

CÂN BẰNG DÂY CHUYỀN SẢN XUẤT SẢN PHẨM MAY MẶC THÔNG QUA MÔ PHỎNG

ASSEMBLY LINE BALANCING IN A GARMENT MANUFACTURING USING SIMULATION SOFTWARE

Võ Trần Thị Bích Châu¹

¹Trường Đại học Cần Thơ; vtbtchau@ctu.edu.vn

(Nhận bài: 23/10/2020; Chấp nhận đăng: 22/02/2021)

Tóm tắt - Cân bằng chuyền mang lại hiệu quả tận dụng tối đa thời gian nhàn rỗi tại các trạm, giảm thiểu số lượng trạm làm việc cũng như sử dụng ít công nhân và thiết bị hơn nhưng vẫn đảm bảo sản lượng sản xuất của công ty và tăng hiệu suất hoạt động sản xuất lên đáng kể. Bài báo tập trung nghiên cứu vào dây chuyền sản xuất áo thun nam Nike tay ngắn tại Công ty TNHH Asia Garment Manufacturer Việt Nam. Dây chuyền sản xuất thực tế vẫn còn tồn tại một số vấn đề như nhiều công đoạn bị tồn bán thành phẩm và thời gian nhàn rỗi quá lớn tại một số công đoạn khác lại. Vì vậy, nghiên cứu đưa ra hai phương pháp cân bằng chuyền để giải quyết vấn đề trên, như phương pháp trọng số vị trí và bố trí lại dây chuyền theo hình chữ U. Sau đó, so sánh các kết quả giữa hai phương án với nhau để chọn ra phương án tốt nhất. Cuối cùng, mô phỏng dây chuyền cải tiến bằng phần mềm Arena để đánh giá lại phương án về năng suất và công nhân.

Từ khóa - Dây chuyền sản xuất; cân bằng dây chuyền; mô phỏng; mô hình Arena; chu kỳ thời gian

1. Đặt vấn đề

Một trong những biện pháp có thể vừa nâng cao năng suất vừa giảm chi phí hiệu quả đối với các doanh nghiệp là cân bằng dây chuyền. Cân bằng chuyền là một bài toán đang được ứng dụng rộng rãi trên khắp thế giới với nhiều thuật toán khác nhau, và là bài toán phân tích và tính toán các thông số của chuyền sản xuất để phân chia công việc theo từng khu vực sao cho hợp lý.

Ngày nay, rất nhiều kỹ thuật cân bằng chuyền được sử dụng trong dây chuyền sản xuất. Đối với những dây chuyền nhiều chi tiết lắp ráp hay độ phức tạp của bài toán càng lớn, kết quả thường sử dụng phương pháp gần đúng. Tất nhiên kết quả của những giải thuật này tạm chấp nhận được. Đặc biệt, nhiều bài toán cân bằng dây chuyền sản xuất có nhiều lời giải khác nhau cùng với một số trạm và chu kỳ làm việc cho trước. Cân bằng đường dây lắp ráp là một vấn đề hoạch định sản xuất liên quan đến việc phân bổ các nhiệm vụ cho các trạm trên dây chuyền lắp ráp, được đề xuất và xây dựng lần đầu như là một bài toán lập trình toán học vào năm 1955 bởi Salveson [1]. Có rất nhiều bài toán được lập ra sau đó. Đặc biệt, Elia và Nagaraj đưa ra khái niệm cân bằng dây chuyền lắp ráp là một trong những nguyên tắc cơ bản được sử dụng rộng rãi trong hệ thống sản xuất [2].

Rabbani và cộng sự đã phát triển một cách tiếp cận mới để cân bằng hệ thống sản xuất mô hình hỗn hợp hình chữ U. Mục đích là giảm thiểu các trạm làm việc chéo. Do sử dụng các máy trạm chéo, việc cân bằng các dây chuyền lắp ráp mô hình hỗn hợp ở dạng hình chữ U phức tạp hơn so với đường thẳng [3]. Nasiri và cộng sự [4] đã viết về việc áp dụng phương pháp

Abstract - Line balancing effectively makes to minimize the idle time of workstation, the number of workstations and uses fewer workers and equipment while ensuring production output and increasing production efficiency significantly. This paper focuses on the line of short-sleeved Nike T-shirts at Asia Garment Manufacturer Vietnam. The line still has some problems, such as many stages of congestion, stagnation in semi-finished products, and waiting time performed remarkably in other operations. Therefore, this research has suggested two methods to solve the problem, namely the position-weighting approach and rearranging the U-shaped line. Moreover, the best model has chosen after comparing the results of two alternatives. Finally, simulating a improved process re-evaluates the productivity and operator alternative based on Arena software.

