



# CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT BÊ TÔNG CỐT THÉP

## DỰ ỨNG LỰC ĐÚC SẴN HƯỚNG TỚI CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG BỀN VỮNG TECHNOLOGY TO PRODUCE PRECAST PRESTRESSED REINFORCED CONCRETE TOWARDS SUSTAINABLE CONSTRUCTION WORKS

Ths. Trần Nguyễn Hoàng Uyên\*, Ths. Tô Hương Chi\*

**Tóm tắt:** Bài viết nhằm trình bày về công nghệ sản xuất và lắp dựng các loại cấu kiện tiền chế như sàn, dầm, cột và các chi tiết nối nổi nhằm liên kết cấu kiện với nhau. Sau đó đề cập đến trình tự sản xuất và dưỡng hộ các cấu kiện bê tông cốt thép dự ứng lực đúc sẵn tại nhà máy, và cuối cùng là trình tự lắp dựng kết cấu tại công trường. Quy trình này được tổng hợp dựa trên quá trình sản xuất, thi công và lắp dựng thực tế tại công ty DPM. Đây là một quy trình mới giúp nâng cao tiến độ thi công, chất lượng công trình và hướng tới phát triển công trình xây dựng bền vững.

**Từ khóa:** Bê tông, cốt thép, công nghệ, dự ứng lực, xây dựng.

**Abstract:** This article aims to present the technology for manufacturing and erecting precast components such as floors, beams, columns and connection details to connect the components together. Next, the production and curing sequence of precast reinforced concrete structures at the factory is mentioned, and finally the structure erection

sequence at the construction site. This process is compiled based on the actual production, construction and erection process at DPM company. This is a new process that helps improve construction progress, project quality and aim to develop sustainable construction.

**Keywords:**

Nhận bài ngày 18/2/2024, chỉnh sửa ngày 15/3/2024, chấp nhận đăng ngày 19/4/2024.

### 1. Dẫn nhập

Trong lĩnh vực xây dựng, việc áp dụng kết cấu bê tông đúc sẵn với công nghệ dự ứng lực đang trở thành một xu hướng phổ biến nhờ những ưu điểm nổi bật mà nó mang lại. Phương pháp xây dựng "lắp ghép" được định nghĩa là quá trình lên kế hoạch, thiết kế, sản xuất, chế tạo và lắp ráp trước các bộ phận, thành phần và các cấu kiện khác nhau trong nhà máy trước khi vận chuyển đến công trình, và được tổ hợp, lắp đặt tạo thành công trình. Bài báo sẽ tập trung vào việc giới thiệu quy trình chi tiết

phương pháp thi công này, đồng thời cung cấp hình ảnh minh họa cụ thể về quá trình thực hiện thi công trong thực tế đã áp dụng cho công trình nhà công nghiệp.

### 2. Nội dung khoa học

#### 2.1. Khái quát về công nghệ bê tông dự ứng lực

- Là phương pháp kết hợp khả năng chịu nén tốt của bê tông và khả năng chịu kéo rất tốt của thép cường độ cao. Sự kết hợp này tạo ra một loại vật liệu có khả năng chịu được tải trọng lớn.

- Là một trong những loại vật liệu được sử dụng phổ biến nhất trong lĩnh vực xây dựng.

#### 2.2. Những ưu điểm của kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn dự ứng lực

- Phù hợp với công trình có tải trọng lớn và vượt nhịp lớn: Công nghệ bê tông dự ứng lực là lựa chọn lý tưởng cho các công trình đòi hỏi khả năng chịu tải trọng và vượt nhịp lớn.

- Tiến độ thi công nhanh: Sản xuất các cấu kiện tại nhà máy đồng thời với việc thi

\*Khoa Kỹ thuật công trình, Trường Đại học Tôn Đức Thắng,  
Email: trannguyenhoanguyen@tdtu.edu.vn; tohuongchi@tdtu.edu.vn

công phần móng hoặc hạ tầng tại công trường, cùng với sử dụng cột thông tầng, giúp rút ngắn thời gian thi công tại công trường lên đến 20% ~ 30% so với phương pháp đổ tại chỗ, tùy theo kết cấu của dự án và số lượng cấu kiện đúc sẵn.

