

NGHIÊN CỨU CÂN BẰNG DÂY CHUYỀN MAY SẢN PHẨM POLO-SHIRT

RESEARCH ON ASSEMBLY LINE BALANCE OF POLO-SHIRT

Đinh Mai Hương^{1,*}

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2023.019>

TÓM TẮT

Cân bằng dây chuyền may có vai trò quan trọng góp phần nâng cao năng suất lao động, giảm giá thành sản phẩm may. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thiết lập bài toán tối ưu cân bằng dây chuyền may sản phẩm dệt kim khi cho trước công suất trên cơ sở khảo sát điều kiện sản xuất thực tế. Đề xuất thuật toán cân bằng dây chuyền may khi cho trước công suất ứng dụng thuật toán Luyện kim từ đó tính toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt. Kết quả tính toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt ứng dụng thuật toán Luyện kim cho lời giải tin cậy, ổn định, khoa học.

Từ khóa: Cân bằng dây chuyền, dây chuyền may, Polo-Shirt.

ABSTRACT

Balancing the sewing line plays an important in improving labor productivity and reducing the cost of sewing products. This paper presents the results of research on setting up the optimal problem of balancing the sewing line of knitting wear when the given capacity is based on the survey's actual production conditions. In addition, the study proposes a sewing line balancing algorithm when the given capacity is based on applying the Simulated Annealing algorithm and calculating the balancing of the sewing line of the Polo-Shirt. The results of balancing the sewing line of the Polo-Shirt based on applying the Simulated Annealing algorithm is a reliable, stable and scientific solution.

Keywords: Assembly line balancing, sewing line, Polo-Shirt.

¹Khoa Công nghệ may và Thiết kế thời trang, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: huongdm@haui.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/4/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 25/11/2022

Ngày chấp nhận đăng: 24/02/2023

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cân bằng dây chuyền là cách thức phân chia khối lượng công việc của quy trình công nghệ may cho công nhân làm việc trên dây chuyền một cách đồng đều, đồng thời đảm bảo một số nguyên tắc nhất định tùy theo điều kiện thực tế của dây chuyền [1-2]. Cân bằng dây chuyền may là công việc quan trọng, có ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất, giá thành sản phẩm và thời gian giao hàng. Đây là bài toán lớn và phức tạp, nhưng thường được các doanh nghiệp ở Việt Nam xử lý tương đối thủ công theo kinh nghiệm, chưa có căn cứ khoa học. Chính vì vậy, việc ứng dụng các thành tựu

trong khoa học máy tính để giải quyết bài toán này một cách tự động là một nhu cầu thực tế.

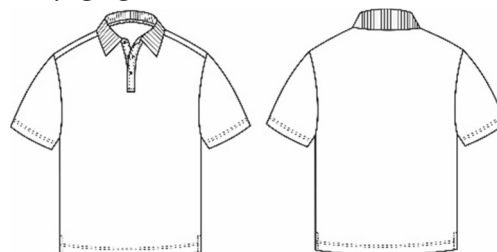
Tác giả Helgeson [3] là người đầu tiên phân tích bài toán cân bằng dây chuyền vào năm 1954, trong khi tác giả Salverson [4] lần đầu tiên công bố dưới dạng toán học vào năm 1955. Từ đó đã có nhiều nghiên cứu xây dựng bài toán cân bằng dây chuyền khác nhau như giả định thời gian lớn nhất của nguyên công công nghệ phải nhỏ hơn nhịp dây chuyền, mỗi nguyên công chỉ gán cho một vị trí làm việc [5], tác giả Sarker và Shantikumar [6] đã giới hạn nguyên công bội tối đa là ba. Tuy nhiên các nghiên cứu này chưa phù hợp với điều kiện sản xuất thực tế tại Việt Nam.

Đã có nhiều công trình nghiên cứu phương pháp giải bài toán tối ưu cân bằng chuyển, tác giả Mücella và cộng sự [7] đã áp dụng năm phương pháp Heuristic để cân bằng dây chuyền may sản phẩm T-Shirt nữ. Tác giả W.K. Wong và cộng sự [8] đã áp dụng thuật toán Di truyền để tối ưu hóa phân công lao động trên dây chuyền may có số lượng vị trí làm việc cố định.