Key words - Production line; line balancing; simulation; Arena model; cycle time

cân bằng đa mục tiêu dây chuyền lắp ráp dạng chữ U trong sản xuất. Tác giả đã tiến hành thử nghiệm trên 5 trạm máy khác nhau dựa trên nền tảng của phần mềm Lingo để tính toán hiệu quả cân bằng và so sánh với dây chuyền sản xuất thẳng để xác định tính khả thi, hiệu quả của mô hình. Qua việc chuyển đổi chuỗi lắp ráp, mô hình toán học đa mục tiêu của dây chuyền lắp ráp dạng chữ U được thiết lập. Sau đó, mô hình toán học này được giải quyết bằng phần mềm Lingo để tìm ra giải pháp tối ưu giúp tối đa hóa hiệu quả cân bằng, tối ưu hóa tải máy trạm và tăng công suất [4].

Bên cạnh đó, không thể không kể đến phương pháp trọng số vị trí (Ranked Positional Weight - RPW), một trong những phương pháp cân bằng dây chuyền được các doanh nghiệp ứng dụng rộng rãi trong việc cân bằng dây chuyền vì nó khá đơn giản và dễ thực hiện đồng thời đem lại hiệu quả cao. Helgeson và Birnie là người đầu tiên đề xuất ra phương pháp RPW để cân bằng dây chuyền; Tác giả cho rằng trọng số vị trí của các công đoạn được xác định bằng tổng thời gian công đoạn đó và thời gian của công đoạn theo sau nó [5]. Baskak và cộng sự cho rằng, phương pháp RPW dễ dàng áp dụng và có hiệu quả cao khi các tác giả đã dùng nó để cân bằng dây chuyền sản xuất quần dài của công ty may mặc [6]. Riyadh and Jassim cũng đã đưa ra những phân tích cho thấy phương pháp RPW là phương pháp hiệu quả nhất trong số các phương pháp mà nghiên cứu của họ áp dụng để cân bằng dây chuyền lắp ráp hộp số ô tô [7]. Yadav và Singh cũng đã sử dụng phương pháp này trên dây chuyền, hiệu suất hoạt động đã tăng lên đáng kể [8]. Deshpande và Joshi đã áp dụng RPW để cân bằng dây chuyền lắp ráp mô hình đơn. Với sự trợ giúp của

¹ Can Tho University (Vo Tran Thi Bich Chau)

phương pháp RPW, tác giả đã tìm ra được số trạm làm việc thích hợp cho công việc từ đó việc giảm thiểu các nút cổ chai của dây chuyền [9]. Kumar và Gowda [10] đã đề cập đến cân bằng dây chuyền sản xuất sản phẩm – việc cần thực hiện trong trạm làm việc. Các ràng buộc ưu tiên giữa các nhiệm vụ, mỗi nhiệm vụ có thể được thực hiện cho một trạm chỉ sau khi tất cả các ưu tiên của nó đã được giao cho các trạm nhờ vào phương pháp RPW. Các giải pháp tốt hơn cũng được đề xuất bằng cách giảm thời gian và số trạm làm việc. Khi vấn đề cân bằng dây chuyền được giải quyết, lô sản phẩm sản xuất có số lượng sản phẩm gia tăng trên 24 máy/ngày [10]. Setiana và cộng sự đã nói về sự hoạt động giữa các trạm trong dây chuyền sản xuất và tập trung chủ yếu vào vấn đề cải thiện hiệu quả dây chuyền sản xuất, nâng cao hiệu quả tổng thể của dây chuyền lắp ráp mô hình đơn bằng cách giảm thời gian chu trình. Phân bổ tải công việc tại mỗi trạm làm việc bằng cách cân bằng dây chuyền nhờ vào cắt giảm thời gian chu kỳ, tính toán số trạm làm việc và phương pháp RPW. Vì vậy, việc sản xuất động cơ đã nhanh chóng đạt hiệu quả cao và nhận được đánh giá tốt từ khách hàng [11]. Ngoài ra, Garcia và cộng sự [12] đã đề cập đến các vấn đề tối thiểu số lượng trạm làm việc để cân bằng dây chuyền lắp ráp trong sản xuất. Kết quả cho thấy, hiệu quả sản xuất tăng từ 86% lên đến 92%, số lượng các máy trạm giảm thiểu từ 17 máy trạm đến 16 máy trạm, giúp thúc đẩy gia tăng năng suất, cải thiện mức độ hiệu quả và giảm chi phí sản xuất [12]. Điều này khẳng định RPW là một phương pháp tốt để phát triển và cân bằng dây chuyền lắp ráp.