- Tính thẩm mỹ, chất lượng bề mặt cấu kiện cao: Sử dụng bê tông cường độ cao kết hợp với quy trình sản xuất tại nhà máy đảm bảo chất lượng bề mặt cấu kiện rất cao, không cần đến lớp vữa trát hoàn thiện tại công trường, từ đó giảm chi phí và thời gian thi công.

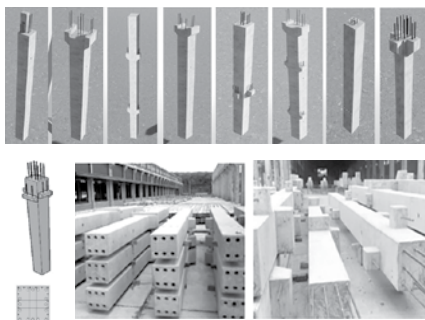
- Giảm lượng ván khuôn và giàn giáo tại công trường: Việc giảm thiểu vật liệu và thiết bị sử dụng không chỉ giảm chi phí mà còn giúp tối ưu hóa thời gian và giảm rủi ro, đồng thời tạo điều kiện cho việc đẩy nhanh tiến độ thi công các công đoạn khác.

- Tối ưu hóa sức làm việc của vật liệu: Sử dụng vật liệu có cường độ cao giúp tiết kiệm đáng kể lượng vật liệu sử dụng, tăng hiệu quả kinh tế cho dự án.

- Thuận tiện cho công tác quản lý: Quy trình thực hiện khép kín từ thiết kế đến sản xuất, vận chuyển, thi công và bảo hành giúp giảm bớt công sức cần thiết cho quản lý dự án của chủ đầu tư.

**2.3. Các loại cấu kiện bê tông đúc sẵn**

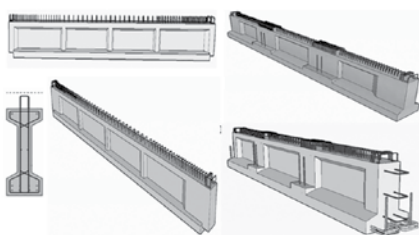
- **Cột đúc sẵn (không DUL) với các kiểu liên kết điển hình**



Hình 2.1: Cột đúc sẵn

(Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

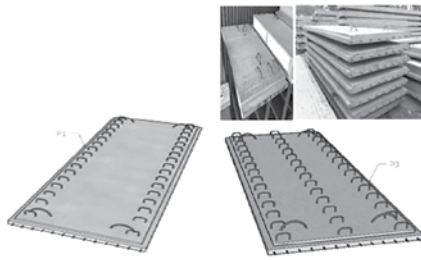
- **Dầm đúc sẵn (DUL)**



Hình 2.2: Dầm đúc sẵn

(Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

- **Sàn đúc sẵn (DUL)**



Hình 2.3: Sàn đúc sẵn

(Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

**2.4. Chi tiết mối nối giữa các cấu kiện**

Chi tiết mối nối ướ: Trong thiết kế kết cấu đúc sẵn, mối nối ướ đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo tính chắc chắn, đồng nhất và an toàn của cấu trúc.

Dưới đây là một số tác dụng chính của mối nối ướ trong thiết kế kết cấu đúc sẵn:

- **Tính chắc chắn và an toàn:** Mối nối ướ được thiết kế để chịu tải trọng và lực căng tốt, giúp cấu trúc đúc sẵn có khả năng chịu đựng các yếu tố tải trọng, đảm bảo an toàn cho công trình và người sử dụng.

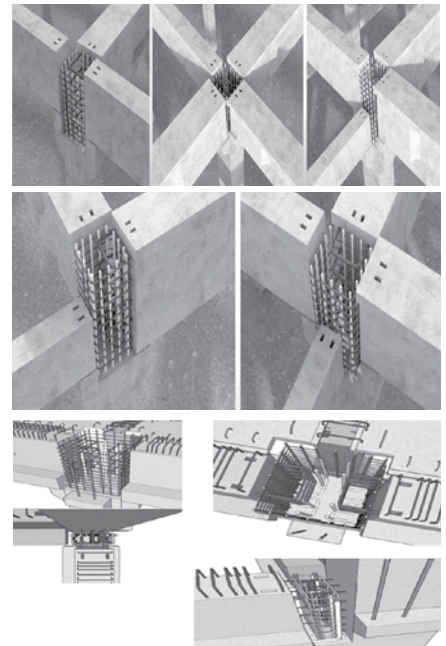
- **Khả năng linh hoạt và dễ dàng lắp đặt:** Mối nối ướ thường được thiết kế với tính linh hoạt, cho phép điều chỉnh và lắp đặt một cách dễ dàng và nhanh chóng, giảm thiểu thời gian và chi phí thi công.

