

# Ứng dụng phương pháp string diagram kết hợp với flow process chart nâng cao năng suất lao động khi thi công đổ bê tông sàn và cột công trình nhà phố tại TP. Hồ Chí Minh

Application of string diagram combine with flow process chart to optimize slab and column concreting work townhouses in Ho Chi Minh city

**Huỳnh Kim Phát - TS. Đỗ Tiến Sỹ** - Bộ môn Thi công và Quản lý Xây dựng, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường ĐH Bách Khoa TP. HCM - ĐH Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

Tác giả liên hệ. Địa chỉ e-mail: kimphatbk08@gmail.com / ĐT: 0931865741

**TS. Nguyễn Thanh Việt** - Giảng viên Khoa Kỹ thuật Xây dựng, ĐH Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh

**Tóm tắt:** Xây dựng là một trong những ngành có lịch sử lâu đời và quy mô lớn nhất toàn cầu. Mặc dù tăng trưởng chung của ngành đã giảm đáng kể do tác động từ đại dịch Covid-19, tuy nhiên thị trường xây dựng nhà phố được dự báo vẫn có tốc độ tăng trưởng cao do đa số là nhà tự xây tự ở, ít nhạy cảm với thay đổi ngắn hạn của môi trường kinh tế. Bài báo này tập trung nghiên cứu phương pháp căng dây (còn gọi là phương pháp String Diagram) kết hợp với phương pháp biểu đồ dòng chảy (còn gọi là phương pháp Flow Process Chart) nhằm tối ưu hóa quãng đường di chuyển của công nhân trong quá trình thi công công tác đổ bê tông sàn và cột. Kết quả nghiên cứu sẽ giúp cho các doanh nghiệp thi công xây dựng đưa ra các giải pháp hữu hiệu trong việc sắp xếp, bố trí kho bãi, vật liệu nhằm giảm thời gian thi công và tăng năng suất lao động.

**Từ khóa:** năng suất lao động; nhà phố; String Diagram; Flow Process Chart.

**Abstract:** Construction is one of the industries with a long history and the largest scale in the world. Although the overall growth of the industry has decreased significantly due to the impact of the Covid-19 disease, the townhouse construction market is still forecasted to have a high growth rate due to the majority of self-build housing, less sensitivity to short-term changes in the economic environment.

This paper focuses on the String Diagram combined with the Flow Process Chart method to optimize the worker's distances during the construction of concreting. The research results will help Vietnamese construction contractorsto come up with workable solutions in arranging warehouses and materials thereby reducing construction time and increase labor productivity.

**Keywords:** labour productivity; townhouses; String Diagram; Flow Process Chart.

## 1. Giới thiệu

Trong bối cảnh ngành xây dựng chịu tác động tiêu cực của đại dịch COVID-19, mức độ quan tâm Bất động sản (BDS) nhà riêng, nhà mặt phố vẫn ghi nhận xu hướng tương đối tích cực tại hai thị trường lớn nhất cả nước là Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Theo Báo cáo thị trường BĐS Việt Nam 2020, mức độ quan tâm nhà mặt phố bán tăng 19% và nhà riêng bán tăng 25% tại Hà Nội và tăng lần lượt 9% và 5% tại TP. Hồ Chí Minh [1]. Mặc dù tiềm năng thị trường nhà phố là rất lớn nhưng quy mô xây dựng phần lớn lại không cao dẫn đến việc cạnh tranh giữa các doanh nghiệp xây dựng rất gay gắt, chủ yếu dựa trên giá thi công công trình. Do đó, việc nghiên cứu các phương pháp nhằm cải tiến năng suất lao động không những giúp các doanh nghiệp xây dựng đẩy nhanh tốc độ thi công mà còn cân đối ngân sách thu - chi, tăng sức cạnh tranh trên thị trường. Có nhiều phương pháp khác nhau nhằm cải tiến, nâng cao năng suất lao động. Nghiên cứu sử dụng phương pháp String Diagram kết hợp với Flow Process Chart nhằm phân tích mức độ hợp lý trong việc bố trí kho bãi, vật liệu thông qua quá trình di chuyển của công nhân khi thực hiện công tác đổ bê tông sàn và cột do đây là hai cấu kiện quan trọng trong công trình xây dựng. Kết quả

nghiên cứu sẽ góp phần quan trọng giúp cho các doanh nghiệp xây dựng sắp xếp, bố trí kho bãi, vật liệu phù hợp, giảm thời gian thi công, góp phần tăng năng suất lao động.