Tuy nhiên, do ngành thủ công, đặc biệt là may mặc, phụ thuộc phần lớn vào tay nghề công nhân nên một phương pháp giải tích khó có thể cho hiệu suất cao. Phương pháp có tính ngẫu nhiên để kiểm tra và cải tiến giúp cho nâng suất cao hơn đó là phương pháp sử dụng phần mềm Arena để mô phỏng chuyên sản xuất. Cũng có rất nhiều nghiên cứu đã áp dụng thành công từ mô phỏng ngẫu nhiên này để giải quyết những vấn đề thường gặp mà ngành sản xuất dệt may phải đối mặt như chu kỳ sản phẩm ngắn dành cho những mặt hàng thời trang dẫn đến thời gian sản xuất dài, tồn đọng bán thành phẩm trên chuyền (điểm thắt cổ chai) và năng suất thấp [13-15]. Từ kết quả của mô hình cho biết được các điểm thắt cổ chai (bottleneck), hiệu suất sử dụng công nhân, máy, và hiệu suất chung của chuyền, thông qua

kết quả đó có thể đề xuất những biện pháp điều chỉnh để nâng cao năng suất chung.

Chính vì thế, phương pháp RPW và thiết kế theo chữ U kết hợp với phần mềm mô phỏng Arena là phương pháp đáng được sử dụng để cân bằng dây chuyền. Nghiên cứu này tập trung vào sản phẩm áo thun nam Nike tay ngắn, sản phẩm chủ lực của Công ty TNHH Asia Garment Manufacturer Việt Nam. Kết quả của nghiên cứu sẽ được thể hiện rõ trong những phần sau.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo ba bước sau và được trình bày như sau:

2.1. Thu thập và phân tích số liệu

Tiến hành thu thập những số liệu cần thiết của dây chuyền sản xuất như số lượng công đoạn, thời gian thực hiện của từng công đoạn, trình tự thực hiện các công đoạn, thời gian làm việc trong ngày, năng suất làm việc. Mục đích của thu thập số liệu là để nắm rõ được thực trạng của cả dây chuyền. Phân tích yêu cầu thực tế từ những lãng phí của các dây chuyền sản xuất tại công ty may mặc

2.2. Cân bằng dây chuyền

Áp dụng phương pháp trọng số vị trí và phương pháp bố trí dây chuyền theo hình chữ U để cân bằng lại dây chuyền. Sau đó, đánh giá và lựa chọn các phương án.

2.3. Mô phỏng dây chuyền

Tiến hành mô phỏng lại dây chuyền hiện tại bằng phần mềm Arena để tìm ra những điểm bất hợp lý của dây chuyền. Sau đó, mô phỏng dây chuyền với phương pháp cân bằng chuyền vừa được chọn.

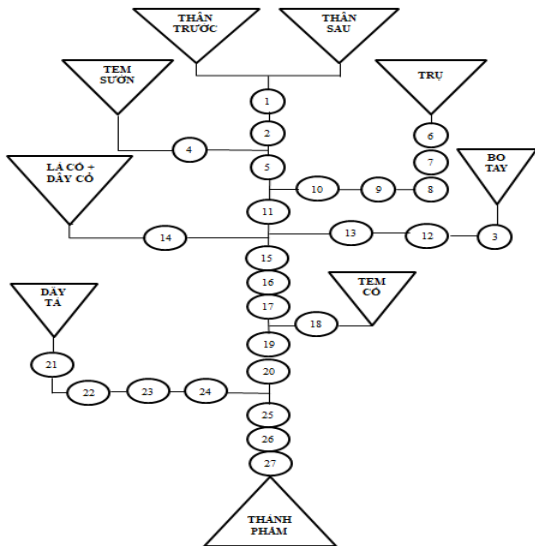
3. Nghiên cứu điển hình

3.1. Thu thập dữ liệu

Sản phẩm áo thun nam Nike tay ngắn là một trong những mặt hàng xuất khẩu chính của công ty vì đơn hàng của Nike tương đối lớn, thuận lợi cho công nhân sản xuất trực tiếp và có giá cạnh tranh so với các nhãn hàng khác. Quy trình may sản phẩm này gồm 27 trạm với thời gian thực hiện khác nhau. Chi tiết được trình bày ở Bảng 1 và Hình 1.

Bảng 1. Giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và cỡ mẫu của các công đoạn