Nghiên cứu này đã thiết lập bài toán tối ưu cân bằng dây chuyền may sản phẩm dệt kim khi cho trước công suất, đề xuất thuật toán cân bằng dây chuyền may khi cho trước công suất ứng dụng thuật toán Luyện kim từ đó tính toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt. Kết quả nghiên cứu góp phần nâng cao hiệu quả tổ chức sản xuất và năng suất lao động trên dây chuyền may sản phẩm dệt kim.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu



Hình 1. Mô tả sản phẩm áo Polo-Shirt

Sản phẩm Polo-Shirt nam cơ bản của mã hàng SM20-010 có đặc điểm: Áo có tay ngắn, dáng nửa bó sát, thân trước có nếp cân ngăn, mở xẻ tà hai bên sườn, áo có bản cổ

dệt và có viền bọc chân cổ, hình dáng sản phẩm được mô tả trong hình 1. Áo được may bằng vải Single Jersey 95% polyeste 5% spandex, khối lượng 190g/m², sợi Ne 40/1.

Dây chuyền may được chọn trong nghiên cứu thuộc Nhà máy may Đồng Văn, Tổng công ty cổ phần Dệt May Hà Nội.

Thuật toán ứng dụng giải bài toán cân bằng dây chuyền may khi cho trước công suất là thuật toán Luyện kim (Simulated Annealing).

2.2. Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu thiết lập bài toán tối ưu cân bằng dây chuyền may sản phẩm dệt kim khi cho trước công suất GALB-1.

Nghiên cứu thuật toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm dệt kim khi cho trước công suất ứng dụng thuật toán Luyện kim.

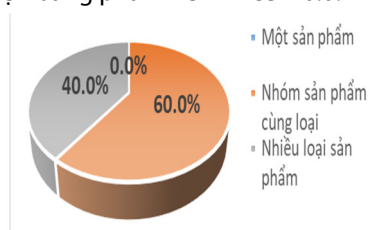
Tính toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt ứng dụng thuật toán Luyện kim.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

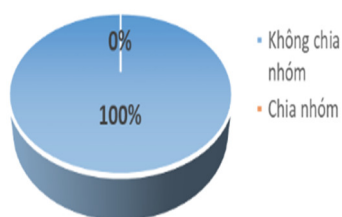
2.3.1. Phương pháp nghiên cứu thiết lập bài toán tối ưu cân bằng dây chuyền may sản phẩm dệt kim khi cho trước công suất GALB-1

* Khảo sát các đặc trưng và hình thức tổ chức sản xuất của dây chuyền may sản phẩm dệt kim

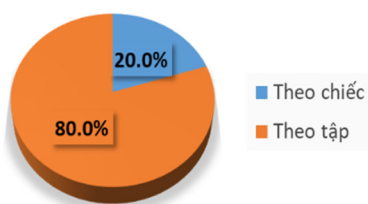
Khảo sát đặc trưng và hình thức tổ chức sản xuất trên dây chuyền may của 20 doanh nghiệp sản xuất sản phẩm từ vải dệt kim, xử lý số liệu và tổng hợp kết quả khảo sát được thực hiện bằng phần mềm Excel 10.0.



