.59  | 28.9   | 28.38  | 30.11  | 28.89  | 29.47  |
| OP11 | 36.17 | 36.41 | 35.91 | 35.76 | 36.1  | 36.64 | 36.85 | 36.66 | 36.08 | 36.70  | 35.76  | 36.4   | 36.33  | 36.07  | 36.99  |
| OP12 | 36.4  | 37.12 | 36.84 | 37.18 | 36.67 | 37.10 | 37.30 | 37.02 | 37.43 | 36.37  | 37.78  | 37.37  | 37.7   | 36.8   | 37.93  |
| OP13 | 37.56 | 35.97 | 33.9  | 35.98 | 35.91 | 35.59 | 35.90 | 36.70 | 36.03 | 36.80  | 36.07  | 35.12  | 36.04  | 36.89  | 36.65  |
| OP14 | 35.25 | 33.43 | 33.47 | 33.69 | 33.41 | 33.19 | 33.94 | 34.04 | 34.13 | 33.35  | 33.24  | 33.02  | 33.29  | 32.95  | 34.54  |
| OP15 | 31.06 | 31.62 | 32.78 | 32.47 | 32.87 | 32.02 | 31.27 | 31.99 | 32.00 | 32.04  | 32.38  | 31.55  | 31.63  | 32.7   | 32.13  |
| OP17 | 12.8  | 12.75 | 13    | 13.06 | 13.24 | 12.70 | 12.00 | 12.98 | 13.36 | 13.01  | 13.17  | 13.69  | 12.46  | 12.38  | 13.18  |
| OP18 | 24.4  | 24.69 | 24.75 | 24.18 | 24.81 | 24.86 | 24.15 | 24.24 | 25.46 | 23.79  | 25.16  | 25.32  | 24.88  | 23.83  | 24.47  |
| OP19 | 25.56 | 24.56 | 27.91 | 24.53 | 24.94 | 25.67 | 26.37 | 25.23 | 24.59 | 25.92  | 25.02  | 25.24  | 26.01  | 24.76  | 25.71  |
| OP20 | 40.32 | 40.25 | 40    | 40.47 | 40.4  | 40.90 | 40.21 | 40.30 | 40.16 | 41.00  | 40.01  | 40.15  | 40.26  | 40.32  | 40.23  |

|        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OP21   | 34.34 | 34.16 | 34.33 | 33.66 | 34.21 | 34.13 | 33.38 | 33.86 | 33.31 | 34.11 | 34.62 | 34.52 | 33.07 | 34.31 | 34.88 |
| OP21-1 | 33.81 | 33.53 | 32.59 | 33.03 | 33.18 | 32.33 | 33.20 | 33.02 | 32.32 | 32.83 | 33.15 | 32.14 | 32.47 | 33.13 | 33.1  |
| OP22   | 37.94 | 37.19 | 37.5  | 37.41 | 36.67 | 36.81 | 37.90 | 36.92 | 36.47 | 36.42 | 37.33 | 37.31 | 37.99 | 36.54 | 37.77 |
| OP23   | 34.57 | 35.19 | 34.85 | 36.94 | 34.56 | 34.82 | 36.10 | 35.32 | 34.41 | 36.00 | 35.73 | 35.35 | 35.57 | 34.71 | 34.9  |
| OP24   | 34.84 | 34.78 | 34.85 | 34.5  | 34.98 | 34.05 | 35.27 | 35.73 | 34.28 | 33.79 | 34.19 | 35.1  | 34.8  | 34.17 | 35.1  |
| OP25   | 35.51 | 35.74 | 37.47 | 35.62 | 36.77 | 35.42 | 36.85 | 35.92 | 37.21 | 35.76 | 36.11 | 37.02 | 35.32 | 35.25 | 36.84 |
| OP26   | 31.28 | 31.81 | 32.44 | 32.94 | 32.31 | 32.67 | 32.29 | 32.74 | 31.85 | 32.40 | 31.31 | 32.96 | 31.98 | 32.61 | 31.53 |
| OP27   | 34.55 | 34.66 | 34.59 | 34.81 | 34.72 | 34.23 | 34.52 | 34.98 | 34.25 | 34.43 | 35.1  | 34.53 | 33.65 | 33.83 | 35.39 |
| T1     | 35.06 | 34.69 | 34.06 | 34.66 | 34    | 34.02 | 34.50 | 35.00 | 35.47 | 33.79 | 34.88 | 34.73 | 33.62 | 33.81 | 34.69 |
| OP28   | 39.53 | 39.69 | 39.72 | 39.94 | 39.84 | 39.49 | 39.43 | 40.74 | 39.45 | 39.33 | 40.3  | 39.22 | 40.14 | 40.26 | 40.24 |
| OP29   | 33.93 | 34.71 | 34.15 | 34.94 | 34.96 | 35.15 | 34.88 | 34.85 | 34.01 | 34.58 | 34.03 | 33.8  | 33.87 | 34.16 | 34    |