Công đoạn	Tên công đoạn	\bar{x}	s	Cỡ mẫu	Công đoạn	Tên công đoạn	\bar{x}	s	Cỡ mẫu
1	Bấm sọc	49,8	1,07	1	15	Bấm lưỡi gà + Mí trụ trái	75,9	1,13	1
2	Chém sọc	39,1	1,04	2	16	Mí trụ phải + chặn lưỡi gà	75,9	1,26	1
3	Tra bo tay	36,5	1,12	2	17	Mí hộp trụ	126,5	1,09	1
4	May tem sườn + lược nhân	50,1	0,96	1	18	Mí dây cổ + tem cổ	55,2	0,68	1
5	May lai	38,7	0,68	1	19	Cổ định tà	30,2	0,88	2
6	Phối hàng + lần đầu trụ + ép treo trụ	26,9	0,91	3	20	Ráp sườn	81,6	1,04	1
7	Thả trụ	72,1	1,15	1	21	Cắt dây tà	9,7	1,17	30
8	Thả trụ	72,1	1,11	1	22	May tà 1	107,2	0,76	1
9	Thả trụ	72,1	1,14	1	23	May tà 1	107,2	0,87	1
10	Thả trụ	72,1	0,95	1	24	May tà 2	107,2	0,78	1
11	Ráp vai	26,5	1,12	4	25	Đóng bọ	38,9	0,69	1
12	Ráp tay	60,1	0,79	1	26	Đóng khuy + làm đầu	46,2	1,28	2
13	Ráp tay	60,1	1,01	1	27	Đóng nút	10,70	1,23	22
14	May lá cổ + dây cổ vào thân	31,2	1,41	4	Tổng		1579,8		



Hình 1. Sơ đồ nhánh cây thể hiện quy trình may áo

Các số liệu được thu thập tại phân xưởng sản xuất được tổng hợp và xử lý bằng công cụ Input Analyzer trong phần mềm Arena. Phương pháp được sử dụng để thu thập dữ liệu là dựa trên quan sát thực tế và dùng đồng hồ bấm giờ để khảo sát thời gian gia công của từng công đoạn trong quy trình. Để xác định cỡ mẫu cho bài toán ta áp dụng phân phối T. Dưới đây là một số công thức áp dụng để xác định cỡ mẫu [16]:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1); \quad n = \left(\frac{ts}{k\bar{x}}\right)^2$$

Dây chuyền hoạt động trong 8 giờ với năng suất 300 sản phẩm. Từ đó, ta có thời gian chu kỳ (CT – Cycle Time) [16] như sau:

$$CT = \frac{\text{Thời gian sản xuất trong ngày}}{\text{Sản lượng sản xuất trong ngày}} \quad (2)$$

$$= \frac{8 \times 60 \times 60}{300} = 96 \text{ (giờ)}$$

Hiệu suất ban đầu (H) và tỷ lệ thời gian nhàn rỗi (E) như sau:

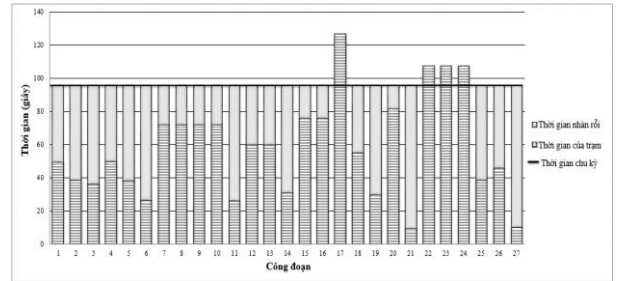
$$H = \frac{\Sigma \text{Thời gian các công đoạn}}{\text{Số trạm ban đầu} \times \text{Cycle Time}} \times 100\% \quad (3)$$

Bảng 2. Kết quả cân bằng dây chuyền theo phương pháp trọng số vị trí (RPW)

Trạm	Công đoạn	Tên công đoạn	PW	Thời gian công đoạn (giây)	Thời gian của trạm (giây)	Thời gian còn lại (giây)
1	6	Phối hàng + lần đầu trụ + ép treo trụ	952,8	26,9	76,7	19,3
	1	Bấm sọc	776,5	49,8		
2	7	Thả trụ	925,9	72,1	72,1	23,9
3	8	Thả trụ	853,8	72,1	72,1	23,9
4	9	Thả trụ	781,7	72,1	72,1	23,9
5	10	Thả trụ	709,6	72,1	72,1	23,9
6	2	Chém sọc	726,7	39,1	89,2	6,8
	4	Máy tem sườn + lược nhân	687,6	50,1		
7	5	Máy lai	637,5	38,7	65,2	30,8
	11	Ráp vai	598,8	26,5		
8	3	Tra bo tay	729	36,5	36,5	59,5
9	12	Ráp tay	692,5	60,1	60,1	35,9
10	13	Ráp tay	632,4	60,1	91,3	4,7
	14	Máy lá cỏ + dây cỏ vào thân	572,3	31,2		
11	15	Bấm lưới gà + Mí trụ trái	541,1	75,9	75,9	20,1
12	16	Mí trụ phải + chặn lưới gà	465,2	75,9	75,9	20,1

$$E = 100\% - H = 100 \quad (4)$$

Hiện trạng phân bố thời gian các công đoạn so với thời gian chu kỳ được thể hiện ở Hình 2. Từ biểu đồ đó, dây chuyền sản xuất áo thun nam Nike tay ngắn đang gặp phải tình trạng nút thắt cổ chai ở các trạm 17, 22, 23, 24 vì thời gian làm việc vượt quá thời gian chu kỳ. Nhưng tại các trạm 2, 3, 5, 6, 11, 14, 19, 21, 25, 27 thì thời gian nhàn rỗi lại quá cao làm cho hiệu suất của dây chuyền không cao chỉ đạt 60,95% gây lãng phí thời gian và nguồn nhân lực. Chính vì vậy, ta cần phải tái thiết kế cân bằng dây chuyền lại nhằm giải quyết những vấn đề trên.