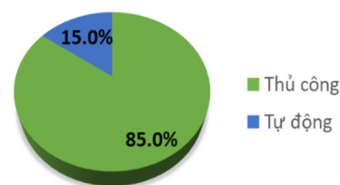
Hình 2. Mức độ chuyên môn hóa SP



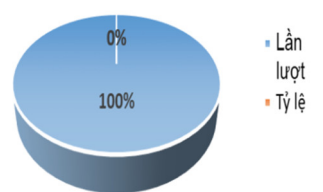
Hình 3. Cấu trúc của dây chuyền



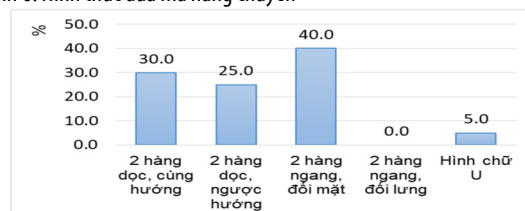
Hình 4. Hình thức cung cấp BTP



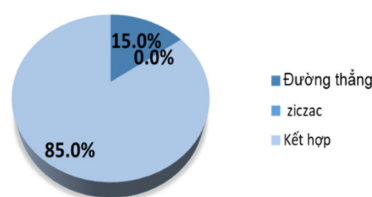
Hình 5. Phương tiện vận chuyển BTP



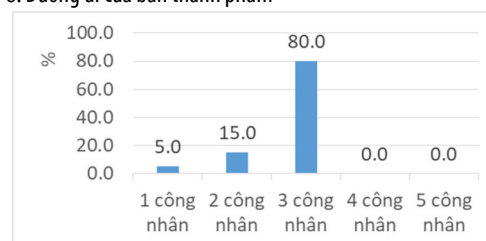
Hình 6. Hình thức đưa mã hàng chuyển



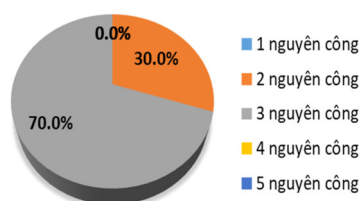
Hình 7. Hình thức bố trí thiết bị



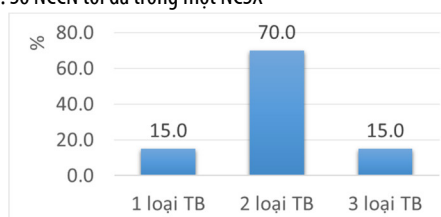
Hình 8. Đường đi của bán thành phẩm



Hình 9. Số công nhân tối đa trong một NCSX



Hình 10. Số NCCN tối đa trong một NCSX



Hình 11. Mỗi công nhân sử dụng tối đa loại thiết bị trên dây chuyền

Kết quả khảo sát các doanh nghiệp may sản phẩm dệt kim được trình bày trong hình 2 - 11 cho thấy: Dây chuyền may thường có cấu trúc không chia nhóm (hình 3), bán thành phẩm chủ yếu được cung cấp theo tập (hình 4) và vận chuyển thủ công (hình 5), các mã hàng được đưa lần lượt vào dây chuyền (hình 6), hình thức bố trí thiết bị chủ yếu xếp theo hai hàng, ở giữa hai hàng máy là bàn để bán thành phẩm (hình 7), đường đi của bán thành phẩm dạng kết hợp (hình 8), mỗi nguyên công sản xuất không có quá ba công nhân thực hiện để việc phân công lao động và phân chia bán thành phẩm được dễ dàng (hình 9), mỗi công nhân thực hiện không quá ba nguyên công để chuyên môn hóa công việc (hình 10), mỗi công nhân thông thường làm việc trên một loại thiết bị thông dụng, đối với các thiết bị có thời gian tham gia trong quá trình sản xuất nhỏ thì người công nhân được đào tạo để sử dụng cả hai loại thiết bị (hình 11).

** Phương pháp xác định điều kiện ràng buộc của bài toán cân bằng dây chuyền may*

Điều kiện ràng buộc của bài toán cân bằng dây chuyền may được thiết lập trên cơ sở các nguyên tắc phối hợp nguyên công công nghệ (NCCN) thành nguyên công sản xuất (NCSX):

Nguyên tắc 1: Khi phối hợp các NCCN thành NCSX phải tuân thủ tối đa trình tự công nghệ để đảm bảo BTP được dịch chuyển theo một hướng trên dây chuyền, không dịch chuyển qua lại giữa các NCSX.

Nguyên tắc 2: Kết hợp các NCCN có cùng tính chất công việc và thiết bị để khai thác, sử dụng thiết bị hiệu quả. Có thể chấp nhận kết hợp các công việc không cùng tính chất nhưng thích hợp về mặt công nghệ (không cùng thiết bị nhưng đảm bảo tính trình tự công nghệ). Kết hợp các NCCN có cùng thiết bị hoặc cùng công việc thủ công, kết hợp các NCCN sử dụng thiết bị với công việc thủ công, đối với các NCCN sử dụng thiết bị đặc biệt và có thời gian sản xuất nhỏ được phân vào nhóm nguyên công loại 2, các nguyên công thuộc nhóm này có thể kết hợp hai loại thiết bị khác nhau, trong đó:

- Nguyên công loại 1 gồm các NCCN sử dụng máy thông dụng như máy một kim mũi thoi, máy vắt sổ hai kim bốn chỉ,... Các nguyên này chỉ có thể phối hợp với nhau hoặc phối hợp với công việc thủ công.

- Nguyên công loại 2 gồm các NCCN thực hiện trên các máy có thời gian theo quy trình công nghệ nhỏ. Các nguyên công loại này có thể được phối hợp hai loại máy khác nhau.

- Nguyên công loại 3 là công việc thủ công, có thể được thực hiện độc lập tại mỗi vị trí làm việc hoặc thực hiện cùng các nguyên công loại 1 hoặc 2.

Nguyên tắc 3: Hạn chế hình thành các NCSX gồm nhiều NCCN để đảm bảo tính chuyên môn hóa, thông thường mỗi NCSX có tối đa 3 NCCN.

Nguyên tắc 4: Hạn chế hình thành NCSX bội, NCSX bội là nguyên công gồm từ hai công nhân thực hiện trở lên. Số

lượng công nhân trong mỗi NCSX không có quá ba người để việc quản lý công việc và phân chia bán thành phẩm đơn giản.