- **Đảm bảo tính đồng nhất của cấu trúc:** Mối nối ướ giúp đảm bảo sự liên kết chặt chẽ giữa các phần cấu kiện của cấu trúc đúc sẵn, từ đó tạo ra một cấu trúc đồng nhất và ổn định.

- **Phù hợp với yêu cầu thiết kế và tải trọng:** Thiết kế mối nối ướ được điều chỉnh sao cho phù hợp với yêu cầu cụ thể của dự án cũng như các yếu tố tải trọng đặc biệt của công trình, đảm bảo tính hiệu quả và đáng tin cậy của cấu trúc.

- **Khả năng thích ứng với biến động và tác động bên ngoài:** Mối nối ướ được thiết kế để chịu được các biến động và tác động bên ngoài như dao động, co giãn do nhiệt độ, hoặc sự chuyển động của đất đá, từ đó bảo vệ cấu trúc khỏi sự hỏng hóc và đảm bảo tuổi thọ của công trình.

Những tác dụng trên thể hiện rõ vai trò quan trọng của mối nối ướ trong thiết kế kết cấu đúc sẵn, đồng thời giúp tạo ra các công trình chắc chắn, đồng nhất và an toàn.



Hình 2.4: Chi tiết mối nối ướ

(Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

Chi tiết mối nối khô: là mối nối cơ bản trong kết cấu đúc sẵn, sẽ được liên kết bằng các liên kết khớp (dowel bar, coupler...) Dưới đây là một số tác dụng chính của mối nối khô trong thiết kế kết cấu đúc sẵn:

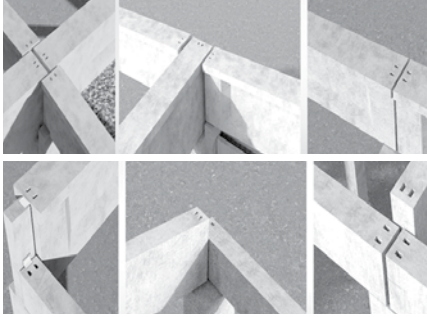
- **Tính linh hoạt và dễ dàng lắp đặt:** Mối nối khô thường được thiết kế với tính linh hoạt, cho phép điều chỉnh và lắp đặt một cách dễ dàng, nhanh chóng, giảm thiểu thời gian và chi phí thi công.

- **Tiết kiệm chi phí và thời gian thi công:** mối nối khô giúp giảm bớt chi phí và thời gian cần thiết cho quá trình thi công, đồng thời tối ưu hóa hiệu suất lao động.

- **Khả năng điều chỉnh và thích ứng:** Mối nối khô có khả năng điều chỉnh, thích ứng với các biến động và tác động bên ngoài như dao động, co giãn do nhiệt độ, hoặc sự chuyển động của đất đá, từ đó giữ cho cấu trúc luôn ổn định và an toàn.

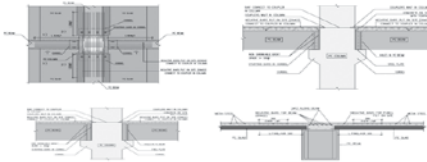
- **Tiết kiệm vật liệu và tối ưu hóa hiệu suất:** Không chỉ giúp tiết kiệm vật liệu dính mà còn giúp tối ưu hóa hiệu suất của cấu trúc, giảm thiểu lãng phí và tăng tính kinh tế của dự án.

Những tác dụng trên giúp làm cho mối nối khô trở thành một phần quan trọng và hiệu quả trong thiết kế kết cấu đúc sẵn, đồng thời đảm bảo tính chắc chắn, an toàn, ổn định của công trình.



