

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA  
KHOA CƠ KHÍ  
BỘ MÔN KỸ THUẬT HỆ THỐNG CÔNG NGHIỆP



# ĐIỀU ĐỘ JOBSHOP LINH HOẠT CHO CÔNG TY NỘI THẤT PHƯƠNG NAM

Flexible Job Shop Scheduling for Phuong Nam Furniture Company

SVTH: Nguyễn Ngọc Linh

MSSV: 1711964 - CK17LOG

GVHD: Thầy Nguyễn Vạng Phúc Nguyễn

# Nội dung

1. Giới thiệu
2. Vấn đề và Giải pháp
3. Cơ sở lý thuyết và Phương pháp luận
4. Mô hình bài toán
5. Các thông số và Kết quả
6. Kết luận – Kiến nghị

# 1. Giới thiệu đề tài

## Đặt vấn đề

- Điều độ Job Shop Linh hoạt (Flexible Job Shop Scheduling) - một trong những vấn đề phức tạp nhất trong việc tối ưu hóa hoạt động sản xuất.
- Việc đầu tư một hệ thống hoàn chỉnh để đưa ra giải pháp điều độ sản xuất ít được chú trọng
- Luận văn này đề cập đến việc xây dựng mô hình điều độ cho công ty Nội thất Phương Nam

## Mục tiêu đề tài:

- Mục tiêu 1: thiết lập được mô hình bài toán
- Mục tiêu 2: tìm lời giải bài toán thông qua lập trình trên ngôn ngữ Python
- Mục tiêu 3: đánh giá, so sánh với tình hình sản xuất hiện tại

## Phạm vi đề tài:

- Dữ liệu thu thập trong khoảng thời gian từ đầu tháng 03/2021 đến cuối tháng 05/2021.
- Luận văn này chỉ đề cập đến điều độ sản xuất cho sản phẩm dán bề mặt.

# 1. Giới thiệu Công ty Nội thất Phương Nam

## Qui mô

- Công ty nhỏ, thành lập năm 2005 với qui mô khoảng 50 nhân viên.
- Có duy nhất một cơ sở sản xuất, tại huyện Bình Chánh, TPHCM với tổng diện tích hơn 1000m<sup>2</sup>,
- Mặt bằng gồm 2 xưởng sản xuất, 1 văn phòng và 1 kho thành phẩm

## Sản phẩm

- Nhiều họ sản phẩm nội thất gỗ với hơn 100 mã hàng
- Tầm giá dao động từ 3,000,000 đến 15,000,000 đồng.