Nguyên tắc 5: Đảm bảo điều kiện thời gian của các NCSX dựa trên cơ sở nhịp của dây chuyền. Gọi R là nhịp dây chuyền, ΔR là sai lệch giới hạn nhịp dây chuyền, gọi $R_{\min}$ và $R_{\max}$ lần lượt là giới hạn dưới và giới hạn trên của nhịp, ta có:

$$R_{\min} = R - \Delta R \text{ (giây)} \quad (1)$$

$$R_{\max} = R + \Delta R \text{ (giây)} \quad (2)$$

2.3.2. Phương pháp nghiên cứu thuật toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm dệt kim khi cho trước công suất ứng dụng thuật toán Luyện kim

Thuật toán Luyện kim (SA) được chọn để giải quyết bài toán cân bằng dây chuyền may do tính đơn giản và hiệu quả, không gian tìm kiếm nghiệm rộng và thậm chí có thể tìm ra giải pháp tối ưu toàn cục nếu thời gian chạy đủ lớn. Các thành phần chính của thuật toán SA ứng dụng giải bài toán cân bằng dây chuyền may khi cho trước công suất bao gồm [9]:

** Xây dựng phương án cân bằng chuyền cơ sở*

Phương án CBC cơ sở s_0 là phương án phối hợp NCCN thành NCSX xây dựng ban đầu của bài toán, nó có thể là bất kỳ một phương án hợp lý nào đó và nó không ảnh hưởng đến chất lượng thuật toán SA, trong nội dung này phương án cơ sở được xây dựng ngẫu nhiên, các bước của thuật toán được mô tả dưới đây:

Bước 1: Chọn một NCCN u sao cho không có bất kỳ NCCN $v \neq u$ mà v được thực hiện trước khi u được thực hiện.

Bước 2: Tạo một NCSX X chứa NCCN u và một số NCCN còn lại sao cho X thỏa mãn các ràng buộc của bài toán: Thời gian, thiết bị, số lượng NCCN, số lượng công nhân trong mỗi NCSX và không vi phạm điều kiện về trình tự thực hiện NCCN.

Bước 3: Thêm NCSX X vào phương án cơ sở s_0 .

Bước 4: Nếu còn NCCN chưa được chọn thì quay lại bước 1, nếu không còn thì kết thúc.

** Xây dựng phương án cân bằng chuyền mới*

Phương án CBC mới (lần cận) được xây dựng từ phương án CBC cơ sở thực hiện như sau: Chuyển một NCCN từ NCSX này sang NCSX khác (bao gồm cả việc tạo một NCSX mới chỉ bao gồm NCCN đó). Giả sử mỗi NCCN trở thành một NCSX thì mỗi NCCN sẽ có tối đa M cách chuyển sang NCSX khác. Như vậy có nhiều nhất M^2 phương án CBC mới và thuật toán chỉ chọn những phương án thỏa mãn các điều kiện ràng buộc, được gọi là phương án hợp lệ. Trong số những phương án hợp lệ, thuật toán chỉ xét đến χ phương án tốt nhất theo hàm mục tiêu và chọn ngẫu nhiên một trong số đó. Lý do không chọn trong số tất cả các phương án hợp lệ là để tiết kiệm thời gian tính toán mà không làm giảm hiệu quả thuật toán quá nhiều.

Khi bắt đầu thuật toán, số phương án χ được chọn ở mức cao và giảm dần ở các bước thuật toán tiếp theo, do đó ở bước thuật toán đầu tiên tất cả các phương án đều có

thể được chọn, ở bước thuật toán tiếp theo s là phương án phối hợp NCCN thành NCSX hiện tại, chỉ những phương án tốt hơn s mới được lấy để thay thế s .

Tại mỗi bước thuật toán thực hiện vòng lặp L lần, mục đích sử dụng vòng lặp là để mở rộng phạm vi tìm kiếm các phương án mới. Với mỗi vòng lặp thực hiện tìm kiếm và thay thế phương án s , cụ thể:

Bước 1: Tìm kiếm các phương án CBC mới (lân cận) của phương án cơ sở s_0 hiện tại.

Bước 2: Đánh giá và sắp xếp các phương án CBC mới từ tốt đến không tốt theo hàm mục tiêu: Sắp xếp phương án có số công nhân từ thấp đến cao, trong số các phương án có số công nhân bằng nhau thì sắp xếp theo hiệu quả cân bằng H từ lớn đến bé.