Hình 2. Hiện trạng phân bố thời gian các công đoạn so với thời gian chu kỳ

3.2. Cân bằng dây chuyền

3.2.1. Cân bằng dây chuyền theo phương pháp trọng số vị trí

Trong phương pháp RPW, ta có thể gán các công đoạn vào trạm làm việc dựa trên thời gian chu kỳ và các mối quan hệ ưu tiên giữa các công đoạn. Đối với mỗi công đoạn, trọng số vị trí (PW - Positional Weight) được xác định là tổng thời gian trên con đường dài nhất từ công việc đầu tiên cho tới công việc cuối cùng của dây chuyền. Dựa vào quy trình sản xuất và thời gian thực hiện của các công đoạn ta tính được trọng số vị trí (PW) của các công đoạn. Tiếp đến, ta tiến hành sắp xếp trọng số theo thứ tự từ lớn đến bé của từng công đoạn trong dây chuyền. Sau khi sắp xếp các công đoạn theo trọng số giảm dần, ta tiến hành phân trạm cho từng công đoạn và bố trí các công đoạn vào các trạm cho hợp lý, sao cho thời gian của mỗi trạm T. Sự phân bố các công việc vào các trạm thể hiện qua Bảng 2.

13	17	Mí hộp trụ	389,3	126,5	63,25	32,75
14					63,25	32,75
15	18	Mí dây cổ + tem cổ	207,6	55,2	95,1	0,9
	19	Cổ định tà	632,4	30,2		
	21	Cắt dây tà	427,1	9,7		
16	22	May tà 1	417,4	107,2	53,6	42,4
17					53,6	42,4
18	23	May tà 1	310,2	107,2	53,6	42,4
19					53,6	42,4
20	24	May tà 2	203	107,2	53,6	42,4
21					53,6	42,4
22	20	Ráp sườn	177,4	81,6	81,6	14,4
23	25	Đóng bọ	95,8	38,9	95,8	0,2
	26	Đóng khuy + làm dấu	56,9	46,2		
	27	Đóng nút	10,7	10,7		

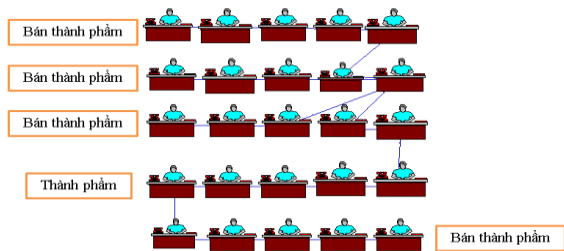
Sau khi áp dụng phương pháp trọng số vị trí (RPW) để gán công việc vào trạm mới nhận thấy đã giải quyết được nút thắt cổ chai ở các công đoạn 17, 22, 23, 24 và giảm thời gian nhàn rỗi ở các trạm xuống. Số công nhân giảm còn 23 công nhân với 23 trạm làm việc.

3.2.2. Cân bằng dây chuyền theo hình chữ U

Sau khi cân bằng dây chuyền bằng phương pháp RPW và có được sự cải thiện đáng kể so với dây chuyền ban đầu, mặc dù vậy ở một số trạm vẫn còn thời gian nhàn rỗi cao và phải bố trí trạm song song cho nên ta xem xét việc bố trí dây chuyền theo hình chữ U như Hình 3 và kết quả như Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả cân bằng dây chuyền theo hình chữ U