| OP29-1 | 45.16 | 45.8  | 45.97 | 45.58 | 45.41 | 45.26 | 45.49 | 44.78 | 46.32 | 46.42 | 44.65 | 45.98 | 46.43 | 45.69 | 46.1  |
| OP30   | 30.06 | 30.94 | 30.53 | 30.63 | 30.66 | 29.90 | 29.88 | 30.04 | 30.85 | 29.96 | 29.65 | 29.41 | 30.02 | 29.96 | 29.89 |
| OP31   | 35.32 | 35.37 | 35.35 | 35.22 | 35.65 | 35.05 | 34.99 | 34.86 | 35.18 | 35.41 | 35.05 | 34.79 | 35.28 | 35.17 | 34.66 |
| OP32   | 30.45 | 30.66 | 33.28 | 31.22 | 31.24 | 31.70 | 31.76 | 32.27 | 30.59 | 30.44 | 31.68 | 32.18 | 31.82 | 30.37 | 31.95 |
| OP33   | 32.41 | 32.07 | 32.66 | 32.97 | 32.93 | 32.68 | 32.47 | 33.44 | 32.92 | 33.51 | 32.05 | 32.37 | 33.57 | 31.81 | 32.74 |
| T3     | 30.09 | 30.53 | 30.21 | 30.59 | 30.69 | 29.57 | 30.38 | 29.49 | 30.48 | 31.11 | 30.03 | 31.15 | 30.68 | 31.07 | 30.63 |
| T4     | 30.69 | 30.22 | 30.12 | 30.53 | 30.82 | 31.19 | 30.97 | 30.25 | 29.86 | 30.59 | 30.07 | 30.95 | 31.09 | 31.37 | 30.18 |
| T5     | 33.47 | 33.10 | 33.16 | 32.28 | 32.85 | 33.12 | 32.77 | 33.19 | 33.11 | 33.18 | 32.45 | 33.58 | 32.04 | 33.34 | 33.94 |
| T6     | 30.45 | 30.50 | 30.43 | 30.10 | 30.37 | 30.02 | 30.76 | 30.14 | 30.52 | 30.43 | 29.49 | 29.55 | 30.51 | 29.63 | 29.88 |

| STT  | Lần 16 | Lần 17 | Lần 18 | Lần 19 | Lần 20 | Lần 21 | Lần 22 | Lần 23 | Lần 24 | Lần 25 | Lần 26 | Lần 27 | Lần 28 | Lần 29 | Lần 30 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sub1 | 31.73  | 31.16  | 30.17  | 30.93  | 31.21  | 31.72  | 30.48  | 31.52  | 30.59  | 31.3   | 30.25  | 30.04  | 30.12  | 30.27  | 30.31  |
| OP1  | 20.53  | 20.98  | 20.23  | 20.38  | 20.4   | 20.93  | 20.76  | 20.01  | 20.14  | 20.54  | 20.22  | 20.89  | 20.68  | 20.02  | 20.32  |
| OP2  | 22.14  | 22.06  | 22.61  | 21.84  | 22.53  | 22.67  | 22     | 22.54  | 22.67  | 22.97  | 22.95  | 22.52  | 22.22  | 22.14  | 22.5   |
| OP4  | 32.21  | 32.36  | 30.43  | 31.87  | 31.83  | 31.57  | 30.85  | 31.32  | 31.58  | 32.24  | 31.73  | 30.97  | 30.5   | 31.22  | 30.59  |
| OP5  | 31.89  | 30.11  | 31.91  | 30.43  | 31.93  | 30.42  | 31.15  | 31.99  | 31.37  | 32.05  | 31.13  | 31.54  | 30.76  | 31.13  | 31.99  |
| OP6  | 31     | 30.99  | 29.99  | 30.98  | 31.58  | 29.67  | 30.24  | 31.62  | 30.47  | 30.47  | 30.53  | 30.41  | 30.61  | 29.81  | 31.29  |
| OP7  | 33.8   | 34.63  | 34.64  | 33.65  | 34.1   | 35.09  | 34.96  | 33.97  | 34.72  | 34.32  | 33.71  | 34.97  | 33.89  | 34.28  | 34.66  |
| OP8  | 31.18  | 29.96  | 31.18  | 30.02  | 30.99  | 30.36  | 29.94  | 30.06  | 30.95  | 30.96  | 29.72  | 31.02  | 29.98  | 29.78  | 31.24  |
| OP9  | 30.86  | 30.69  | 30.69  | 30.02  | 31.08  | 31.56  | 29.95  | 30.49  | 31.37  | 30.53  | 30.91  | 30.59  | 30.92  | 30.37  | 30.64  |