## 2. Các nghiên cứu về String Diagram và Flow Process Chart trong quản lý xây dựng

Hiện nay có nhiều nghiên cứu về nâng cao năng suất lao động bằng cách sử dụng phương pháp String Diagram và Flow Process Chart trong quản lý xây dựng. Các nghiên cứu, bài báo khoa học, giáo trình đã thực hiện trên thế giới và Việt Nam mà tác giả tổng hợp được như sau:

*Robert L.Harris* (2000) mô tả đầy đủ các biểu đồ, đồ thị, bản đồ và sơ đồ được sử dụng hàng ngày để quản lý, phân tích và truyền đạt thông tin.

*Tejinder Singh, Harvinder Lal* (2016) nghiên cứu trình bày khái niệm và ứng dụng từng công cụ biểu đồ trong việc cải thiện, nâng cao năng suất lao động như: String Diagram, Flow Process Chart, Templates, Scale models...

*Smriti Chand* (2000) phân tích sáu công cụ và kỹ thuật được sử dụng cho bố trí mặt bằng công trình gồm: Operation Process Chart, Flow Process Chart, Process Flow Diagrams, Machine Data Cards, Templates, Scale

Models.

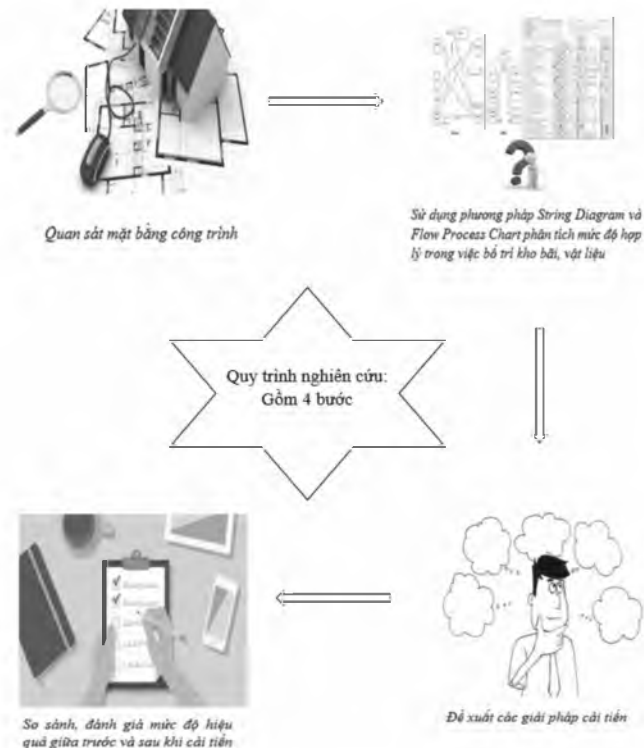
Inderdeep Singh (2018) trình bày khái niệm, tính năng String Diagram và Flow Process Chart khi áp dụng cho từng loại công trình khác nhau. Ngoài ra, tác giả nghiên cứu, ứng dụng các loại phương pháp biểu đồ khác nhau nhằm đưa ra giải pháp mới giúp cải tiến năng suất lao động tốt hơn.

Bộ Xây dựng (2007) mô tả các quy tắc cơ bản để lập sơ đồ khối mô tả quy trình công việc, sử dụng những ký hiệu chuẩn để biểu hiện một loại hình tác nghiệp hoặc quy trình sẽ được tiến hành.

Viện Nghiên cứu Quản trị Kinh doanh UCI (2019) trình bày định nghĩa, hướng dẫn, biểu tượng và lợi ích của sơ đồ dòng chảy Flow Process Chart.

### 3. Phương pháp luận nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu gồm 4 bước như Hình 1.



Hình 1. Quy trình thực hiện nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp String Diagram kết hợp với Flow Process Chart để đánh giá mức độ hợp lý trong việc sắp xếp, bố trí kho bãi, vật liệu tại các công trình nhà phố trên địa bàn TP. Hồ Chí Minh với trình tự thực hiện gồm 04 bước như sau:

**Bước 1: Quan sát mặt bằng công trình:** Đây là bước quan trọng giúp đánh giá sơ bộ mức độ hợp lý trong việc sắp xếp, bố trí kho bãi, vật liệu. Sau khi quan sát thực tế mặt bằng công trình, sử dụng phần mềm autocad vẽ lại vị trí kho bãi đồng thời ký hiệu và ghi chú các thông tin liên quan.

**Bước 2: Sử dụng phương pháp String Diagram và Flow Process Chart phân tích mức độ hợp lý trong việc bố trí kho bãi, vật liệu:** Phương pháp String Diagram giúp đánh giá mật độ di chuyển của công nhân bằng việc nối vị trí các kho bãi, vật liệu; phương pháp Flow Process Chart giúp thống kê quãng đường di chuyển và thời gian thực hiện công tác thi công đổ bê tông.