Trạm	Công đoạn	Tên công đoạn	PW	Thời gian công đoạn (giây)	Thời gian của trạm (giây)	Thời gian còn lại (giây)
1	6	Phối hàng + lần đầu trụ + ép treo trụ	952,8	26,9	76,7	19,3
	1	Bấm sọc	776,5	49,8		
2	7	Thả trụ	925,9	72,1	72,1	23,9
3	8	Thả trụ	853,8	72,1	72,1	23,9
4	9	Thả trụ	781,7	72,1	72,1	23,9
5	10	Thả trụ	709,6	72,1	72,1	23,9
6	2	Chém sọc	726,7	39,1	89,2	6,8
	4	May tem sườn + lược nhãn	687,6	50,1		
7	5	May lai	637,5	38,7	75,2	20,8
	3	Tra bọ tay	729	36,5		
8	11	Ráp vai	598,8	26,5	86,6	9,4
	12	Ráp tay	692,5	60,1		
9	13	Ráp tay	632,4	60,1	91,3	4,7
	14	May lá cổ + dây cổ vào thân	572,3	31,2		
10	15	Bấm lưỡi gà + Mí trụ trái	541,1	75,9	75,9	20,1
11	16	Mí trụ phải + chặn lưỡi gà	465,2	75,9	75,9	20,1
12	17	Mí hộp trụ	389,3	126,5	63,25	32,75
13						
14	18	Mí dây cổ + tem cổ	262,8	55,2	95,1	0,9
	19	Cổ định tà	207,6	30,2		
	21	Cắt dây tà	427,1	9,7		
15	22	May tà 1	417,4	107,2	53,6	42,4
16						
17	23	May tà 1	310,2	107,2	53,6	42,4
18						
19	24	May tà 2	203	107,2	53,6	42,4
20						
21	20	Ráp sườn	177,4	81,6	81,6	14,4
22	25	Đóng bọ	95,8	38,9	95,8	0,2
	26	Đóng khuy + làm dấu	56,9	46,2		
	27	Đóng nút	10,7	10,7		



Hình 3. Mô hình thiết kế chữ U hiện tại

Sau khi phân bổ lại nguồn lực có sự thay đổi về mặt hiệu suất dây chuyền. Số lượng công nhân làm việc tại trạm là 22 công nhân tương ứng 22 trạm.

3.2.3. Đánh giá các phương án

Sau khi tiến hành bố trí lại trạm làm việc theo 2 phương án đề xuất ban đầu, tiến hành so sánh 2 phương án với các yếu tố được chọn trong Bảng 4 nhằm chọn ra phương pháp cải tiến tốt hơn.

Qua bảng so sánh các phương án với nhau, ta nhận thấy

phương án 2 tối ưu nhất với tỷ lệ cân bằng chuyền là 74,80%, đồng thời giảm được 5 công nhân so với chuyền hiện tại, qua đó giảm được chi phí sản xuất cho dây chuyền, thời gian nhàn rỗi của các công nhân trong trạm làm việc cũng giảm đáng kể. Chính vì vậy, nghiên cứu chọn phương án 2 để áp dụng cho chuyền hiện tại.

Bảng 4. So sánh các phương án cải tiến và hiện trạng dây chuyền ban đầu

Nội dung	Hiện tại	Phương án 1	Phương án 2
Số trạm làm việc	27	23	22
Số công nhân	27	23	22
Hiệu suất chuyền (%)	60,95	71,55	74,80
Tỷ lệ mất cân bằng (%)	39,05	28,45	25,20

3.3. Mô phỏng dây chuyền

Phân tích bằng công cụ Input Analyzer cho tất cả các công đoạn, kết quả thu được bảng phân phối thời gian của các công đoạn trong dây chuyền như Bảng 5.

Bảng 5. Hàm phân phối thời gian thực hiện của các công đoạn trong dây chuyền

Công đoạn	Hàm phân bố thời gian thực hiện	Giá trị P	Sai số bình phương	Trung bình mẫu	Công đoạn	Hàm phân bố thời gian thực hiện	Giá trị P	Sai số bình phương	Trung bình mẫu
1	TRIA(49,6; 49,9; 50)	0,165	0,018336	49,8	15	TRIA(75,7; 76; 76,1)	0,182	0,046712	75,9
2	TRIA(38,7; 39,2; 39,5)	0,175	0,027982	39,1	16	TRIA(75,7; 76; 76,1)	0,0667	0,038776	75,9
3	UNIF(36,3; 36,7)	0,0545	0,062222	36,5	17	TRIA(126; 127; 127)	0,33	0,012533	127
4	49,9 + 0,48 * BETA(1,62; 1,22)	0,462	0,014958	50,1	18	UNIF(55; 55,4)	0,562	0,020000	55,2
5	TRIA(38,3; 38,7; 39)	0,351	0,020711	38,7	19	TRIA(30; 30,1; 30,4)	0,114	0,022781	30,2
6	26,3 + 1,2 * BETA(1,22; 1,03)	0,563	0,005633	26,9	20	78,3 + 5,72 * BETA(2,69; 1,91)	0,481	0,005171	81,6
7	71,9 + 0,48 * BETA(1,72; 1,18)	0,57	0,002869	72,1	21	TRIA(8; 10,4; 11,4)	0,159	0,010839	9,68
8	TRIA(71,9; 72; 72,3)	0,583	0,003172	72,1	22	UNIF(107; 108)	0,232	0,037778	107
9	71,7 + 0,74 * BETA(1,47; 1,83)	0,152	0,017832	72,1	23	TRIA(107; 107; 107)	0,0846	0,015378	107
10	71,8 + 0,6 * BETA(1,21; 1,45)	0,493	0,003740	72,1	24	TRIA(105; 108; 109)	0,44	0,006548	107
11	TRIA(26,1; 26,3; 26,9)	0,127	0,039987	26,4	25	TRIA(38,5; 38,8; 39,3)	0,0833	0,031791	38,9
12	TRIA(59,9; 60; 60,3)	0,22	0,013379	60,1	26	UNIF(45,7; 46,7)	0,562	0,02	46,2
13	UNIF(59,9; 60,3)	0,107	0,051111	60,1	27	10,3 + 0,661 * BETA(1,68; 1,15)	0,302	0,018647	10,7
14	UNIF(31; 31,4)	> 0,75	0,006667	31,2					