| OP10 | 28.64  | 28.51  | 30.02  | 28.44  | 28.53  | 28.82  | 29.26  | 30.02  | 29.34  | 29.48  | 28.7   | 29.64  | 29.49  | 29.5   | 29.36  |
| OP11 | 35.93  | 36.12  | 36.34  | 36.45  | 36.17  | 36.69  | 35.72  | 36.65  | 35.66  | 36.3   | 35.98  | 37.2   | 36.38  | 36.68  | 37.13  |
| OP12 | 36.72  | 36.83  | 36.9   | 36.94  | 36.56  | 37.51  | 36.55  | 37.54  | 37.65  | 37.76  | 37.87  | 36.13  | 37.37  | 36.04  | 36.17  |
| OP13 | 36.78  | 36.54  | 35.05  | 35.98  | 35.52  | 35.71  | 36.6   | 35.89  | 35.95  | 36.2   | 35.88  | 35.28  | 36.15  | 35.66  | 35.56  |
| OP14 | 34.38  | 33.97  | 34.53  | 34.07  | 33.82  | 32.93  | 34.47  | 34.33  | 34.78  | 34.29  | 33.9   | 34.49  | 33.17  | 34.73  | 33.28  |
| OP15 | 31.21  | 31.71  | 31.08  | 31.28  | 32.53  | 32.83  | 32.64  | 32.44  | 31.64  | 31.42  | 31.86  | 31.1   | 31.74  | 31.57  | 31.01  |
| OP17 | 12.08  | 12.85  | 12.4   | 12.02  | 13.71  | 12.39  | 13.47  | 12.47  | 12.83  | 12.05  | 13.01  | 13.63  | 12.94  | 12.5   | 12.9   |
| OP18 | 24.43  | 24.18  | 23.66  | 25.19  | 24     | 24.36  | 24.03  | 24.86  | 24.38  | 24.92  | 24.04  | 24.13  | 25.35  | 23.81  | 24.92  |
| OP19 | 24.55  | 25.68  | 24.84  | 25.49  | 25.21  | 26.35  | 26.22  | 25.33  | 25.48  | 25.03  | 25.72  | 26.28  | 25.14  | 26.41  | 25.92  |
| OP20 | 40.73  | 41.99  | 41.73  | 42.03  | 41.64  | 40.14  | 40.3   | 40.05  | 41.97  | 41.85  | 40.89  | 40.47  | 40.49  | 40.89  | 41.4   |

|        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OP21   | 34.51 | 34.89 | 33.32 | 33.97 | 33.5  | 34.22 | 34.91 | 34.54 | 33.18 | 33.48 | 34.18 | 33.18 | 34.33 | 33.53 | 33.74 |
| OP21-1 | 32.41 | 33.09 | 33.51 | 32.23 | 32.21 | 32.66 | 33.41 | 33.29 | 32.55 | 32.25 | 32.34 | 32.17 | 32.97 | 32.55 | 32.97 |
| OP22   | 36.89 | 36.23 | 37.99 | 37.28 | 37.1  | 38.1  | 36.44 | 36.29 | 37.55 | 37.26 | 37.77 | 37.11 | 37.96 | 36.44 | 37.03 |
| OP23   | 35.58 | 34.73 | 34.31 | 35.66 | 34.72 | 36.1  | 35.04 | 35.06 | 34.82 | 35.55 | 34.72 | 35.05 | 35.43 | 35.71 | 36.14 |
| OP24   | 35.15 | 33.96 | 35.69 | 34.49 | 34.59 | 34.74 | 34.65 | 34.56 | 35.58 | 35.28 | 34.5  | 34.69 | 34.98 | 33.83 | 35.38 |
| OP25   | 36.94 | 36.14 | 35.9  | 36.76 | 35.24 | 36.35 | 37    | 36.08 | 36.88 | 36.6  | 36.91 | 35.84 | 35.35 | 36.97 | 36.44 |
| OP26   | 31.62 | 32.26 | 32.21 | 33.03 | 32.94 | 33.2  | 32.77 | 31.89 | 32.25 | 31.64 | 32.19 | 31.63 | 32.4  | 32.93 | 31.44 |
| OP27   | 34.38 | 34.4  | 34.98 | 33.84 | 33.64 | 35.38 | 34.78 | 34.03 | 34.85 | 33.84 | 35.26 | 35.01 | 35.24 | 33.75 | 33.82 |
| T1     | 34.82 | 33.83 | 35.17 | 34.58 | 34.45 | 34.22 | 35.13 | 34.55 | 34.09 | 34.96 | 34.41 | 34.43 | 34.12 | 35.26 | 35.32 |