Bước 3: Lấy ra χ phương án CBC có hàm mục tiêu tốt nhất trong tất cả các phương án CBC mới tìm được: Lấy các phương án có số công nhân từ thấp đến cao, nếu có nhiều phương án có số công nhân bằng nhau thì chọn phương án có hiệu quả cân bằng cao hơn để lấy.

Bước 4: Chọn ngẫu nhiên một trong χ phương án đó làm phương án hiện tại.

Bước 5: Thực hiện vòng lặp L lần từ bước 1 đến bước 4.

* Xác suất chấp nhận

Là một thành phần chính của thuật toán SA, nó cho phép chấp nhận phương án phối hợp NCCN thành NCSX không cải thiện hơn so với phương án cũ, trong nghiên cứu này đã xây dựng xác suất chấp nhận P chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ T theo công thức sau:

$$P(T) = \frac{T}{T_{\max}} \quad (3)$$

* Xác định các bước tìm phương án cân bằng chuyển tối ưu

Các bước tìm kiếm phương án CBC tối ưu dựa trên lịch làm mát của thuật toán SA được xác định như sau:

- Đặt giá trị bước thuật toán đầu tiên là $T_1 = T_{\max}$ (là nhiệt độ ban đầu).

- Bước thuật toán thứ hai có giá trị quy ước là $T_2 = T_1 - T_{\text{dec}}$ là giá trị giảm bước thuật toán.

- Bước thuật toán thứ i có giá trị quy ước là $T_i = T_{i-1} - T_{\text{dec}}$.

Về lý thuyết $T_{\max}$ và L càng cao thì cơ hội tìm được phương án tối ưu càng cao, giá trị T_{dec} càng thấp thì giải pháp cuối cùng sẽ càng tốt. Tuy nhiên, để tiết kiệm thời gian tính toán, ba thông số này cần được điều chỉnh phù hợp, trong nghiên cứu này chọn $T_{\max} = 200$, số vòng lặp tại mỗi bước thuật toán $L = 60$, $T_{\text{dec}} = 5$ là phù hợp với bài toán cân bằng dây chuyền may. Khi bắt đầu thuật toán đặt $\chi = T_{\max}/T_{\text{dec}}$ và χ giảm đi 1 đơn vị khi chuyển đến bước thuật toán tiếp theo để đảm bảo chất lượng lời giải mà không mất quá nhiều thời gian.

Thuật toán giải bài toán cân bằng dây chuyền được lập trình bằng ngôn ngữ C++ và chạy trên máy tính Intel Core i7, 2.60GHz, RAM 16GB, SSD 512GB.

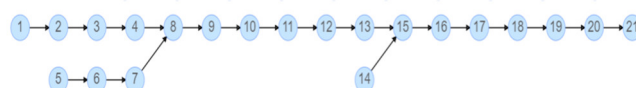
2.3.3. Phương pháp nghiên cứu cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt nam ứng dụng thuật toán Luyện kim

* Xây dựng sơ đồ trình tự công nghệ

Từ bảng qui trình công nghệ may sản phẩm Polo-Shirt (bảng 1) tiến hành xây dựng sơ đồ trình tự công nghệ được minh họa trong hình 12.

Bảng 1. Bảng quy trình công nghệ may sản phẩm áo Polo-Shirt mã hàng SM20-010

NCCN	Tên nguyên công	Thiết bị	Thời gian (giây)	Loại NC	NCCN	Tên nguyên công	Thiết bị	Thời gian (giây)	Loại NC
1	Kiểm phôi	BKT	57,5	1	12	Mí nếp, chặn chân nếp	MB1K	118,7	1
2	Chấn gấu áo TT	MC2K	22,8	1	13	Mí dây bọc cổ	MB1K	59,7	1
3	May nếp cân vào thân trước	MB1K	54,3	1	14	Chấn gấu 2 tay	MC2K	47,1	1
4	Bổ, chặn chân nếp	MB1K	63,9	1	15	Tra tay	MX2K	62,1	1
5	May đắp cổ thân sau	MB1K	63,7	1	15	May sườn, bụng tay	MX2K	72,1	1
6	Chấn ôm mép đắp cổ sau	MC2K	34,8	1	17	May tà	MB1K	127,3	1
7	Chấn gấu áo TS	MC2K	22,8	1	18	Chặn chỉ cửa tay	MB1K	18,9	1
8	May vai	MX2K	38,3	1	19	Rút chỉ ghim đắp cổ	TC	43,7	3
9	Sửa 2 đầu nếp	TC	20,7	3	20	Thùa khuyết nếp, cổ	MTK	31,1	2
10	Ghim 2 đầu cổ vào đầu nếp	MB1K	34,2	1	21	Đính cúc nếp, cổ	MĐC	31,1	2
11	Tra cổ áo, đặt dây bọc cổ	MX1K	33,8	1	Tổng (giây)				