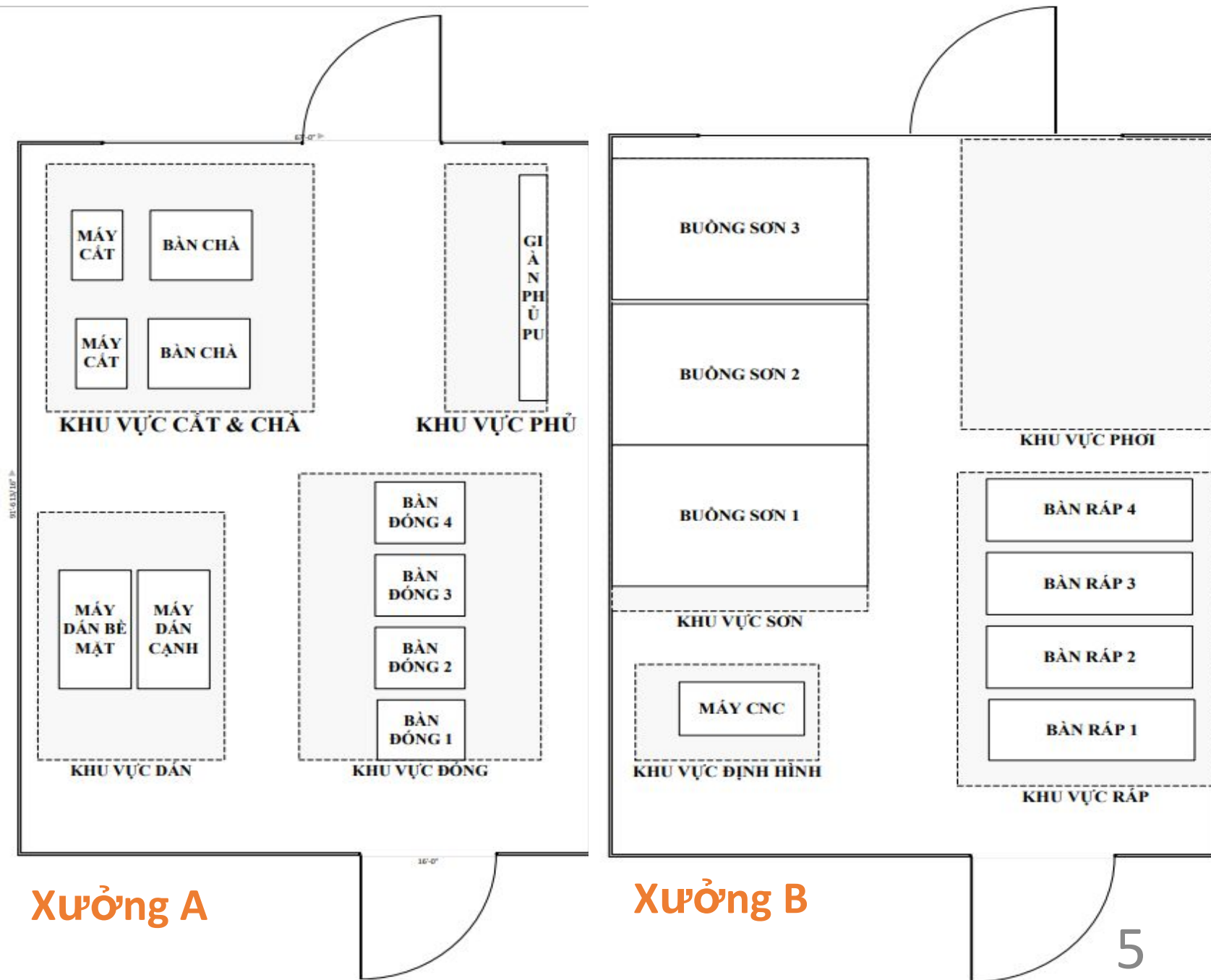


# 1. Giới thiệu

## Công ty Nội thất

### Phượng Nam

Mặt bằng xưởng A và  
xưởng B



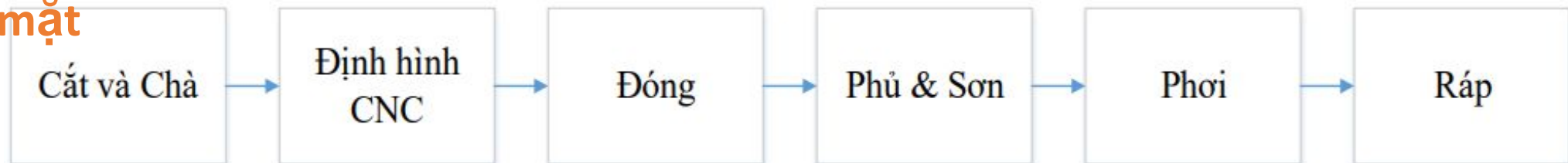
# 1. Giới thiệu Công ty Nội thất Phương Nam

**Quy trình sản xuất:** Gồm 2 quy trình phân theo 2 loại sản phẩm

## Sản phẩm dán bề mặt



## Sản phẩm sơn bề mặt



## 2. Vấn đề và Giải pháp

Các kinh nghiệm thường được áp dụng để điều độ sản xuất:

- Ưu tiên đơn hàng make-to-order
- Thứ tự sản xuất ngẫu nhiên, chỉ cần đáp ứng đúng thời hạn được giao từ tổ trưởng