**Bước 3: Đề xuất các giải pháp cải tiến:** Thông qua 02

phương pháp trên nghiên cứu sẽ đánh giá mức độ hợp lý trong việc bố trí kho bãi, vật liệu đồng thời đưa ra các giải pháp cải tiến.

**Bước 4: So sánh, đánh giá mức độ hiệu quả giữa trước và sau khi cải tiến:** Sau khi sắp xếp, bố trí lại kho bãi, vật liệu theo các giải pháp cải tiến đã đề xuất ở Bước 3, nghiên cứu sử dụng phương pháp String Diagram kết hợp với Flow Process Chart nhằm so sánh, đánh giá mức độ hiệu quả giữa trước và sau khi cải tiến.

### 4. Kết quả nghiên cứu

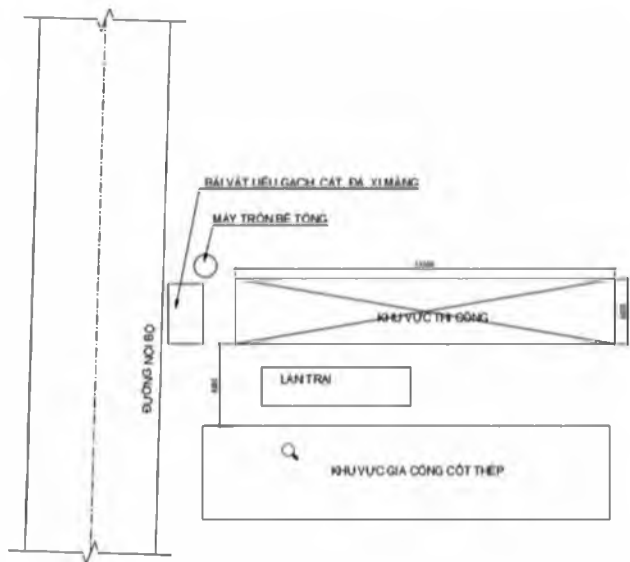
#### 4.1. Quan sát mặt bằng công trình

##### a. Thông tin công trình nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên công trình nhà phố cá nhân riêng lẻ, địa điểm xây dựng tại hẻm 547 Lê Văn Quới, Quận Bình Tân, TP. Hồ Chí Minh. Công trình có quy mô 01 trệt, 02 lầu, 01 sân thượng, diện tích xây dựng 4 x 23.3(m<sup>2</sup>).

##### b. Quan sát mặt bằng công trình

Sau khi quan sát mặt bằng công trình, ta sử dụng phần mềm autocad vẽ lại vị trí kho bãi đồng thời ký hiệu và ghi chú các thông tin liên quan trong Hình 2.



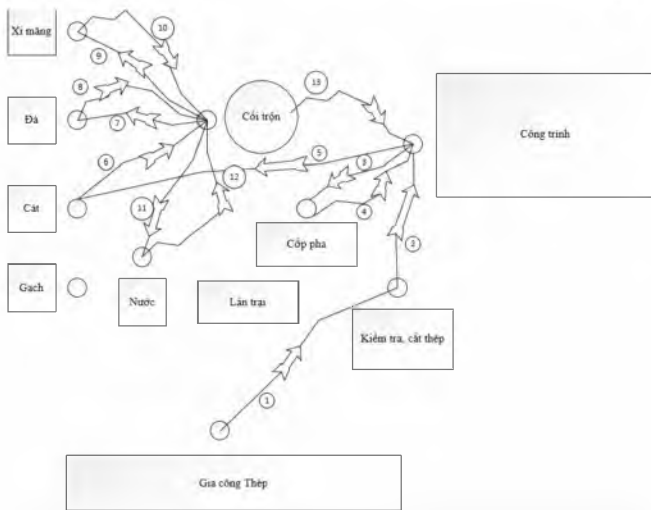
Hình 2. Sơ đồ bố trí mặt bằng công trường

#### 4.2. Sử dụng phương pháp String Diagram và Flow Process Chart phân tích mức độ hợp lý trong việc bố trí kho bãi, vật liệu

##### a. Biểu diễn quãng đường di chuyển của công nhân bằng phương pháp String Diagram

Theo Smriti Chand (2000), String Diagram là một trong những kỹ thuật hữu ích và đơn giản nhất của nghiên cứu phương pháp. Nó có thể được định nghĩa là một mô hình tỷ lệ mà trên đó đường đi hoặc chuyển động của con người và vật liệu trong một chuỗi sự kiện cụ thể được theo dõi bằng một sợi dây nối từ chuyển động đầu tiên đến chuyển động cuối cùng [2-4].