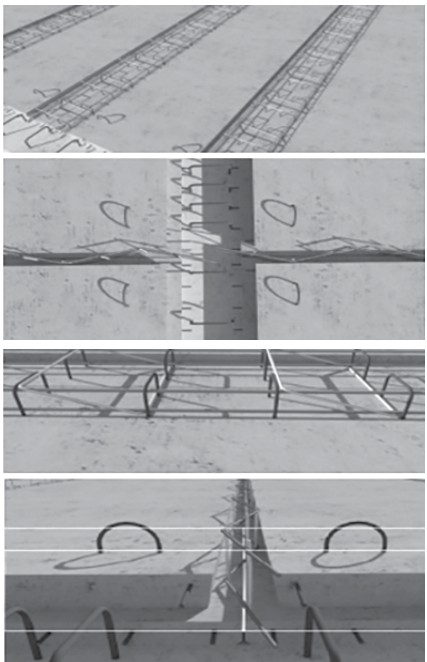
Hình 2.5. Chi tiết mối nối khô  
(Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

Chi tiết liên kết dầm cột thông tầng: Khi tòa nhà có chiều cao lớn, cột đúc sẵn có thể được đúc liền mạch nhiều tầng, tùy khả năng vận chuyển của đơn vị thi công mà có thể thiết kế chiều cao cột tương ứng, để tối ưu chi phí. Khi đó các dầm sẽ được liên kết vào cột đúc sẵn như hình bên dưới.



Hình 2.6. Chi tiết mối nối khô  
(Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

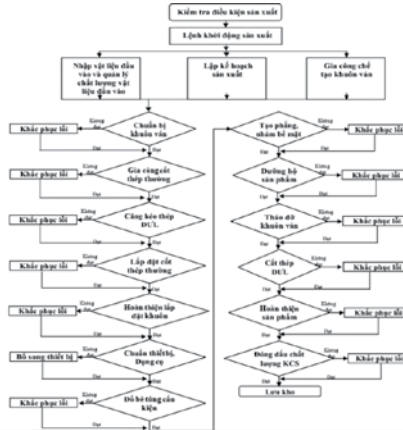
Chi tiết liên kết sàn DUL đúc sẵn: Các tấm sàn được liên kết với nhau để tạo thành kết cấu hoàn chỉnh. Thép gia cường được bố trí hợp lý để đảm bảo khả năng làm việc theo thiết kế.



Hình 2.7. Chi tiết mối nối khô  
(Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

**2.5. Trình tự sản xuất các cấu kiện bê tông dự ứng lực trong nhà máy**

- Sơ đồ tổng quát quy trình sản xuất:



Hình 2.8. Sơ đồ tổng quát quy trình sản xuất  
(Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

Sơ đồ sản xuất cho cấu kiện dầm dướng ứng lực điển hình:

**Bước 1: Chuẩn bị ván khuôn:** Đây là một phần quan trọng trong quy trình sản xuất cấu kiện dầm dướng ứng lực, đóng vai trò quyết định đến hình dạng và chất lượng cuối cùng của sản phẩm. Trước tiên, cần xác định rõ các yêu cầu kỹ thuật và kích thước của cấu kiện dầm dướng ứng lực dựa trên bản vẽ kỹ thuật hoặc thông số kỹ thuật. Cần kiểm tra chất lượng của các tấm khuôn để đảm bảo rằng chúng không bị vênh, cong, hoặc có bất kỳ khuyết điểm nào khác có thể ảnh hưởng đến quá trình sản xuất và chất lượng cuối cùng của sản phẩm. Trước khi tiến hành các bước tiếp theo trong quy trình sản xuất, cần kiểm tra lại việc lắp đặt các tấm ván khuôn để đảm bảo rằng chúng đang nằm ở vị trí chính xác và sẵn sàng cho việc tiếp tục sản xuất.

**Bước 2: Gia công, tổ hợp cốt thép:** Trước khi bắt đầu gia công cốt thép, cần xác định rõ các yêu cầu kỹ thuật và thiết kế của cấu kiện dầm. Điều này bao gồm việc xác định loại thép, kích thước, độ dày và vị trí các thanh thép trong cấu trúc dầm. Sau khi gia công, cần kiểm tra chất lượng của các phần cốt thép để đảm bảo rằng chúng đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật về kích thước, hình dạng và độ bền. Các lỗi như lỗi hàn, vênh, hoặc cong vẹo có thể ảnh hưởng đến tính toàn vẹn và hiệu suất của cấu kiện dầm. Sau khi các phần cốt thép đã được gia công và kiểm tra, chúng được tổ hợp lại với nhau theo bản vẽ kỹ thuật để tạo thành khung cốt thép hoàn chỉnh cho cấu kiện dầm. Công tác này bao gồm việc lắp

đặt và kết nối các thanh thép với nhau bằng các phương pháp hàn, buộc, hoặc kẹp. Cuối cùng, cần kiểm tra lại khung cốt thép hoàn chỉnh để đảm bảo rằng tất cả các phần đã được lắp đặt đúng cách và đáp ứng yêu cầu kỹ thuật. Cần kiểm tra kích thước, độ dày, độ chính xác của hình dạng, độ bền của các kết nối hàn hoặc buộc.