Hình 12. Sơ đồ trình tự công nghệ may sản phẩm Polo-Shirt

* Tính toán sơ bộ các thông số của dây chuyền

Dữ liệu đầu vào bao gồm: Công suất của dây chuyền P là 550 (sp/ca), thời gian làm việc thực tế của một ca sản xuất t_v là 9 (giờ), ΔR là 0,1R, từ đó xác định được nhịp

dây chuyền $R = T_{iv}/P = 58,9$ (giây), $R_{min} = 0,9R = 53$ (giây), $R_{max} = 1,1R = 64,8$ (giây).

* *Phương pháp ứng dụng thuật toán Luyện kim cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt*

Thuật toán Luyện kim có yếu tố ngẫu nhiên do đó để đảm bảo tính ổn định lời giải của thuật toán cần chạy thuật toán cân bằng dây chuyền may lặp lại 30 lần cho bộ dữ liệu. Sử dụng biểu đồ hộp và phương pháp phân tích ANOVA để đánh giá tính ổn định lời giải của thuật toán.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả thiết lập bài toán tối ưu cân bằng dây chuyền may sản phẩm dệt kim khi cho trước công suất GALB-1

* Dữ liệu đầu vào: Quy trình công nghệ may sản phẩm được gọi là tập NCCN, kí hiệu là Tasks, công suất dây chuyền P (sản phẩm/ ca) hoặc nhịp dây chuyền R (giây), thời gian làm việc một ca T_{iv} (giây), sai lệch giới hạn nhịp $\Delta R \in \{5\%R, 10\%R, 15\%R\}$, trình tự công nghệ của NCCN.

* Các điều kiện ràng buộc:

$$\forall 1 \leq i \leq j \leq k: S_i \cap S_j = \emptyset \quad (4)$$

$$\forall 1 \leq j \leq k: T_j = \sum_{i \in S_j} t_i \quad (5)$$

$$\forall 1 \leq j \leq k: T_j \leq 3(R + \Delta R) \quad (6)$$

$$n_j = \begin{cases} 1 & \text{nếu } T_j \leq R + \Delta R \\ 2 & \text{nếu } R + \Delta R < T_j \leq 2(R + \Delta R) \\ 3 & \text{nếu } 2(R + \Delta R) < T_j \leq 3(R + \Delta R) \end{cases} \quad (7)$$

$$R_j = \frac{T_j}{n_j} \quad (8)$$

$$N = \sum_{j=1}^k n_j \quad (9)$$

$$H = \frac{k'}{k} \cdot 100 (\%) \quad (10)$$

Trong đó: S_i và S_j là NCSX thứ i và j , t_i là thời gian của NCCNi, T_j là thời gian của NCSX j , n_j là số công nhân cần cho NCSX j , R là nhịp của dây chuyền, ΔR là sai lệch giới hạn nhịp, R_j là nhịp riêng của NCSX j , N là tổng số công nhân, H là hiệu suất cân bằng, k' là số NCSX có nhịp riêng thuộc khoảng giới hạn nhịp dây chuyền, k là tổng số NCSX.

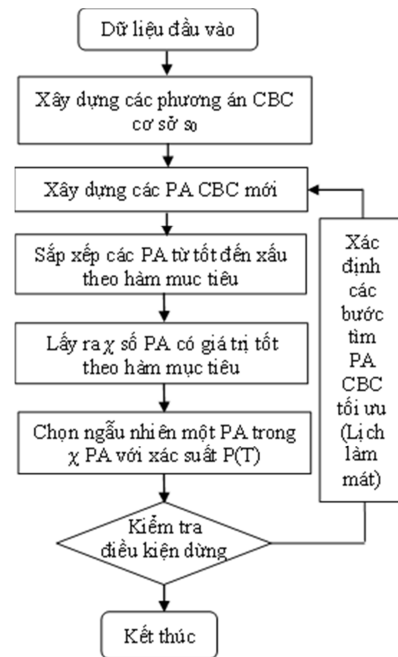
Điều kiện (4) chỉ ra rằng không có NCCN nào thuộc đồng thời cả hai NCSXi và j , điều kiện (5) xác định thời gian của NCSX thứ j , điều kiện (6) cho thấy thời gian của NCSX không lớn hơn ba lần giới hạn trên của nhịp để đảm bảo mỗi NCSX không có quá ba công nhân, điều kiện (7) để xác định số công nhân của mỗi NCSX.