Nghiên cứu sử dụng phương pháp String Diagram để xem xét chuyển động của công nhân khi vận chuyển nguyên, vật liệu và thiết bị thi công bằng cách nối các điểm di chuyển khi người công nhân thực hiện công tác thi công đổ bê tông bằng đường thẳng. Sau đó, ta dùng ký hiệu mũi tên để đánh dấu trình tự di chuyển theo thứ tự từng công tác như Hình 3.



Hình 3. Biểu diễn công tác đổ bê tông bằng phương pháp String Diagram

Theo đó, mật độ lưu thông của công nhân dày đặc, liên tục và xuất hiện nhiều điểm giao cắt. Điều này chứng tỏ người công nhân khi thực hiện công tác thi công đổ bê tông phải di chuyển liên tục qua lại giữa các kho, bãi, dẫn đến thời gian thực hiện công tác kéo dài,

Bảng 1. Các ký hiệu thường được sử dụng trong biểu đồ Flow Process Chart nhằm ghi lại các sự kiện hoặc các công tác

| Sự kiện/ Chuyển động  | Ký hiệu | Giải thích  |
|---|---------|---|
| Vận hành (Operation)  |         | - Vận hành có nghĩa là một hoạt động. Đó là một trong các bước của quy trình. Bất cứ hoạt động nào như đánh dấu, chỉnh sửa hay thay đổi công việc được gọi là vận hành. |
| Kiểm tra (Inspection)                                       |         | - Đại diện cho việc kiểm tra chất lượng hoặc số lượng của nguyên, vật liệu.   |
| Vận chuyển (Transport)                                      |         | - Là sự di chuyển hoặc đi lại của công nhân hoặc của vật liệu từ nơi này đến nơi khác.  |
| Chậm trễ hoặc kho tạm (Delay or Temporary Storage)          |         | - Chậm trễ có nghĩa là quy trình tạm dừng bởi một vài lý do. Nó là một sự tạm dừng tạm thời.  |
| Kho (Storage)   |         | - Là giai đoạn mà hàng hóa hoặc nguyên liệu thô hoàn thành.   |
| Vận hành và kiểm tra (Operation and Inspection)             |         | - Là quá trình sản phẩm đang được kiểm tra khi nó được đóng gói.  |
| Vận hành cùng với vận chuyển (Operation cum Transportation) |         | - Sản phẩm được chế tạo và chuẩn bị vận chuyển.   |

thời gian chờ tăng lên.

b. Biểu diễn công tác thi công đổ bê tông sàn và cột bằng phương pháp Flow Process Chart

Theo Robert L.Harris (2000), Flow Process Chart là một đồ thị trình bày tuần tự các bước trong một quy trình. Trong một vài trường hợp Flow Process Chart là sự mở rộng trên một phần của hoạt động hoặc công tác. Các thông tin điển hình bao gồm: số lượng, khoảng cách di chuyển, loại công việc thực hiện thường được biểu thị bằng ký hiệu và thiết bị được sử dụng như Bảng 1 [4-6].

Nghiên cứu sẽ sử dụng các ký hiệu tại Bảng 1 để phân tích, lập tài liệu và truyền đạt thông tin về quy trình thi công công tác đổ bê tông sàn và cột của công nhân. Thời gian thực hiện từng công tác và quãng đường di chuyển được đo trực tiếp tại công trình như Hình 4, Hình 5.