Từ các hàm phân phối thời gian thực hiện và mô hình hóa hệ thống cho các công đoạn ta có thể nhập dữ liệu đã có vào các Module trong mô hình mô phỏng như Hình 4.

Khi đưa vào sản xuất thực tế thì dây chuyền sẽ gặp nhiều vấn đề xảy ra như về công nhân, máy móc, nguyên vật liệu hay tỉ lệ thành phẩm, cho nên cần có kế hoạch sản xuất và điều độ các công việc sao cho nhịp nhàng. Tuy nhiên, khó có thể xác định được các yếu tố ngẫu nhiên xảy ra nên tác giả đặt ra các giả định để tiến hành mô phỏng dây chuyền sản xuất như sau:

- Máy móc được bảo trì tốt, độ tin cậy cao, không hư

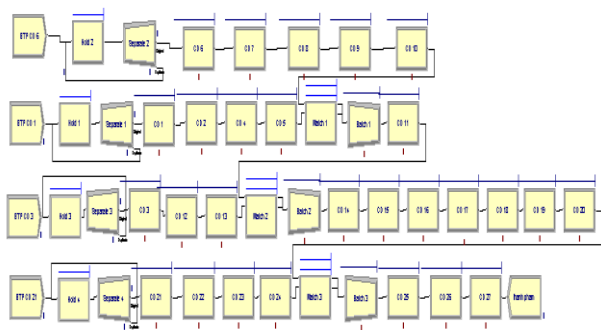
hỏng trong quá trình sản xuất hoặc xảy ra sự cố như mất điện;

- Công nhân có sức khỏe và tinh thần làm việc tốt, làm việc ổn định không nghỉ đột xuất, trình độ cũng như kỹ năng làm việc đồng đều nhau hoặc chênh lệch ít;

- Nguyên vật liệu được nhập hàng đúng hạn đảm bảo không sai sót hoặc bị lỗi;

- Sản phẩm tạo ra đạt yêu cầu;

- Thời gian di chuyển giữa các công đoạn nhỏ, không đáng kể không được xem xét trong mô hình.



Hình 4. Mô hình mô phỏng hiện tại

Dựa trên số sản phẩm đầu ra khi chạy kết quả mô hình mô phỏng để kiểm chứng lại độ chính xác và hợp thức mô hình. Kết quả kiểm chứng thực nghiệm thể hiện qua Bảng 6.

Bảng 6. Kiểm chứng thực nghiệm số liệu đầu ra

Thời gian sản xuất (ngày)	Sản lượng đầu ra (sản phẩm)	Trung bình trên ngày (sản phẩm)
10	2900	290
26	7566	291
60	17503	291,7

Sản lượng của công ty đề ra là 300 sản phẩm/ngày và kết quả mô hình mô phỏng cho sản lượng đầu ra khoảng 290 sản phẩm/ngày, chênh lệch không nhiều với sản lượng thực tế của công ty. Có thể nói, mô hình mô phỏng có kết quả gần giống với số liệu thực tế. Số lượng sản phẩm đầu ra trung bình là 7566 sản phẩm/ tháng sau khi chạy mô hình như Hình 5.

Unnamed Project		Replications: 1
Replication 1		
Start Time:	0.00	Stop Time: 748,800.00
Time Units: Seconds		
System		
Other		
Number Out	Value	
System	7,566	

Hình 5. Số lượng sản phẩm đầu ra khi chạy mô hình

Qua kết quả mô phỏng, phương án cải tiến cho ra tổng sản lượng gần đáp ứng được năng suất mà công ty cần, sử dụng nguồn nhân lực và thiết bị có hiệu quả hơn so với hiện trạng ban đầu. Cụ thể, sản lượng đầu ra hàng tháng là 7566 sản phẩm, cả dây chuyền sử dụng chỉ sử dụng 22 công nhân nhưng vẫn đáp ứng được nhịp sản xuất với sản lượng mong muốn, hiệu suất sử dụng nguồn nhân lực đa số đều trên 70%, các công việc được đảm bảo sức khỏe và tinh thần tốt để làm việc.