| OP28   | 40.22 | 39.05 | 40.01 | 38.98 | 39.4  | 39.84 | 38.95 | 39.88 | 39.96 | 39.35 | 39.24 | 40.3  | 40.19 | 39.54 | 39.31 |
| OP29   | 34.73 | 33.93 | 34.5  | 34.93 | 34.2  | 35.32 | 35.46 | 34.3  | 35.04 | 35.58 | 34.54 | 35.02 | 34.88 | 34.61 | 35.38 |
| OP29-1 | 45.75 | 45.46 | 45.1  | 45.18 | 44.8  | 44.7  | 44.87 | 44.83 | 44.88 | 45.54 | 46.07 | 46    | 46.6  | 44.73 | 45.45 |
| OP30   | 30.38 | 29.65 | 29.63 | 29.82 | 31.08 | 30.6  | 30.21 | 30.99 | 29.94 | 29.85 | 30.14 | 29.85 | 30.09 | 30.59 | 29.92 |
| OP31   | 34.72 | 34.5  | 34.77 | 36.17 | 34.82 | 35.91 | 34.96 | 34.55 | 34.78 | 35.37 | 34.41 | 34.45 | 35.14 | 35.87 | 34.48 |
| OP32   | 32.03 | 31.79 | 32.25 | 31.61 | 30.87 | 32.06 | 32.05 | 31.49 | 31.71 | 31.83 | 31.94 | 31.55 | 30.95 | 30.96 | 31.99 |
| OP33   | 32.31 | 33.03 | 33.23 | 32.86 | 33.28 | 32.22 | 32.68 | 32.03 | 32.11 | 32.56 | 32.39 | 32.54 | 32.7  | 32.36 | 33.05 |
| T3     | 29.49 | 30.11 | 30.29 | 31.31 | 30.22 | 29.83 | 29.52 | 30.96 | 30.21 | 29.37 | 29.47 | 31.12 | 31.28 | 30.17 | 29.62 |
| T4     | 30.76 | 29.92 | 31.52 | 31.06 | 30.12 | 31.47 | 30.41 | 30.96 | 31.44 | 30.15 | 29.91 | 30.37 | 30.33 | 30.7  | 30.9  |
| T5     | 32.24 | 32.32 | 33.82 | 33.17 | 32.23 | 33.44 | 33.22 | 32.98 | 32.18 | 32.65 | 33.4  | 32.49 | 33.1  | 33.65 | 32.64 |
| T6     | 29.73 | 29.92 | 30.5  | 30.77 | 30.86 | 31.28 | 31.06 | 30.61 | 29.39 | 31.36 | 31.03 | 30.36 | 31.06 | 29.8  | 29.98 |

## Phụ lục II: Thời gian đóng gói trước cải tiến

| STT  | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Lần 4 | Lần 5 | Lần 6 | Lần 7 | Lần 8 | Lần 9 | Lần 10 | Lần 11 | Lần 12 | Lần 13 | Lần 14 | Lần 15 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| OP1  | 33.37 | 33.38 | 33.35 | 33.88 | 33.51 | 33.27 | 33.36 | 33.69 | 33.49 | 33.44  | 33.07  | 33.77  | 33.01  | 34.37  | 34.4   |
| OP2  | 28.57 | 28.59 | 28.79 | 29.28 | 28.53 | 28.00 | 27.93 | 29.43 | 28.56 | 28.46  | 28.84  | 29.45  | 28.99  | 27.91  | 29.57  |
| OP3  | 24.35 | 24.69 | 25.12 | 24.97 | 23.64 | 24.33 | 25.21 | 23.90 | 24.86 | 24.38  | 24.66  | 24.38  | 24.97  | 24.12  | 24.54  |
| OP4  | 35.6  | 36.08 | 37.97 | 37.36 | 37.26 | 37.34 | 36.90 | 37.67 | 37.12 | 36.99  | 37.66  | 37.05  | 36.25  | 36.37  | 36.51  |
| OP5  | 55.91 | 55.17 | 55.97 | 57.82 | 55.37 | 56.62 | 55.53 | 55.54 | 55.86 | 56.92  | 55.43  | 56.45  | 57.02  | 56.76  | 56.25  |
| OP6  | 30.18 | 30.56 | 30.03 | 29.84 | 28.63 | 29.69 | 29.46 | 29.01 | 29.61 | 29.66  | 30.24  | 28.75  | 30.64  | 29.65  | 29.74  |
| OP7  | 18.91 | 19.04 | 18.88 | 19.26 | 19.39 | 19.68 | 18.44 | 19.52 | 19.53 | 19.37  | 19.42  | 18.66  | 20.17  | 18.47  | 19.28  |