| ELEMENT DESCRIPTION                      | SYMBOL | DISTANCE (M) | TIME (MINUTE) |
|--|--------|--------------|---------------|
| I. CÔNG TÁC CỐT THÉP                     |        |              | 24            |
| KHO THÉP                                 |        |              | 5             |
| VẬN CHUYỂN THÉP SANG KHU VỰC GIA CÔNG    |        | 2            | 1,5           |
| GIA CÔNG THÉP                            |        |              | 6             |
| VẬN CHUYỂN THÉP ĐẾN CÔNG TRÌNH           |        | 3            | 1,5           |
| LẮP ĐUNG THÉP                            |        |              | 11            |
| KIỂM TRA                                 |        |              | 4             |
| II. CÔNG TÁC CỐP PHA                     |        |              | 48            |
| DI CHUYỂN SANG KHO CỐP PHA               |        | 1            | 1             |
| VẬN CHUYỂN CỐP PHA SANG KHU VỰC GIA CÔNG |        | 2            | 1             |
| GIA CÔNG CỐP PHA                         |        |              | 11            |
| VẬN CHUYỂN CỐP PHA ĐẾN CÔNG TRÌNH        |        | 3            | 4             |
| LẮP ĐUNG CỐP PHA                         |        |              | 9             |
| CHỜNG ĐỔ CỐP PHA                         |        |              | 14            |
| KIỂM TRA                                 |        |              | 10            |
| III. CÔNG TÁC BÉ TÔNG                    |        |              | 88            |
| DI CHUYỂN BỂ BÀ CÁT                      |        | 2            | 1             |
| VẬN CHUYỂN CÁT VÀO CỐT TRỘN              |        | 3            | 8             |
| DI CHUYỂN BỂ BÀ BÀ                       |        | 2            | 1             |
| VẬN CHUYỂN BÀ VÀO CỐT TRỘN               |        | 3            | 8             |
| DI CHUYỂN BỂ KHU XI MĂNG                 |        | 2            | 1             |
| VẬN CHUYỂN XI MĂNG VÀO CỐT TRỘN          |        | 3            | 8             |
| DI CHUYỂN BỂ KHU VỰC ĐỔ NƯỚC             |        | 2            | 1             |
| VẬN CHUYỂN NƯỚC VÀO CỐT TRỘN             |        | 2            | 8             |
| TRỘN BÉ TÔNG                             |        |              | 22            |
| VẬN CHUYỂN BÉ TÔNG ĐẾN CÔNG TRÌNH        |        | 15           | 18            |
| ĐỔ BÉ TÔNG CỘT                           |        |              | 20            |
| BẮM LÊN BÉ TÔNG TRÁNH PHẢI TẮNG          |        |              | 10            |
| TỔNG THỜI GIẢN THI CÔNG ĐỔ BÉ TÔNG CỘT   |        |              | 179           |

Hình 4. Biểu diễn công tác đổ bê tông cột bằng biểu đồ Flow Process Chart

#### 4.3. Đề xuất các giải pháp cải tiến

Sau khi tiến hành biểu diễn công tác đổ bê tông sàn và cột bằng biểu đồ String Diagram và Flow Process Chart, nghiên cứu đề xuất các giải pháp bố trí kho, bãi, nguyên vật liệu như sau:

- + Cốp pha, cốt thép được bố trí chung 01 kho bãi.
- + Khu vực kiểm tra, đánh dấu, cắt thép nằm kế bên bãi cốp pha, cốt thép.

**Ứng dụng phương pháp string diagram kết hợp với flow process chart nâng cao năng suất lao động khi thi công...**

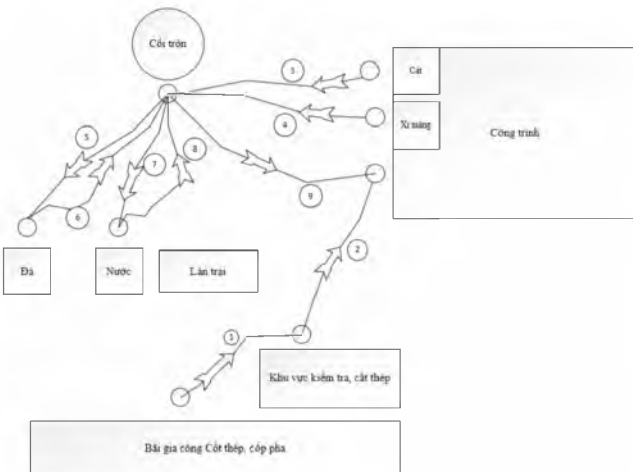
| ELEMENT DESCRIPTION                      | SYMBOL    | DISTANCE (M) | TIME (DAY) |
|--|-----------|--------------|------------|
| I. CÔNG TÁC CỘT THÉP                     | ○ □ → ▢ ▽ |              |            |
| KHO THÉP                                 |           |              | 0          |
| VẬN CHUYỂN THÉP SANG KHU VỰC GIA CÔNG    |           | 3            | 0,21       |
| GIA CÔNG THÉP                            |           |              | 1          |
| VẬN CHUYỂN THÉP ĐẾN CÔNG TRÌNH           |           | 40           | 0,21       |
| LẮP DỰNG THÉP                            |           |              | 1          |
| KIỂM TRA                                 |           |              | 0,5        |
| II. CÔNG TÁC CỘT PHẠ                     |           |              | 3          |
| DI CHUYỂN SANG KHO CỘT PHẠ               |           | 10           | 0,2        |
| VẬN CHUYỂN CỘT PHẠ SANG KHU VỰC GIA CÔNG |           | 5            | 0,3        |
| GIA CÔNG CỘT PHẠ                         |           |              | 0,5        |
| VẬN CHUYỂN CỘT PHẠ ĐẾN CÔNG TRÌNH        |           | 25           | 0,21       |
| LẮP DỰNG CỘT PHẠ                         |           |              | 0,75       |
| CHỜNG ĐÓ CỘT PHẠ                         |           |              | 0,75       |
| KIỂM TRA                                 |           |              | 0,21       |
| III. CÔNG TÁC BÊ TÔNG                    |           |              | 1          |
| DI CHUYỂN ĐẾN BÃI CÁT                    |           | 15           | 0,01       |
| VẬN CHUYỂN CÁT VÀO CỐI TRỘN              |           | 15           | 0,05       |
| DI CHUYỂN ĐẾN BÃI ĐÁ                     |           | 15           | 0,01       |
| VẬN CHUYỂN ĐÁ VÀO CỐI TRỘN               |           | 15           | 0,05       |
| DI CHUYỂN ĐẾN KHO XI MĂNG                |           | 15           | 0,01       |
| VẬN CHUYỂN XI MĂNG VÀO CỐI TRỘN          |           | 15           | 0,05       |
| DI CHUYỂN ĐẾN KHU VỰC ĐỂ NƯỚC            |           | 20           | 0,01       |
| VẬN CHUYỂN NƯỚC VÀO CỐI TRỘN             |           | 20           | 0,05       |
| TRỘN BÊ TÔNG                             |           |              | 0,2        |
| VẬN CHUYỂN BÊ TÔNG ĐẾN CÔNG TRÌNH        |           | 60           | 0,1        |
| ĐÓ BÊ TÔNG CỘT                           |           |              | 0,4        |
| ĐÁM LÊN BÊ TÔNG TRÁNH PHẢN TẢNG          |           |              | 0,06       |
| TỔNG THỜI GIẢN THI CÔNG ĐÓ BÊ TÔNG SÀN   |           |              | 7          |