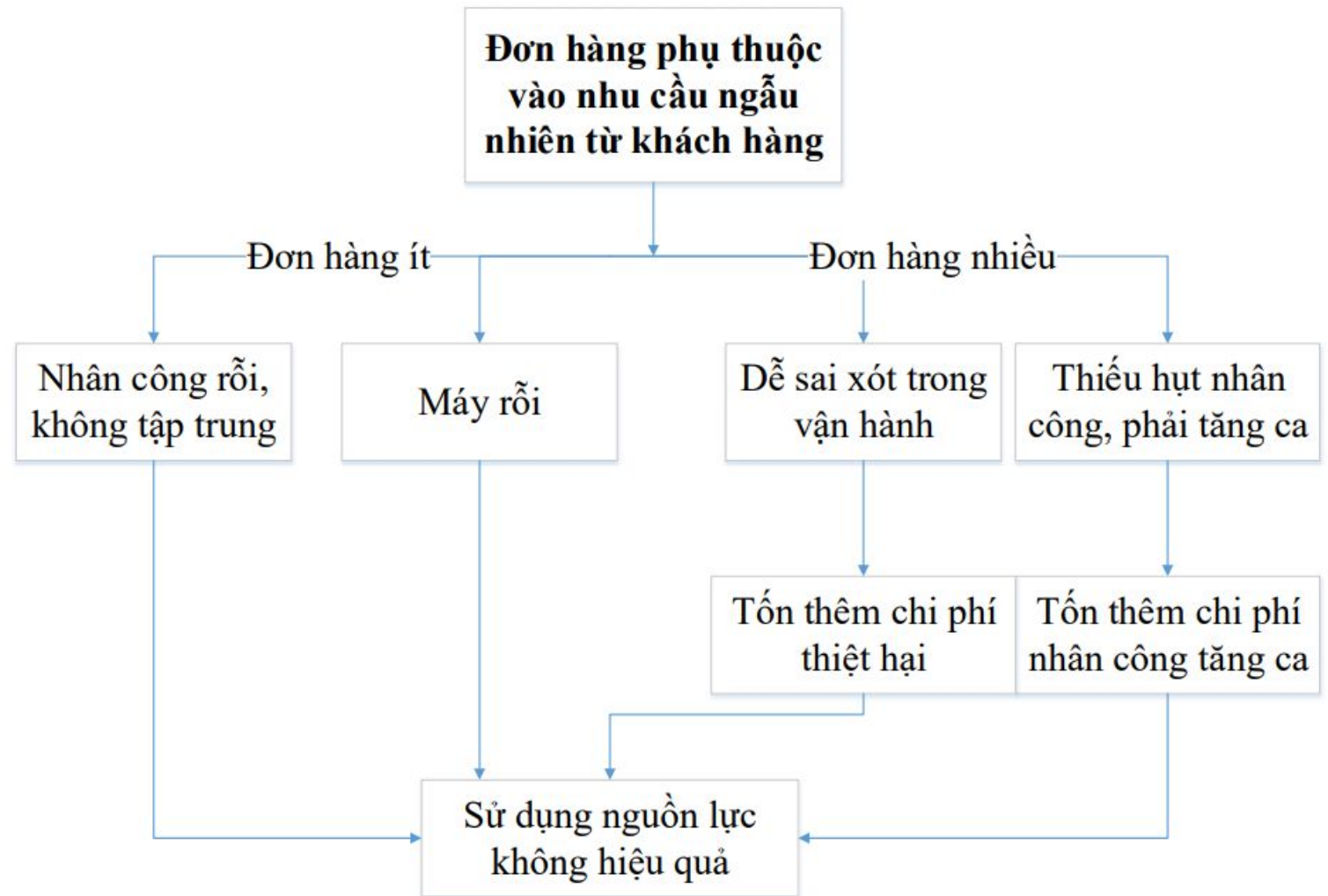
Số lượng sản phẩm	Số nhân công	Thời gian hoàn thành (ngày)
Từ 1 đến 5	11	1 – 2,5 ngày
	21	0,5 - 1,5 ngày
Từ 6 đến 10	11	2,5 – 4,5 ngày
	21	1,5 – 3 ngày
Từ 11 đến 15	11	4,5– 9 ngày
	21	2,5 – 4 ngày
Từ 16 đến 20	11	8 –11 ngày
	21	4 – 7 ngày
Từ 21 đến 25	11	10 – 13 ngày
	21	6,5 – 8 ngày
Từ 26 đến 30	11	13 - 16 ngày
	21	7 – 10 ngày

Hình: **Thời hạn hoàn thành được đưa ra theo kinh nghiệm của tổ trưởng**

## 2. Vấn đề và Giải pháp

### Hiện trạng

- Độ hiệu dụng của nguồn lực chưa được tối ưu
- Mức độ hiệu quả của lịch điều độ không được kiểm soát và điều chỉnh.