| OP8  | 30.97 | 31.91 | 32.74 | 32.86 | 32.13 | 31.90 | 31.25 | 31.27 | 32.51 | 32.43  | 32.16  | 31.83  | 32.2   | 31.54  | 31.82  |
| OP9  | 31.75 | 31.63 | 31.87 | 32.01 | 31.99 | 32.00 | 32.30 | 31.85 | 32.02 | 32.03  | 31.96  | 32.48  | 31.74  | 32.65  | 32.76  |
| OP10 | 35.51 | 35.89 | 35.73 | 35.67 | 35.89 | 35.96 | 35.25 | 35.98 | 34.85 | 35.35  | 35.51  | 36.44  | 36.2   | 35.69  | 36.43  |

| STT  | Lần 16 | Lần 17 | Lần 18 | Lần 19 | Lần 20 | Lần 21 | Lần 22 | Lần 23 | Lần 24 | Lần 25 | Lần 26 | Lần 27 | Lần 28 | Lần 29 | Lần 30 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| OP1  | 33.99  | 33.59  | 33.09  | 34.45  | 34.18  | 33.9   | 33.71  | 34.42  | 33.23  | 33.11  | 33.39  | 34.17  | 33.27  | 34.19  | 34.06  |
| OP2  | 29.11  | 27.99  | 29.06  | 29.52  | 28.85  | 29.47  | 27.97  | 28.16  | 27.98  | 28.86  | 29.54  | 29.03  | 29.49  | 28.92  | 28.12  |
| OP3  | 25.42  | 24.96  | 25.06  | 25.46  | 25.43  | 24.36  | 24.46  | 25.15  | 23.86  | 24.39  | 25.48  | 24.14  | 23.72  | 23.66  | 23.88  |
| OP4  | 36.94  | 37.6   | 37.36  | 36.41  | 36.41  | 36.43  | 37.14  | 37.08  | 37.3   | 36.11  | 37.59  | 37.81  | 36.97  | 36.11  | 36.77  |
| OP5  | 56.38  | 57.06  | 55.72  | 56.96  | 55.16  | 56.64  | 56.17  | 55.09  | 56.8   | 55.25  | 56.88  | 55.11  | 55.56  | 55.95  | 57.04  |
| OP6  | 30.19  | 29.17  | 30.41  | 28.9   | 30.43  | 28.94  | 29.62  | 29.97  | 29.91  | 30.1   | 30.63  | 30.08  | 30.66  | 30.64  | 29.13  |
| OP7  | 19.09  | 18.48  | 18.21  | 18.69  | 18.42  | 19.32  | 18.66  | 19.72  | 20.15  | 19.31  | 19.1   | 19.4   | 19.68  | 18.94  | 19.79  |
| OP8  | 32.48  | 32.49  | 32.75  | 31.85  | 31.11  | 31.63  | 31.79  | 31.25  | 32.7   | 32.56  | 32.34  | 32.77  | 32.97  | 31.6   | 32.23  |
| OP9  | 31.86  | 32.81  | 31.25  | 32.4   | 30.98  | 31.87  | 32.01  | 31.82  | 32.93  | 32.37  | 31.61  | 31.4   | 32.46  | 31.16  | 31.67  |
| OP10 | 35.97  | 36.21  | 34.87  | 36.06  | 35.5   | 35.25  | 35.24  | 36.51  | 36.01  | 36.49  | 34.67  | 35.92  | 36.08  | 35.19  | 36.07  |

### Phụ lục III: Thời gian lắp ráp sau cải tiến

| STT  | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3   | Lần 4  | Lần 5   | Lần 6 | Lần 7 | Lần 8 | Lần 9 | Lần 10 | Lần 11 | Lần 12 | Lần 13 | Lần 14 | Lần 15 |
|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sub1 | 30.85 | 30.99 | 30.8275 | 30.915 | 30.7725 | 30.80 | 30.90 | 30.89 | 30.77 | 30.89  | 31.31  | 30.27  | 30.94  | 30.18  | 30.19  |
| OP1  | 41.92 | 41.25 | 41.74   | 41.56  | 41.31   | 41.82 | 41.63 | 41.11 | 41.97 | 41.77  | 41.52  | 41.24  | 41.86  | 41.66  | 41.45  |
| OP2  | 31.5  | 31.15 | 31.18   | 31.16  | 32.1    | 31.67 | 31.52 | 31.18 | 32.03 | 30.60  | 31.07  | 31.62  | 30.78  | 31.45  | 31.22  |