**Hình 5. Biểu diễn công tác đổ bê tông sàn bằng biểu đồ Flow Process Chart**

+ Khu vực bãi để cát, xi măng được bố trí bên trong công trình.

+ Khu vực bãi đá gần với nguồn nước.

Nghiên cứu tiến hành biểu diễn lại chuyển động của công nhân bằng biểu đồ String Diagram sau khi bố trí lại kho, bãi, nguyên vật liệu như Hình 6.



**Hình 6. Biểu diễn công tác đổ bê tông bằng biểu đồ String Diagrams sau khi cải tiến**

- Biểu đồ String Diagram cho ta thấy hướng di chuyển của công nhân không còn dày đặc như ban đầu. Số lượng điểm giao cắt cũng đã giảm rõ rệt chứng tỏ việc di chuyển qua lại giữa các kho, bãi đã giảm đi.

- Nghiên cứu sử dụng biểu đồ Flow Process Chart

| ELEMENT DESCRIPTION                              | SYMBOL    | DISTANCE (M) | TIME (MINUTE) |
|--|-----------|--------------|---------------|
| I. CÔNG TÁC CỘT THÉP, CỘT PHẠ                    | ○ □ → ▢ ▽ |              |               |
| KHO THÉP - KHO CỘT PHẠ                           |           |              | 0             |
| VẬN CHUYỂN THÉP VÀ CỘT PHẠ SANG KHU VỰC GIA CÔNG |           | 3            | 3             |
| GIA CÔNG THÉP                                    |           |              | 4             |
| GIA CÔNG CỘT PHẠ                                 |           |              | 13            |
| VẬN CHUYỂN THÉP + CỘT PHẠ ĐẾN CÔNG TRÌNH         |           | 2            | 3             |
| LẮP DỰNG THÉP                                    |           |              | 13            |
| LẮP DỰNG CỘT PHẠ                                 |           |              | 9             |
| CHỜNG ĐÓ CỘT PHẠ                                 |           |              | 14            |
| KIỂM TRA   |           |              | 10            |
| II. CÔNG TÁC BÊ TÔNG                             |           |              | 80            |
| VẬN CHUYỂN CÁT VÀO CỐI TRỘN                      |           | 2            | 3             |
| VẬN CHUYỂN XI MĂNG VÀO CỐI TRỘN                  |           | 2            | 3             |
| VẬN CHUYỂN ĐÁ VÀO CỐI TRỘN                       |           | 2            | 6             |
| DI CHUYỂN ĐẾN KHU VỰC ĐỂ NƯỚC                    |           | 2            | 3             |
| VẬN CHUYỂN NƯỚC VÀO CỐI TRỘN                     |           | 2            | 5             |
| TRỘN BÊ TÔNG                                     |           |              | 22            |
| VẬN CHUYỂN BÊ TÔNG ĐẾN CÔNG TRÌNH                |           | 15           | 15            |
| ĐÓ BÊ TÔNG CỘT                                   |           |              | 18            |
| ĐÁM LÊN BÊ TÔNG TRÁNH PHẢN TẢNG                  |           |              | 10            |
| TỔNG THỜI GIẢN THI CÔNG ĐÓ BÊ TÔNG CỘT           |           |              | 149           |