**Bước 3: Căng cáp dự ứng lực:** Công tác căng cáp dự ứng lực là một phần quan trọng trong quy trình sản xuất cấu kiện dầm dự ứng lực, đảm bảo rằng cấu kiện có khả năng chịu tải và đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật, chuẩn bị đầy đủ các dụng cụ, số liệu cần căng, sau đó cho căng cáp. Việc căng cáp này phải được thực hiện cẩn thận và đồng đều trên tất cả các điểm để đảm bảo sự đồng nhất và đáng tin cậy của cấu kiện. Sau khi đã căng cáp, cần kiểm tra lại độ căng của các cáp và điều chỉnh lại nếu cần thiết để đảm bảo rằng chúng đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật về mức lực căng và sự đồng đều trên toàn bộ cấu kiện. Cuối cùng, sau khi đã hoàn thành quá trình căng cáp, cần thực hiện các công việc bảo dưỡng định kỳ và kiểm tra định kỳ để đảm bảo rằng các cáp dướng ứng lực vẫn giữ được độ căng và hiệu suất của chúng trong suốt tuổi thọ của cấu kiện.

**Bước 4: Lắp đặt cốt thép thường:** Chuẩn bị đầy đủ vật liệu thép theo thiết kế, tiến hành lắp đặt theo bản vẽ. Sau đó kiểm tra nghiệm thu từng bước, kiểm tra kỹ lưỡng trước khi quá bước tiếp theo là đóng ván khuôn, như vậy sẽ không còn cơ hội sửa chữa nữa.

**Bước 5: Hoàn thiện lắp đặt ván khuôn:** Sau khi hoàn thiện công tác lắp đặt cốt thép, căng cáp và thực hiện nghiệm thu cẩn thận từng bước, tiến hành đóng ván khuôn và hoàn thiện ván khuôn. Bước này cần kiểm tra các vị trí chống đỡ kỹ lưỡng để không bị bung cốppha trong quá trình đổ bê tông.

**Bước 6: Chuẩn bị thiết bị, dụng cụ đổ bê tông:** Bước chuẩn bị này quan trọng và cần thiết để quá trình đổ bê tông không bị gián đoạn. Cần liệt kê bằng danh sách, kiểm tra kỹ lưỡng.

**Bước 7: Đổ bê tông:** Cần kiểm tra kỹ loại bê tông đúng với yêu cầu thiết kế, kiểm tra lại bề mặt ván khuôn đã được làm ướt chưa, kiểm tra độ kín nước của ván khuôn. Tiến hành đổ bê tông vào khuôn hoặc khu vực cần thiết một cách chậm rãi và đồng đều. Đảm bảo rằng bê tông được phân phối đều

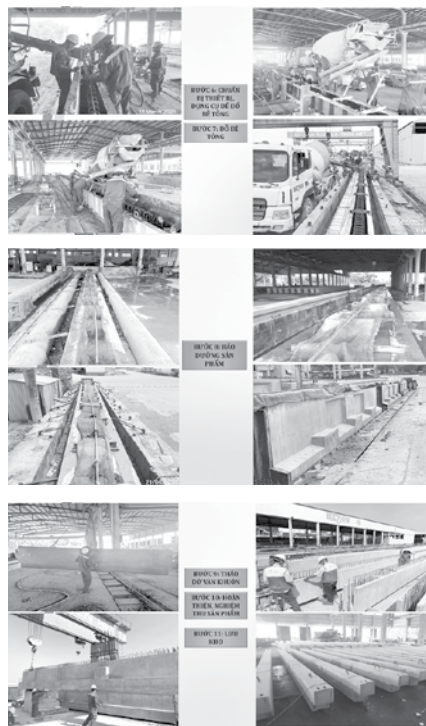
và không có các khe hở hoặc lỗ hổng, quá trình đổ bê tông cần kiểm tra công tác đầm dùi có đúng đủ kỹ thuật, tiến hành lấy mẫu để kiểm tra chất lượng về sau.