| OP4  | 30.56 | 31.22 | 31.33   | 31.66  | 31.38   | 30.28 | 30.60 | 30.58 | 32.20 | 30.79  | 30.53  | 30.07  | 31.99  | 31.63  | 30.42  |
| OP5  | 30.16 | 30.7  | 30.91   | 30.89  | 30.59   | 30.35 | 31.48 | 31.45 | 29.67 | 30.37  | 30.6   | 29.93  | 29.66  | 30.67  | 30.6   |
| OP6  | 34.94 | 34.69 | 34.9    | 34.22  | 34.07   | 34.12 | 35.41 | 34.34 | 34.48 | 34.49  | 34.27  | 33.59  | 33.66  | 34.46  | 34.37  |
| OP7  | 30.25 | 30.32 | 30.94   | 30.16  | 30.94   | 29.90 | 29.70 | 31.41 | 30.75 | 29.67  | 29.88  | 30.58  | 29.74  | 30.03  | 29.71  |
| OP8  | 31.27 | 31.34 | 30.44   | 30.4   | 30.59   | 31.66 | 30.98 | 30.18 | 31.18 | 29.83  | 29.98  | 31.13  | 30.4   | 30.6   | 30.67  |
| OP9  | 29.7  | 28.84 | 28.91   | 31.04  | 28.91   | 28.61 | 29.33 | 30.07 | 28.69 | 28.59  | 28.9   | 28.38  | 30.11  | 28.89  | 29.47  |
| OP10 | 36.17 | 36.41 | 35.91   | 35.76  | 36.1    | 36.64 | 36.85 | 36.66 | 36.08 | 36.70  | 35.76  | 36.4   | 36.33  | 36.07  | 36.99  |
| OP11 | 36.4  | 37.12 | 36.84   | 37.18  | 36.67   | 37.10 | 37.30 | 37.02 | 37.43 | 36.37  | 37.78  | 37.37  | 37.7   | 36.8   | 37.93  |
| OP12 | 37.56 | 35.97 | 33.9    | 35.98  | 35.91   | 35.59 | 35.90 | 36.70 | 36.03 | 36.80  | 36.07  | 35.12  | 36.04  | 36.89  | 36.65  |
| OP13 | 35.25 | 33.43 | 33.47   | 33.69  | 33.41   | 33.19 | 33.94 | 34.04 | 34.13 | 33.35  | 33.24  | 33.02  | 33.29  | 32.95  | 34.54  |
| OP14 | 31.06 | 31.62 | 32.78   | 32.47  | 32.87   | 32.02 | 31.27 | 31.99 | 32.00 | 32.04  | 32.38  | 31.55  | 31.63  | 32.7   | 32.13  |
| OP15 | 36.56 | 36.23 | 36.74   | 36.64  | 36.42   | 36.38 | 36.56 | 36.19 | 36.65 | 36.82  | 36.43  | 36.37  | 36.61  | 36.78  | 36.55  |
| OP17 | 37.31 | 37.15 | 37.57   | 37.44  | 37.2    | 37.38 | 37.32 | 37.64 | 37.43 | 37.29  | 37.17  | 37.38  | 37.55  | 37.28  | 37.78  |
| OP18 | 40.32 | 40.25 | 40      | 40.47  | 40.4    | 40.90 | 40.21 | 40.30 | 40.16 | 41.00  | 40.01  | 40.15  | 40.26  | 40.32  | 40.23  |
| OP19 | 30.85 | 30.99 | 30.8275 | 30.915 | 30.7725 | 30.80 | 30.90 | 30.89 | 30.77 | 30.89  | 31.31  | 30.27  | 30.94  | 30.18  | 30.19  |
| OP20 | 41.92 | 41.25 | 41.74   | 41.56  | 41.31   | 41.82 | 41.63 | 41.11 | 41.97 | 41.77  | 41.52  | 41.24  | 41.86  | 41.66  | 41.45  |

|        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OP21   | 31.73 | 31.16 | 30.17 | 30.93 | 31.21 | 31.72 | 30.48 | 31.52 | 30.59 | 31.3  | 30.25 | 30.04 | 30.12 | 30.27 | 30.31 |
| OP21-1 | 41.72 | 41.31 | 41.17 | 41.93 | 41.3  | 41.68 | 41.48 | 41.34 | 41.85 | 41.55 | 41.12 | 41.73 | 41.23 | 41.61 | 41.39 |
| OP22   | 32.21 | 32.36 | 30.43 | 31.87 | 31.83 | 31.57 | 30.85 | 31.32 | 31.58 | 32.24 | 31.73 | 30.97 | 30.5  | 31.22 | 30.59 |