Hình: **Hiện trạng** điều độ sản xuất tại công ty

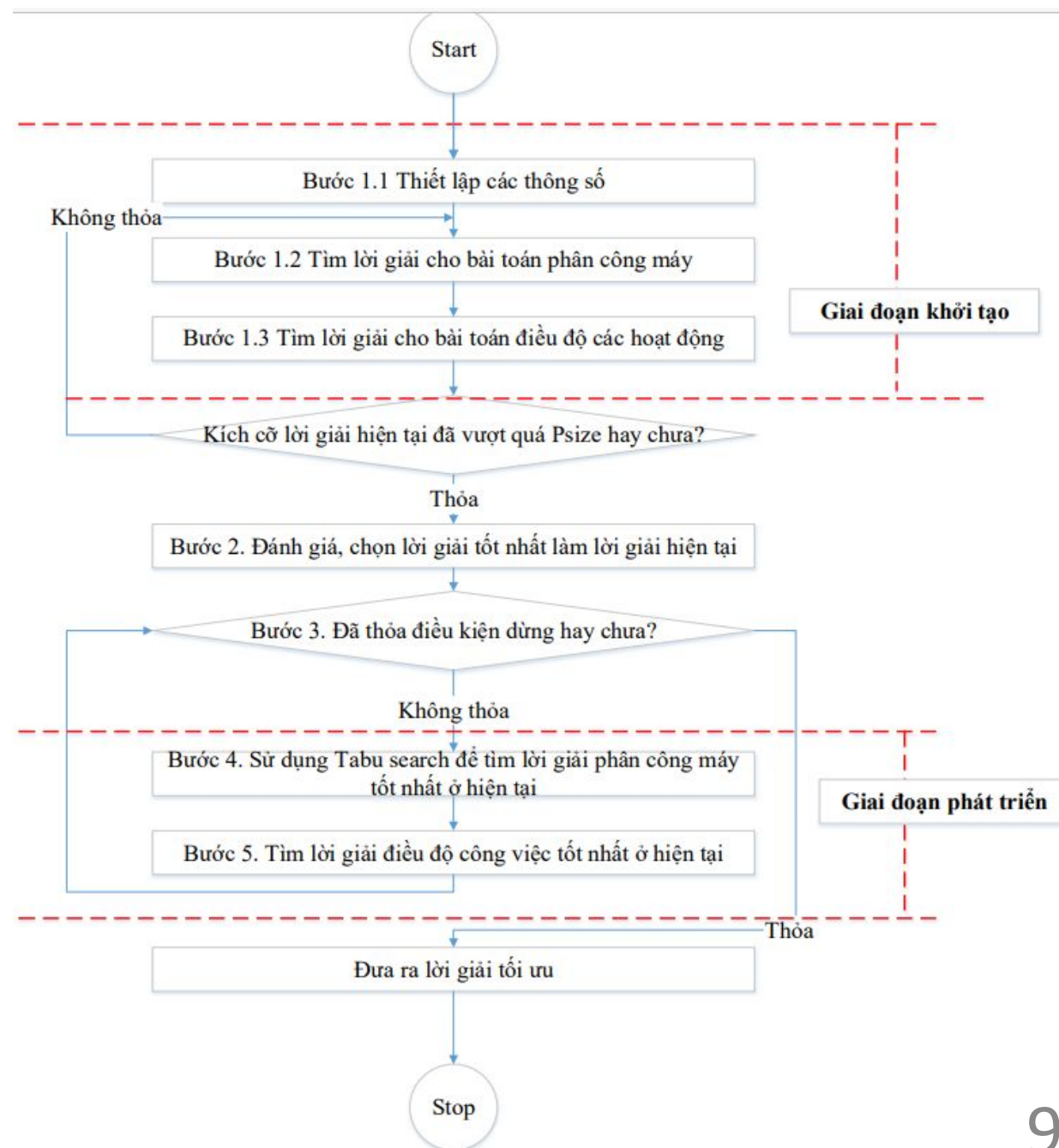


## 2. Vấn đề và Giải pháp

### Giải pháp

- Xây dựng mô hình Điều độ Job Shop Linh hoạt (FJSP) sử dụng giải thuật Tabu Search để tìm kiếm lời giải tối ưu.

Hình: **Các bước cụ thể trong mô hình Điều độ Job Shop Linh hoạt**



### 3. Cơ sở lý thuyết

Điều độ Job shop Linh hoạt (Flexible Job Shop Scheduling) là một trường hợp đặc biệt của điều độ Job Shop thông thường (Job Shop Scheduling Problem)