* *Mục tiêu của bài toán:* Tối thiểu hóa số công nhân (minimize N), tối đa hóa hiệu suất cân bằng (maximize H).

* *Dữ liệu đầu ra:* Kết quả phối hợp NCCN thành NCSX, các chỉ số cân bằng dây chuyền: Số công nhân N tối thiểu, hiệu suất cân bằng H tối đa.

3.2. Kết quả đề xuất thuật toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm dệt kim ứng dụng thuật toán Luyện kim

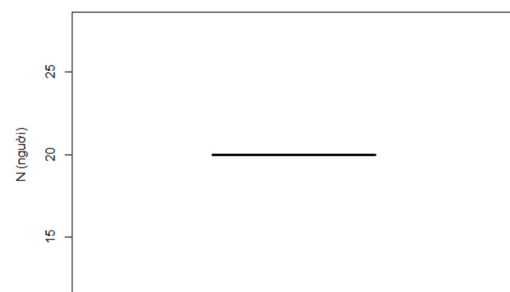
Thuật toán cân bằng dây chuyền may khi cho trước công suất ứng dụng thuật toán Luyện kim được thực hiện theo sơ đồ hình 13.



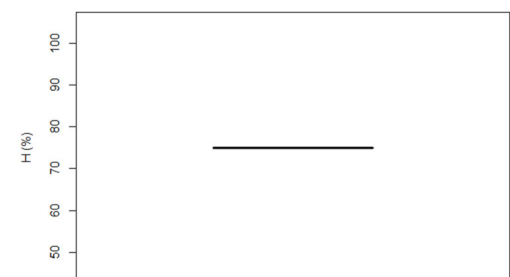
Hình 13. Sơ đồ thuật toán cân bằng chuyển ứng dụng thuật toán Luyện kim

3.3. Kết quả tính toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt nam cơ bản ứng dụng thuật toán Luyện kim

Kết quả 30 lần chạy lặp lại thuật toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm Pholo-Shirt mã hàng SM20-010 khi cho trước công suất ứng dụng thuật toán Luyện kim được trình bày bằng biểu đồ hộp trong hình 14 - 16.



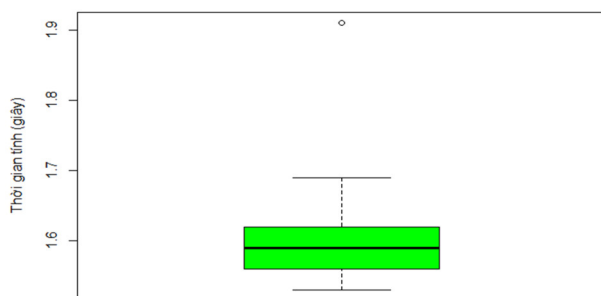
Hình 14. Biểu đồ lời giải số công nhân



Hình 15. Biểu đồ lời giải hiệu suất cân bằng chuyển

Biểu đồ hộp phân bố lời giải số công nhân và hiệu suất cân bằng chuyển hình 14, 15 cho thấy trung vị và bách phân

vị trùng nhau, như vậy thuật toán cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt mã hàng SM20-010 chạy lặp lại 30 lần cho lời giải không thay đổi, có giá trị số công nhân là 20 người và hiệu suất cân bằng là 75%. Biểu đồ hộp phân bố thời gian tính của thuật toán cân bằng chuyển hình 16 có khoảng dao động hẹp, kiểm định t-test cho kết quả giá trị trung bình thời gian tính là 1,61 giây, khoảng tin cậy 95% giá trị trung bình thời gian tính là 1,57 đến 1,64 giây với trị số P bằng 2,2 e¹⁶. Như vậy có bằng chứng để kết luận thuật toán cân bằng dây chuyền may khi cho trước công suất ứng dụng thuật toán Luyện kim cho lời giải tin cậy và ổn định.



Hình 16. Biểu đồ thời gian tính

Kết quả cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt mã hàng SM20-010 được trình bày trong bảng 2, trong đó có 12/16 NCSX có nhịp riêng thuộc khoảng giới hạn nhịp chiếm 75% tổng số NCSX, hiệu suất dây chuyền bằng 89,3%, số công nhân tối thiểu cần cho dây chuyền là 20 người. Đối với NCSX số 8 và 9 khác loại máy nếu ghép lại thành một NCSX thì công nhân đó không được chuyên môn hóa sản phẩm, vị trí đó sẽ bị quá tải, các vị trí làm việc sau nó phải chờ việc. NCSX số 2 có tổng thời gian bằng 66,5 giây lớn hơn giới hạn trên của nhịp dây chuyền, theo điều kiện ràng buộc thời gian các NCSX của thuật toán sẽ không cho phép vượt tải trọng do đó phải bố trí 2 công nhân, tuy nhiên tùy theo điều kiện thực tế sản xuất của các doanh nghiệp may có thể phân công một công nhân có tay nghề tốt để thực hiện những nguyên công quá tải này mà vẫn đảm bảo dây chuyền hoạt động nhịp nhàng.