| OP23   | 31.89 | 30.11 | 31.91 | 30.43 | 31.93 | 30.42 | 31.15 | 31.99 | 31.37 | 32.05 | 31.13 | 31.54 | 30.76 | 31.13 | 31.99 |
| OP24   | 31    | 30.99 | 29.99 | 30.98 | 31.58 | 29.67 | 30.24 | 31.62 | 30.47 | 30.47 | 30.53 | 30.41 | 30.61 | 29.81 | 31.29 |
| OP25   | 33.8  | 34.63 | 34.64 | 33.65 | 34.1  | 35.09 | 34.96 | 33.97 | 34.72 | 34.32 | 33.71 | 34.97 | 33.89 | 34.28 | 34.66 |
| OP26   | 31.18 | 29.96 | 31.18 | 30.02 | 30.99 | 30.36 | 29.94 | 30.06 | 30.95 | 30.96 | 29.72 | 31.02 | 29.98 | 29.78 | 31.24 |
| OP27   | 30.86 | 30.69 | 30.69 | 30.02 | 31.08 | 31.56 | 29.95 | 30.49 | 31.37 | 30.53 | 30.91 | 30.59 | 30.92 | 30.37 | 30.64 |
| T1     | 28.64 | 28.51 | 30.02 | 28.44 | 28.53 | 28.82 | 29.26 | 30.02 | 29.34 | 29.48 | 28.7  | 29.64 | 29.49 | 29.5  | 29.36 |
| OP28   | 35.93 | 36.12 | 36.34 | 36.45 | 36.17 | 36.69 | 35.72 | 36.65 | 35.66 | 36.3  | 35.98 | 37.2  | 36.38 | 36.68 | 37.13 |
| OP29   | 36.72 | 36.83 | 36.9  | 36.94 | 36.56 | 37.51 | 36.55 | 37.54 | 37.65 | 37.76 | 37.87 | 36.13 | 37.37 | 36.04 | 36.17 |
| OP29-1 | 36.78 | 36.54 | 35.05 | 35.98 | 35.52 | 35.71 | 36.6  | 35.89 | 35.95 | 36.2  | 35.88 | 35.28 | 36.15 | 35.66 | 35.56 |
| OP30   | 34.38 | 33.97 | 34.53 | 34.07 | 33.82 | 32.93 | 34.47 | 34.33 | 34.78 | 34.29 | 33.9  | 34.49 | 33.17 | 34.73 | 33.28 |
| OP31   | 31.21 | 31.71 | 31.08 | 31.28 | 32.53 | 32.83 | 32.64 | 32.44 | 31.64 | 31.42 | 31.86 | 31.1  | 31.74 | 31.57 | 31.01 |
| OP32   | 36.19 | 36.85 | 36.28 | 36.34 | 36.56 | 36.67 | 36.13 | 36.72 | 36.24 | 36.58 | 36.34 | 36.68 | 36.15 | 36.49 | 36.88 |
| OP33   | 37.69 | 37.49 | 37.33 | 37.25 | 37.57 | 37.13 | 37.65 | 37.12 | 37.37 | 37.58 | 37.25 | 37.79 | 37.62 | 37.15 | 37.43 |
| T3     | 40.73 | 41.99 | 41.73 | 42.03 | 41.64 | 40.14 | 40.3  | 40.05 | 41.97 | 41.85 | 40.89 | 40.47 | 40.49 | 40.89 | 41.4  |
| T4     | 31.73 | 31.16 | 30.17 | 30.93 | 31.21 | 31.72 | 30.48 | 31.52 | 30.59 | 31.3  | 30.25 | 30.04 | 30.12 | 30.27 | 30.31 |
| T5     | 41.72 | 41.31 | 41.17 | 41.93 | 41.3  | 41.68 | 41.48 | 41.34 | 41.85 | 41.55 | 41.12 | 41.73 | 41.23 | 41.61 | 41.39 |
| T6     | 32.21 | 32.36 | 30.43 | 31.87 | 31.83 | 31.57 | 30.85 | 31.32 | 31.58 | 32.24 | 31.73 | 30.97 | 30.5  | 31.22 | 30.59 |

**Phụ lục IV: Thời gian đóng gói sau cải tiến**

| STT  | Lần 1 | Lần 2 | Lần 3 | Lần 4 | Lần 5 | Lần 6 | Lần 7 | Lần 8 | Lần 9 | Lần 10 | Lần 11 | Lần 12 | Lần 13 | Lần 14 | Lần 15 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| OP1  | 33.37 | 33.38 | 33.35 | 33.88 | 33.51 | 33.27 | 33.36 | 33.69 | 33.49 | 33.44  | 33.07  | 33.77  | 33.01  | 34.37  | 34.4   |
| OP2  | 28.57 | 28.59 | 28.79 | 29.28 | 28.53 | 28.00 | 27.93 | 29.43 | 28.56 | 28.46  | 28.84  | 29.45  | 28.99  | 27.91  | 29.57  |