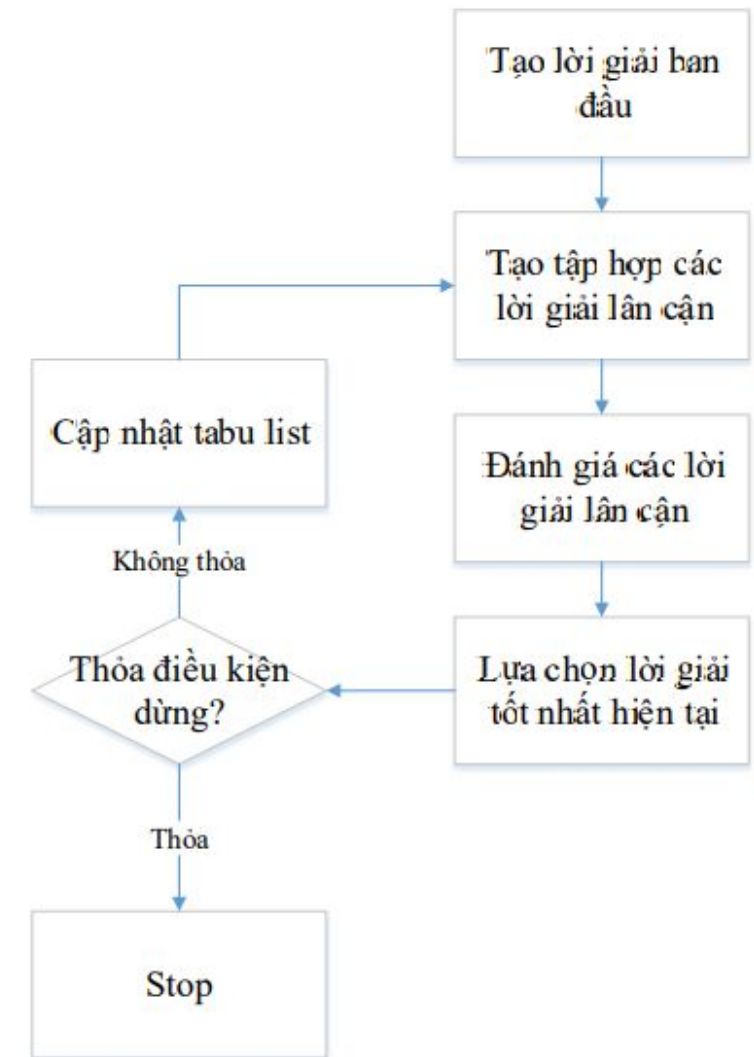
Định nghĩa: “*Có một bộ  $n$  công việc  $J \{J1, J2, J3, \dots, Jn\}$  và một bộ  $m$  máy  $M \{M1, M2, M3, \dots, Mm\}$ . Mỗi công việc  $J_i$  bao gồm một dãy các công đoạn  $O_{i1}; O_{i2}; O_{i3}; \dots; O_{in}$ , trong đó  $n_i$  là số công đoạn mà  $J_i$  bao gồm. Mỗi công đoạn  $O_{ij}$  phải được xử lý bởi một máy trong số một tập hợp các máy  $M_{ij}$  nhất định.*”

- Bài toán bao gồm việc **xác định phân việc cho máy** và **sắp xếp một chuỗi hoạt động** trên máy sao cho **thỏa hàm mục tiêu và các ràng buộc**.
- Được xem là vấn đề **NP-Hard**

### 3. Cơ sở lý thuyết

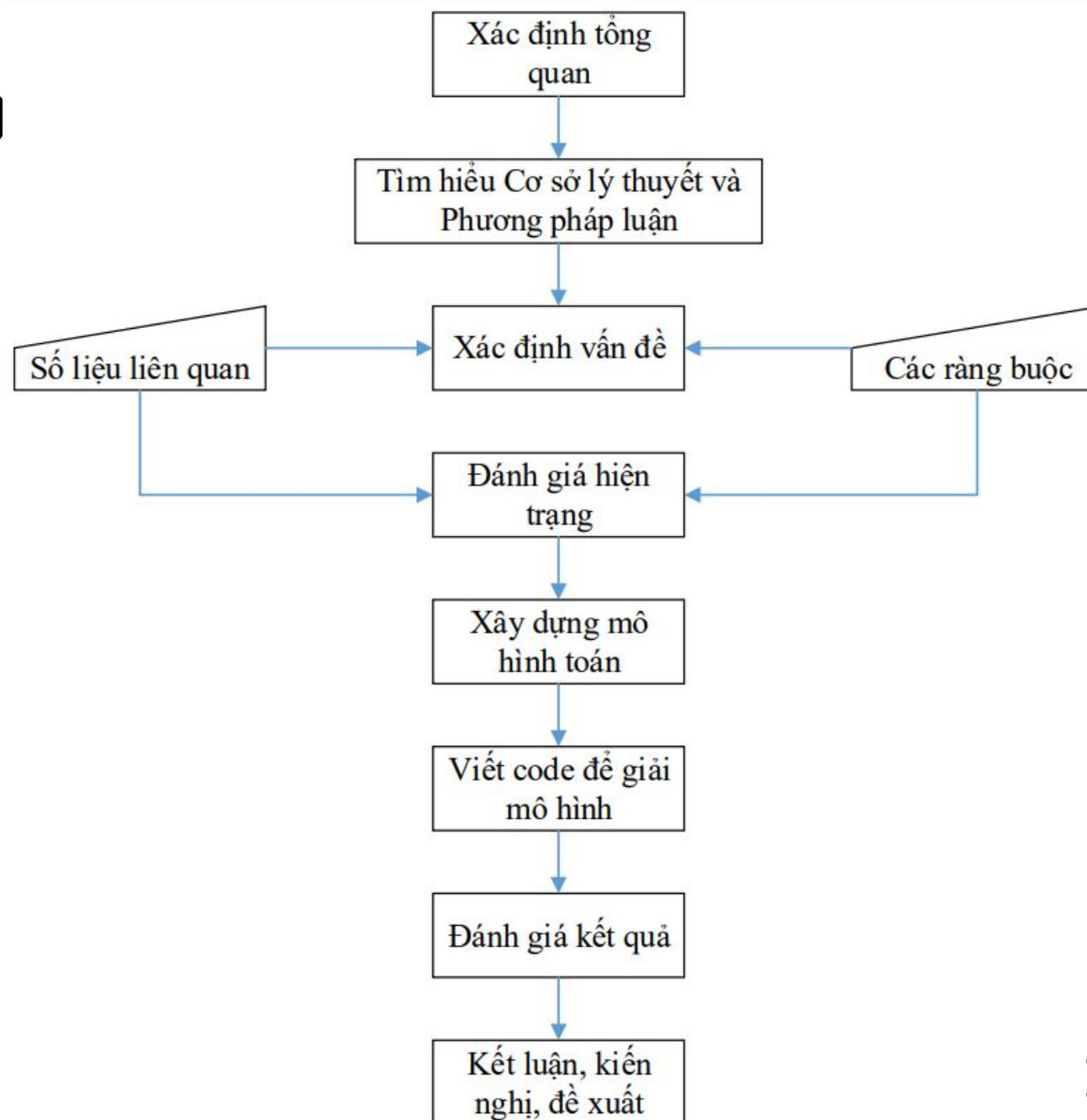
- Tìm lời giải cho bài toán điều độ - vấn đề NP-hard bằng Thuật toán tối ưu – Thuật toán xấp xỉ
- Phương pháp được lựa chọn trong đề tài: **Tabu Search**.