Bảng 2. Bảng nguyên công sản xuất sản phẩm Polo-Shirt

NCSX	NCCN	Thiết bị	Thời gian NCSX (giây)	Số lao động (người)	Nhịp riêng (giây)	NCSX	NCCN	Thiết bị	Thời gian NCSX (giây)	Số lao động (người)	Nhịp riêng (giây)
1	1	BLV	57,5	1	57,5	9	11	MX1K	33,8	1	33,8
2	2, 14	MC2K	66,5	1	66,5	10	12	MB1K	118,7	2	59,35
3	3	MB1K	54,3	1	54,3	11	13	MB1K	59,7	1	59,7
4	4	MB1K	63,9	1	63,9	12	15	MX2K	62,1	1	62,1
5	5	MB1K	63,7	1	63,7	13	16	MX2K	72,1	2	36,05
6	6, 7	MC2K	55,2	1	55,2	14	17	MB1K	127,3	2	63,65
7	8, 9	MX2K	59	1	59	15	18, 19	MB1 TC	62,6	1	62,6
8	10	MB1K	34,2	1	34,2	16	20, 21	MTK, MĐC	62,2	1	62,2

4. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thiết lập bài toán tối ưu cân bằng dây chuyền may sản phẩm dệt kim khi cho trước công suất GALB-1 trên cơ sở điều kiện sản xuất thực tế. Đề xuất thuật toán cân bằng dây chuyền may khi cho trước công suất ứng dụng thuật toán Luyện kim cho lời giải tin cậy, ổn định, khoa học. Kết quả cân bằng dây chuyền may sản phẩm Polo-Shirt mã hàng SM20-010 ứng dụng thuật toán Luyện kim đóng góp giải pháp cân bằng dây chuyền may có ý nghĩa thực tiễn. Các kết quả nghiên cứu là tài liệu tham khảo có ý nghĩa về kỹ thuật cân bằng dây chuyền may.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của nhà máy may Đồng Văn, Tổng công ty Cổ phần Dệt May Hà Nội đã tạo điều kiện trong việc khảo sát và thực nghiệm để hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyen Van Nghien, 2008. *Qusn ly san xuat va tac nghiep*. Vietnam Education Publishing House.
- [2]. C. Becker, A. Scholl, 2006. *A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing*. Eur. J. Oper. Res., vol. 168, no. 3, pp. 694–715.
- [3]. D. Helgeson, W.B. Birnie, 1961. *Assembly Line Balancing Using the Ranked Positional Weight Technique*. The Journal of Industrial Engineering, vol. 12, no. 6, pp. 394–398.
- [4]. M. E. Salverson, 1955. *The assembly line balancing problem*. Journal of Industrial Engineering, pp. 18–25.
- [5]. J. C. Chen, C. C. Chen, Y. J. Lin, C. J. Lin, Tiffany Y. Chen, 2014. *Assembly Line Balancing Problem of Sewing Lines in Garment Industry*. Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bali, Indonesia, pp. 1215–1225.
- [6]. B. R. Sarker, J. G. Shanthikumari, 1983. *A generalized approach for serial or parallel line balancing*. Int. J. Prod. Res., vol. 21, no. 1, pp. 109–133.
- [7]. M. Güner, Ö. Yücel, C. Ünal, 2013. *Applicability of different line balancing methods in the production of apparel*. Tekst. ve Konfeksiyon, vol. 23, no. 1, pp. 77–84.
- [8]. W. K. Wong, P. Y. Mok, S. Y. S. Leung, 2006. *Developing a genetic optimisation approach to balance an apparel assembly line*. Int. J. Adv. Manuf. Technol., vol. 28, no. 3–4, pp. 387–394.
- [9]. M. H. Dinh, V. D. Nguyen, V. L. Truong, P. T. Do, T. T. Phan, D. N. Nguyen, 2019. *Simulated annealing for the assembly line balancing problem in the garment industry*. ACM Int. Conf. Proceeding Ser., pp. 36–42.

AUTHOR INFORMATION

Dinh Mai Huong

Faculty of Garment Technology & Fashion Design, Hanoi University of Industry