| OP3  | 37.52 | 38.19 | 38.47 | 37.69 | 37.83 | 37.96 | 38.24 | 37.54 | 38.39 | 38     | 37.95  | 38.21  | 38.11  | 38     | 37.69  |
| OP4  | 35.6  | 36.08 | 37.97 | 37.36 | 37.26 | 37.34 | 36.90 | 37.67 | 37.12 | 36.99  | 37.66  | 37.05  | 36.25  | 36.37  | 36.51  |
| OP5  | 36.55 | 37.25 | 36.92 | 36.74 | 36.88 | 37    | 36.61 | 36.94 | 36.77 | 36.89  | 37.12  | 36.68  | 36.54  | 36.89  | 37     |
| OP6  | 38.85 | 38.52 | 38.04 | 38.6  | 38.46 | 38.38 | 38.08 | 38.33 | 38.22 | 38.14  | 38.25  | 38.92  | 38.71  | 38.49  | 38.83  |
| OP7  | 37.16 | 36.43 | 36.74 | 37.06 | 36.48 | 36.56 | 36.38 | 36.92 | 36.87 | 36.92  | 36.68  | 36.61  | 37.08  | 36.9   | 36.92  |
| OP8  | 31.75 | 31.63 | 31.87 | 32.01 | 31.99 | 32.00 | 32.30 | 31.85 | 32.02 | 32.03  | 31.96  | 32.48  | 31.74  | 32.65  | 32.76  |
| OP9  | 35.51 | 35.89 | 35.73 | 35.67 | 35.89 | 35.96 | 35.25 | 35.98 | 34.85 | 35.35  | 35.51  | 36.44  | 36.2   | 35.69  | 36.43  |
| OP10 | 33.37 | 33.38 | 33.35 | 33.88 | 33.51 | 33.27 | 33.36 | 33.69 | 33.49 | 33.44  | 33.07  | 33.77  | 33.01  | 34.37  | 34.4   |

| STT  | Lần 16 | Lần 17 | Lần 18 | Lần 19 | Lần 20 | Lần 21 | Lần 22 | Lần 23 | Lần 24 | Lần 25 | Lần 26 | Lần 27 | Lần 28 | Lần 29 | Lần 30 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| OP1  | 33.99  | 33.59  | 33.09  | 34.45  | 34.18  | 33.9   | 33.71  | 34.42  | 33.23  | 33.11  | 33.39  | 34.17  | 33.27  | 34.19  | 34.06  |
| OP2  | 29.11  | 27.99  | 29.06  | 29.52  | 28.85  | 29.47  | 27.97  | 28.16  | 27.98  | 28.86  | 29.54  | 29.03  | 29.49  | 28.92  | 28.12  |
| OP3  | 37.55  | 37.64  | 37.88  | 37.72  | 37.95  | 38.26  | 37.81  | 38.13  | 37.64  | 38     | 37.17  | 38.93  | 37.94  | 37.47  | 37.13  |
| OP4  | 36.94  | 37.6   | 37.36  | 36.41  | 36.41  | 36.43  | 37.14  | 37.08  | 37.3   | 36.11  | 37.59  | 37.81  | 36.97  | 36.11  | 36.77  |
| OP5  | 36.9   | 37.1   | 36.67  | 36.77  | 36.54  | 36.89  | 36.91  | 36.72  | 37.13  | 36.84  | 36.62  | 36.95  | 36.72  | 36.87  | 36.91  |
| OP6  | 38.34  | 38.36  | 38.11  | 38.36  | 38.2   | 38.81  | 38.61  | 38.65  | 38.13  | 38.87  | 38.62  | 38.84  | 38.19  | 30.64  | 38.93  |
| OP7  | 36.55  | 36.7   | 36.61  | 36.81  | 36.79  | 36.58  | 36.64  | 36.75  | 36.92  | 36.89  | 36.65  | 36.69  | 36.72  | 36.84  | 36.79  |
| OP8  | 31.86  | 32.81  | 31.25  | 32.4   | 30.98  | 31.87  | 32.01  | 31.82  | 32.93  | 32.37  | 31.61  | 31.4   | 32.46  | 31.16  | 31.67  |
| OP9  | 35.97  | 36.21  | 34.87  | 36.06  | 35.5   | 35.25  | 35.24  | 36.51  | 36.01  | 36.49  | 34.67  | 35.92  | 36.08  | 35.19  | 36.07  |
| OP10 | 33.99  | 33.59  | 33.09  | 34.45  | 34.18  | 33.9   | 33.71  | 34.42  | 33.23  | 33.11  | 33.39  | 34.17  | 33.27  | 34.19  | 34.06  |