- Tabu Search yêu cầu **một lời giải ban đầu** và **cấu trúc tập hợp lời giải lân cận**. Sau đó, nó **thực hiện một quá trình lặp đi lặp lại** để tìm kiếm trong một tập hợp T các lời giải khả thi, **để tìm ra một lời giải tối ưu**.



Hình: **Quy trình thuật toán tabu search**

### 3. Phương pháp luận



## 4. Mô hình bài toán

Mô hình bài toán dựa trên bài báo

***“A hybrid tabu search algorithm with an efficient neighborhood structure for the flexible job shop scheduling problem”***

của nhóm tác giả Jun-Qing Li & Quan-Ke Pan & P. N. Suganthan

**Hàm mục tiêu:** Cực tiểu thời gian hoàn thành tất cả công việc

$$\text{Min } C_{\max} = \min \sum_i^n C_i$$

$C_{\max}$ : thời gian hoàn thành tất cả công việc

$i$ : chỉ số công việc ( $i=1..n$ )

$C_i$ : thời gian hoàn thành công việc  $i$

## 4. Mô hình bài toán

### • Các biến quyết định:

$i$ : chỉ số công việc ( $i=1..n$ )

$j$ : chỉ số công đoạn

$k$ : chỉ số máy ( $k = 1..m$ )

$r$ : chỉ số ưu tiên xử lý

$$x_{i,j,k} = \begin{cases} 1, & \text{nếu máy } k \text{ được chọn để làm công việc } O_{i,j} \\ 0, & \text{nếu máy } k \text{ không được chọn để làm công việc } O_{i,j} \end{cases}$$

$O_{i,j}$ : công đoạn  $j$  của công việc  $i$

$$z_{i,j,k,r} = \begin{cases} 1, & \text{nếu công việc } O_{i,j} \text{ được phân công trên máy } k \text{ với mức ưu tiên } r \\ 0, & \text{nếu công việc } O_{i,j} \text{ không được phân công trên máy } k \text{ với mức ưu tiên } r \end{cases}$$



## 4. Mô hình bài toán

### •Các ràng buộc:

(2) Mỗi quan hệ trước sau giữa các công đoạn trong một công đoạn được phân công cho công nhân hoặc động cơ không bị vi phạm; hoặc động cơ không được để ở trạng thái chờ đợi quá lâu; hoặc động cơ phải hoạt động liên tục thành một công đoạn duy nhất tại một thời điểm