**Hình 7. Biểu diễn công tác đổ bê tông cột bằng biểu đồ Flow Process Chart sau khi bố trí lại kho bãi vật tư**

| ELEMENT DESCRIPTION                              | SYMBOL    | DISTANCE (M) | TIME (DAY) |
|--|-----------|--------------|------------|
| I. CÔNG TÁC CỘT THÉP, CỘT PHẠ                    | ○ □ → ▢ ▽ |              |            |
| KHO THÉP - KHO CỘT PHẠ                           |           |              | 0          |
| VẬN CHUYỂN THÉP VÀ CỘT PHẠ SANG KHU VỰC GIA CÔNG |           | 30           | 0,2        |
| GIA CÔNG THÉP                                    |           |              | 0,6        |
| GIA CÔNG CỘT PHẠ                                 |           |              | 0,7        |
| VẬN CHUYỂN THÉP + CỘT PHẠ ĐẾN CÔNG TRÌNH         |           | 40           | 0,4        |
| LẮP DỰNG THÉP                                    |           |              | 1          |
| LẮP DỰNG CỘT PHẠ                                 |           |              | 1          |
| CHỜNG ĐÓ CỘT PHẠ                                 |           |              | 0,9        |
| KIỂM TRA   |           |              | 0,6        |
| II. CÔNG TÁC BÊ TÔNG                             |           |              | 0,9        |
| VẬN CHUYỂN CÁT VÀO CỐI TRỘN                      |           | 30           | 0,04       |
| VẬN CHUYỂN XI MĂNG VÀO CỐI TRỘN                  |           | 15           | 0,01       |
| DI CHUYỂN ĐẾN BÃI ĐÁ                             |           | 15           | 0,04       |
| VẬN CHUYỂN ĐÁ VÀO CỐI TRỘN                       |           | 15           | 0,04       |
| DI CHUYỂN ĐẾN KHU VỰC ĐỂ NƯỚC                    |           | 20           | 0,01       |
| VẬN CHUYỂN NƯỚC VÀO CỐI TRỘN                     |           | 20           | 0,04       |
| TRỘN BÊ TÔNG                                     |           |              | 0,2        |
| VẬN CHUYỂN BÊ TÔNG ĐẾN CÔNG TRÌNH                |           | 60           | 0,1        |
| ĐÓ BÊ TÔNG SÀN                                   |           |              | 0,4        |
| ĐÁM LÊN BÊ TÔNG TRÁNH PHẢN TẢNG                  |           |              | 0,06       |
| TỔNG THỜI GIẢN THI CÔNG ĐÓ BÊ TÔNG SÀN           |           |              | 6,3        |

**Hình 8. Biểu diễn công tác đổ bê tông sàn bằng biểu đồ Flow Process Chart sau khi bố trí lại kho bãi vật tư**






nhằm tính toán tổng thời gian thực hiện công tác đổ bê tông cột và sàn sau khi cải tiến nhằm so sánh tính hiệu quả của phương án bố trí lại (Hình 7, Hình 8).

**4.4. So sánh, đánh giá mức độ hiệu quả giữa trước và sau khi cải tiến**



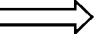

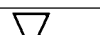
**a. Thống kê quãng đường di chuyển và số lượng chuyển động của công nhân**

Dựa trên ký hiệu các sự kiện tại Bảng 1, biểu đồ Flow Process Chart biểu diễn công tác đổ bê tông sàn và cột trước và sau khi thực hiện cải tiến, nghiên cứu tiến hành thống kê quãng đường di chuyển, thời gian thực hiện công tác đổ bê tông, số lượng chuyển động của công nhân như Bảng 2 và Bảng 3.