4. Kết quả và kết luận

Từ số liệu đã thu thập được phân tích dữ liệu xác định những nút thắt cổ chai ở các công đoạn 17, 22, 23, 24 của dây chuyền sản xuất hiện tại. Đề xuất được phương án cân bằng chuyền thích hợp, sử dụng phương pháp cân bằng dây chuyền theo hình chữ U bố trí lại trạm giải quyết được nút thắt cổ chai và tăng hiệu suất dây chuyền từ 60,95% lên 74,80%. Dựa trên đề xuất tiến hành xây dựng được mô hình mô phỏng và mô tả mô hình sản xuất bằng mô hình động

giống với mô hình thực. Sau khi mô phỏng, đánh giá hiệu suất hoạt động và phương án cải tiến đề xuất cho dây chuyền là khả thi có thể áp dụng được. Tuy nhiên, phương án cải tiến chưa phải là phương án đạt hiệu suất cao nhất mà dây chuyền áp dụng lâu dài vì đây chỉ là giải pháp tức thời. Về lâu dài, trước khi tái cân bằng phải cải thiện lại thao tác của công nhân và thiết lập hoàn chỉnh một thời gian định mức thông qua thao tác chuẩn đó. Về cân bằng chuyền, tập trung nghiên cứu những giải thuật di truyền và giải thuật tìm kiếm vùng cấm vào việc cân bằng chuyền cho ngành may nói riêng và lĩnh vực sản xuất nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. M.E., "The assembly line balancing problem", *Journal of Industrial Engineering*, vol. 6, no. 3, p. 7, 1955.
- [2] A. K. Elia and D. Choudhary, "Optimization of balancing for a mixed multi model assembly line", *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 5, no. 4, 2014.
- [3] M. Rabbani, S. M. Kazemi, and N. Manavizadeh, "Mixed model U-line balancing type-1 problem: A new approach", *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 31, no. 2, pp. 131-138, 2012.
- [4] M. M. Nasiri, V. Mahmoodian, A. Rahbari, and S. Farahmand, "A modified genetic algorithm for the capacitated competitive facility location problem with the partial demand satisfaction", *Computers & Industrial Engineering*, vol. 124, pp. 435-448, 2018.
- [5] W. Helgeson and D. P. Birnie, "Assembly line balancing using the ranked positional weight technique", *Journal of industrial engineering*, vol. 12, no. 6, pp. 394-398, 1961.
- [6] S. Eryuruk, F. Kalaoglu, and M. Baskak, "Assembly line balancing in a clothing company", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, no. 1 (66), pp. 93-98, 2008.
- [7] R. M. A. Hamza and J. Y. Al-Manaa, "Selection of balancing method for manual assembly line of two stages gearbox", *Global perspectives on engineering management*, 2013.
- [8] K. S. Yadav and R. V. Singh, "Case study on Design and Optimization of Industrial AC Assembly line", *International Journal of Research in Aeronautical and Mechanical Engineering*, vol. 2, no. 6, pp. 145-154, 2014.
- [9] V. A. Deshpande and A. Y. Joshi, "Application of Ranked Positional Weight Method for Assembly Line Balancing—A Case Study", in *Proceedings of International Conference on Advances in Machine Design & Industry Automation*, 2007, pp. 348-352.
- [10] G. Kumar and D. P. Gowda, "An optimal balancing of assembly line using RPW Technique", *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology (IJERAT) ISSN*, pp. 2454-6135, 2016.
- [11] S. Setiana, S. Candra, and A. Andika, "Improvement of production system efficiency and production capacity using line balancing method", in *2016 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, 2016: IEEE, pp. 1-6.
- [12] E. F. Garcia, E. R. Zúñiga, J. Bruch, M. U. Moris, and A. Syberfeldt, "Simulation-based Optimization for Facility Layout Design in Conditions of High Uncertainty", *Procedia CIRP*, vol. 72, pp. 334-339, 2018.
- [13] T. Saeheaw, N. Charoenchai, and W. Chattinnawat, "Line balancing in the hard disk drive process using simulation techniques", *World Academy of Science, Engineering & Technology*, vol. 60, pp. 660-664, 2009.
- [14] D. Kitaw, A. Matebu, and S. Tadesse, "Assembly line balancing using simulation technique in a garment manufacturing firm", *Zede Journal*, vol. 27, pp. 69-80, 2010.
- [15] M. G. Güner and C. Ünal, "Line balancing in the apparel industry using simulation techniques", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, vol. 16, no. 2, pp. 75-78, 2008.
- [16] B. W. Niebel and A. Freivalds, *Methods, standards, and work design*. 2003.