(6)(7) Mỗi công đoạn chỉ được xử lý khi máy được phân công rồi hay công đoạn phía trước đã hoàn thành

$$(2) S_{i,j} + \sum_{k \in M_{i,j}} (P_{i,j,k} * x_{i,j,k}) \leq S_{i,j+1} \text{ với } j = 1, \dots, n_i - 1; i = 1, \dots, n$$

$$(3) \sum_{k \in M_{i,j}} x_{i,j,k} = 1 \text{ với } j = 1, \dots, n_i; i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m$$

$$(4) \sum_r z_{i,j,k,r} = x_{i,j,k} \text{ với } j = 1, \dots, n_i; i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m; r = 1, \dots, q_k$$

$$(5) S_{k,r}^m + p_{i,j,k} * z_{i,j,k,r} \leq S_{k,r+1}^m \text{ với } j = 1, \dots, n_i; i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m; r = 1, \dots, q_k$$

$$(6) S_{k,r}^m + (1 - z_{i,j,k,r}) * L \geq S_{i,j} \text{ với } j = 1, \dots, n_i; i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m; r = 1, \dots, q_k$$

$$(7) S_{k,r}^m \leq S_{i,j} + (1 - z_{i,j,k,r}) * L \text{ với } j = 1, \dots, n_i; i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m; r = 1, \dots, q_k$$

## 5. Các thông số và Kết quả

### Dữ liệu đầu vào:

- Dữ liệu về công việc, công đoạn, thời gian xử lý
- Dữ liệu về tập hợp máy

*Hình: Dữ liệu của công việc, công đoạn và thời gian xử lý tương ứng*

Job	Task	Processing
0	0	13
0	1	21
0	2	29
0	3	27
0	4	35
1	0	13
1	1	21
1	2	29
1	3	27
1	4	35
2	0	36
2	1	97
2	2	90
2	3	56
2	4	120
3	0	36
3	1	97

Machine	Task
M1	0
M2	0
M3	1
M4	2
M5	2
M6	2
M7	2
M8	3
M9	3
M10	4
M11	4
M12	4
M13	4

*Hình: Dữ liệu về thông tin các máy xử lý các công đoạn*



## 5. Các thông số và Kết quả

### Giả thiết

- Tất cả các máy đều sẵn sàng tại thời điểm  $t = 0$ .
- Tất cả các công việc đều sẵn sàng được xử lý tại thời điểm  $t = 0$ .
- **Thời gian xử lý của các máy giống nhau** trong cùng một tập hợp máy **là như nhau**
- **Mức độ ưu tiên giữa các máy giống nhau** trong cùng một tập hợp máy là như nhau.

### Ràng buộc:

- Trong mỗi công việc, các công đoạn cần được thực hiện theo đúng thứ tự 0 – 1 – 2 – 3 – 4.
- Mỗi công đoạn chỉ được thực hiện trên một tập hợp máy nhất định

# 5. Các thông số và Kết quả

## Dữ liệu đầu ra:

- Kết quả điều độ công việc
- Giá trị hàm mục tiêu
- Gantt chart biểu diễn trực quan kết quả

Hình: Kết quả điều độ công việc trên file csv

B	C	D	E	F	G
Machine	Job	Task	Start	Processing	End
1	1	0	36	13	49
1	3	0	0	36	36
2	0	0	0	13	13
2	2	0	13	36	49
2	4	0	49	57	106
3	0	1	13	21	34
3	1	1	330	21	351
3	2	1	233	97	330
3	3	1	36	97	133
3	4	1	133	100	233
4	3	2	133	90	223
5	2	2	330	90	420
6	1	2	351	29	380
7	0	2	34	29	63
7	4	2	233	87	320
8	1	3	380	27	407
8	3	3	223	56	279
9	0	3	63	27	90
9	2	3	420	56	476
9	4	3	320	60	380
10	3	4	279	120	399
11	2	4	476	120	596
12	1	4	407	35	442
13	0	4	90	35	125
13	4	4	380	120	500