**Bảng 2.** Bảng thống kê quãng đường di chuyển, thời gian thực hiện công tác đổ bê tông cột, số lượng chuyển động của công nhân trước và sau khi cải tiến

| Hoạt động                            | Ký hiệu  | Trước khi cải tiến | Sau khi cải tiến |
|--------------------------------------|--|--------------------|------------------|
| Vận hành                             |   | 8                  | 8                |
| Kiểm tra                             |   | 2                  | 1                |
| Vận chuyển/Di chuyển                 |   | 9                  | 7                |
| Chậm trễ hoặc kho tạm                |   | 0                  | 0                |
| Kho                                  |  | 6                  | 3                |
| Tổng số lượng các công tác thực hiện |  | 25                 | 19               |
| Quãng đường di chuyển (m)            |  | 46                 | 30               |
| Thời gian thực hiện (giờ)            |  | 2,83               | 2,48             |

**Bảng 3.** Bảng thống kê quãng đường di chuyển, thời gian thực hiện công tác đổ bê tông sàn, số lượng chuyển động của công nhân trước và sau khi cải tiến

| Hoạt động                            | Ký hiệu   | Trước khi cải tiến | Sau khi cải tiến |
|--------------------------------------|---|--------------------|------------------|
| Vận hành                             |  | 8                  | 8                |
| Kiểm tra                             |  | 2                  | 1                |
| Vận chuyển/ Di chuyển                |  | 9                  | 7                |
| Chậm trễ hoặc kho tạm                |  | 0                  | 0                |
| Kho                                  |  | 6                  | 3                |
| Tổng số lượng các công tác thực hiện |   | 25                 | 19               |
| Quãng đường di chuyển (m)            |   | 275                | 230              |
| Thời gian thực hiện (ngày)           |   | 07                 | 6,3              |

**b. So sánh, đánh giá**

Sau khi bố trí lại kho bãi, vật tư tổng số lượng các công tác người công nhân phải thực hiện để thực hiện thi công công tác đổ bê tông sàn và cột đều giảm tại hoạt động vận chuyển và di chuyển qua lại giữa các kho, bãi. Tổng thời gian thi công và quãng đường di chuyển của công nhân giảm. Đối với công tác đổ bê tông cột, tổng thời gian thực hiện công tác đổ bê tông

giảm 0,35(giờ), công nhân di chuyển quãng đường ít hơn 16(m). Đối với công tác đổ bê tông sàn, tổng thời gian thực hiện công tác đổ bê tông giảm 5,6 (giờ), công nhân di chuyển quãng đường ít hơn 45(m).

Qua kết quả ghi nhận thực tế tại công trình có thể kết luận việc bố trí kho bãi, vật tư đã mang lại hiệu quả trong việc tăng năng suất lao động và giảm thời gian thi công công tác đổ bê tông tại công trình.

**5. Kết luận và kiến nghị**

Nghiên cứu tiến hành quan sát di chuyển của công nhân khi thực hiện công tác đổ bê tông cột và sàn. Bằng cách kết hợp biểu đồ String Diagram và Flow Process Chart, nghiên cứu đã biểu diễn số lượng các công tác thực hiện, thời gian thi công và quãng đường di chuyển của công nhân. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đưa ra các giải pháp bố trí kho bãi, vật tư khi thi công công tác đổ bê tông cấu kiện cột và sàn nhằm nâng cao năng suất lao động. Dựa trên kết quả nghiên cứu, tác giả kiến nghị các nhà thầu thi công nghiên cứu, áp dụng vào thực tế thi công do ưu điểm của phương pháp là đơn giản, dễ thực hiện và không tốn chi phí đầu tư ban đầu. Tuy nhiên, chúng có nhược điểm là đòi hỏi công trình xây dựng phải có mặt bằng rộng rãi để có thể bố trí kho bãi, vật tư. □

**Tài liệu tham khảo:**

- [1] Batdongsan.com.vn (2020). Báo cáo thị trường BĐS quý III/2020. Truy cập ngày 11/5/2021.
- [2] Robert L. Harris (2000). Information Graphics: A Comprehensive Illustrated Reference.
- [3] Tejinder Singh, Harvinder Lal (2016). Various Techniques used in Plant layout. Vol. 6, Issue 1. Ramgarhia Institute of Engineering & Technology, Phagwara, Punjab, India.
- [4] Đỗ Tiến Sỹ (2020). Giáo trình Tổ chức lao động và năng suất lao động trong thi công xây dựng. Trường ĐH Bách khoa, ĐHQG TP. HCM.
- [5] Smriti Chand (2000). Tool and Techniques used for Industrial Layout Planning.
- [6] Inderdeep Singh (2018). Operations Management: Tools and Techniques used for plant layout Planning. Lecture 25. Department of Mechanical and Industrial Engineering.
- [7] Bộ Xây dựng (2007). Hướng dẫn lập sơ đồ khối, Trung tâm quản lý nước thải và chất thải rắn tại các tỉnh
- [8] Uci.com.vn (2019). Sơ đồ dòng chảy trong 07 công cụ quản lý chất lượng. Truy cập ngày 14/5/2021

**Không có hỗ trợ kinh phí từ đề tài/dự án:**

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.