**Bước 8: Bảo dưỡng sản phẩm:** Cần đảm bảo quá trình đóng rắn diễn ra đúng cách và tránh sự khô ráp quá nhanh có thể gây ra các vết nứt.

**Bước 9: Tháo dỡ ván khuôn:** Sau khi bê tông đã đóng rắn đủ, tháo khuôn ra khỏi cấu kiện dầm và thực hiện các công việc hoàn thiện cuối cùng như làm sạch bề mặt, kiểm tra lại chất lượng để đảm bảo rằng sản phẩm đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật.

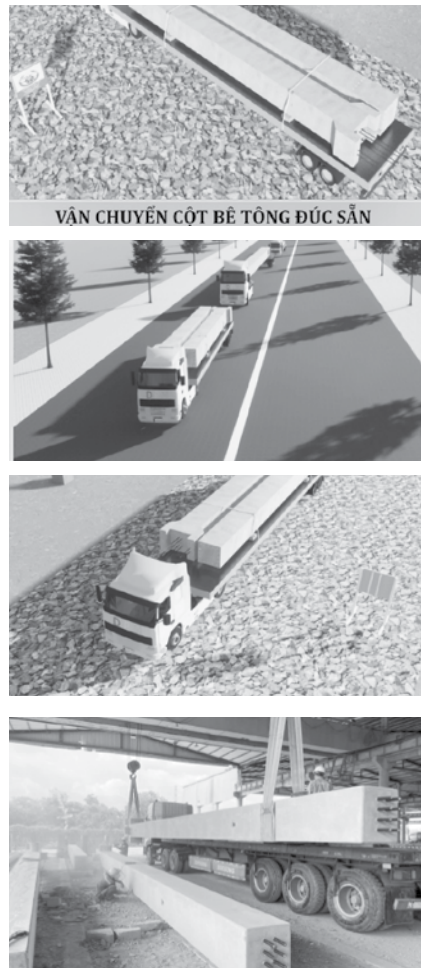
**Bước 10: Hoàn thiện, nghiệm thu sản phẩm:** sau khi cấu kiện được bảo dưỡng đủ ngày, sẽ tiến hành hoàn thiện tại các vị trí bị lỗi, rỗ... và tiến hành nghiệm thu cấu kiện sản phẩm để đưa ra kho bãi chứa chờ xuất đi công trường.

Trình tự thực hiện công tác sản xuất cấu kiện thể hiện sơ bộ theo hình ảnh 2.9.



Hình 2.9. Sơ đồ sản xuất cho cấu kiện dầm dưỡng ứng lực điển hình (Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

Quá trình vận chuyển ra công trường:



Hình 2.10. Quá trình vận chuyển các loại cấu kiện đến công trình (Nguồn: Công ty TNHH DPM Việt Nam)

**3. Kết luận**

Bài viết trình bày quy trình cụ thể việc sản xuất lắp đặt các cấu kiện điển hình trong những dự án công trình nhà xưởng tham khảo tại Việt Nam như Công ty cổ phần đầu tư Phan Vũ, Công ty xây dựng DPM Việt Nam. Bằng cách tìm hiểu và phân tích quy trình thực tế đã được áp dụng trong các dự án tương tự ở các công ty này, bài viết cũng đưa ra những hướng giải quyết và đảm bảo quy trình sản xuất thi công lắp dựng an toàn, đúng yêu cầu kỹ thuật trong quá trình vận hành hướng tới việc đẩy nhanh tiến độ thi công, chất lượng công trình và phát triển công trình xây dựng bền vững.

**Tài liệu tham khảo:**

1. TCVN 5574:2018 Kết cấu bê tông – bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
2. QCVN 18:2021/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong thi công xây dựng.
3. TCVN 2737:2023 Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế
4. TCVN 9115-2012 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép lắp ghép – Thi công và nghiệm thu
5. Nguồn tư liệu hình ảnh được sử dụng từ công ty DPM.
6. Elsharkawy, H.-e.A.-e., et al, "Behavior of post-tensioned fiber concrete beams", HBRC Journal, 2013.
7. H. N. Huệ, "Dự báo tiến độ thi công công trình lắp ghép bằng trí tuệ nhân tạo", 2018.
8. L. V. Thông and T. K. Tường, "Nhà lắp ghép và các yêu cầu để phát triển tại Việt Nam," 2019.