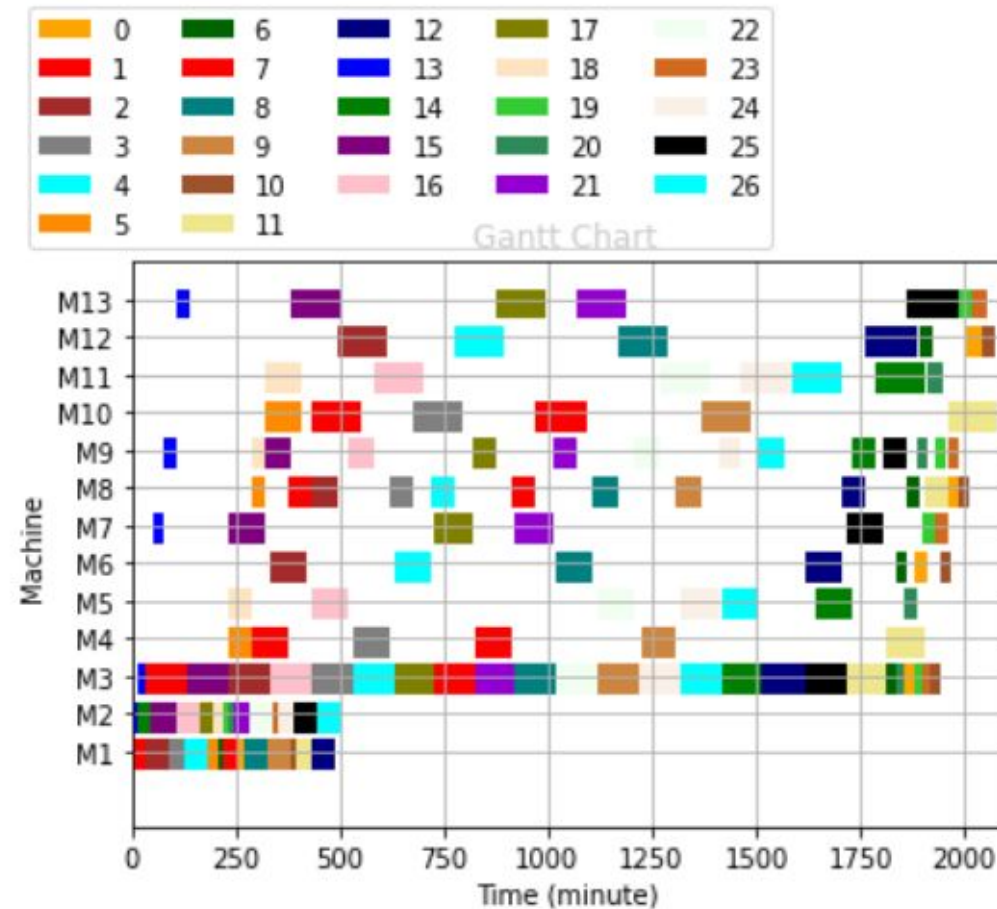
## 5. Các thông số và Kết quả

### Dữ liệu đầu ra:

- Kết quả điều độ công việc
- Giá trị hàm mục tiêu
- Gantt chart biểu diễn trực quan kết quả

Thời gian điều độ là: 2078.0

Hình: Giá trị hàm mục tiêu của 27 công việc



Hình: Gantt chart biểu diễn kết quả điều độ của 27 công việc trên 13 máy.

# 5. Các thông số và Kết quả

- Kết quả:

Hình: So sánh thời gian điều độ giữa cách làm theo kinh nghiệm và chạy bằng mô hình

Số lượng sản phẩm	Thời gian hoàn thành theo lịch trình điều độ bằng kinh nghiệm (*)	Thời gian hoàn thành theo lịch trình điều độ bằng giải thuật FJSP (*)	Thời gian chênh lệch
5	1,5 ngày	596 phút ~ 1,24 ngày (**)	17%
8	2,5 ngày	893 phút ~ 1,86 ngày	26%
10	3 ngày	1090 phút ~ 2,27 ngày	24%
20	5.5 ngày	1584 phút ~ 3,3 ngày	40%
27	7 ngày	2078 phút ~ 4.33 ngày	38%

# 5. Các thông số và Kết quả

- Kết quả:

Hình: So sánh chi phí giữa việc điều độ bằng kinh nghiệm và điều độ bằng giải thuật

Số lượng sản phẩm	Chi phí nhân công khi điều độ bằng kinh nghiệm (VND)	Chi phí nhân công khi điều độ bằng giải thuật FJSP (VND)	Chi phí chênh lệch (VND)
5	1,462,925	1,209,351	253,574
8	2,438,208	1,814,027	624,181
10	2,925,850	2,213,893	711,957
20	5,364,058	3,218,435	2,145,623
27	6,826,982	4,193,718	2,633,265

## 6. Kết luận

- Thực hiện được việc điều độ sản xuất cho xưởng sản xuất tại công ty Nội thất Phương Nam, tìm ra lời giải cho bài toán có tính phức tạp cao như Điều độ Job Shop, đặc biệt là Điều độ Job Shop linh hoạt.
- Mô hình đề ra có tính linh hoạt cao
- Tuy nhiên, một vài các yếu tố vẫn chưa được xét đến như thời gian nghỉ giữa giờ, thời gian bắt đầu, kết thúc ca làm việc của xưởng sản xuất,.
- Chỉ mới xét đến các yếu tố tất định, các trường hợp chứa các yếu tố bất định như: công nhân nghỉ, máy móc hỏng hóc, thiên tai, lũ lụt

## 6. Kiến nghị

Để có thể đem lại kết quả điều độ chính xác hơn nữa, luận văn cần nghiên cứu và đưa ra mô hình toán có đề cập thêm đến các yếu tố như được khác chưa được đề cập như thời gian nghỉ giữa giờ, thời gian của ca làm việc...

Thank you

