

# CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG TRONG TƯƠNG LAI: XU HƯỚNG, THÁCH THỨC VÀ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG

CONSTRUCTION TECHNOLOGY IN THE FUTURE: TRENDS, CHALLENGES AND POTENTIAL APPLICATIONS

ThS. Lương Minh Sang - Giảng viên Trường ĐH Xây dựng Miền Trung

**Tóm tắt:** Bài báo này trình bày tổng quan các xu hướng công nghệ xây dựng trong tương lai, bao gồm in 3D bê tông, vật liệu thông minh, robot xây dựng, trí tuệ nhân tạo (AI), mô hình thông tin công trình (BIM) tích hợp IoT và công nghệ xây dựng bền vững. Phân tích được thực hiện nhằm đánh giá tiềm năng ứng dụng trong thực tiễn, những thách thức về kỹ thuật, chính sách và nguồn lực. Bài viết cũng đề xuất lộ trình chuyển đổi công nghệ cho ngành xây dựng Việt Nam giai đoạn 2025-2045.

**Từ khóa:** Vật liệu xây dựng, trí tuệ nhân tạo (AI), và công nghệ xây dựng bền vững.

**Abstract:** This paper presents an overview of future construction technology trends, including concrete 3D printing, smart materials, construction robots, artificial intelligence (AI), IoT-integrated building information modeling (BIM), and sustainable construction technology. The analysis is conducted to assess the potential for practical application, technical, policy, and resource challenges. The paper also proposes a technology transformation roadmap for the Vietnamese construction industry in the period 2025-2045.

**Keywords:** Construction robots, artificial intelligence (AI), and sustainable construction technology.

## 1. Giới thiệu

Ngành xây dựng đang đối mặt với áp lực ngày càng lớn trong việc nâng cao hiệu suất, giảm chi phí và phát triển bền vững. Các công nghệ truyền thống dần bộc lộ nhiều hạn chế. Do đó, việc ứng dụng các công nghệ xây dựng tiên tiến được coi là tất yếu để đáp ứng nhu cầu phát triển đô thị thông minh và môi trường sống chất lượng cao trong tương lai.

## 2. Công nghệ chủ đạo trong xây dựng tương lai

### 2.1. In 3D bê tông (3D Concrete Printing)

Công nghệ in 3D bê tông cho phép xây dựng các kết cấu phức tạp mà không cần cốp pha truyền thống, giúp tiết kiệm thời gian và vật liệu. Nhiều



In 3D bê tông

dự án ở Hà Lan, Dubai và Trung Quốc đã chứng minh khả năng hiện thực hóa công trình chỉ trong vài ngày. Vấn đề hiện tại là tính đồng đều của vật liệu và tiêu chuẩn kiểm soát chất lượng.

### 2.2. Vật liệu thông minh

Vật liệu tự phục hồi (self-healing concrete), bê tông xuyên sáng (translucent concrete) hay gạch hút khí CO<sub>2</sub> đang mở ra triển vọng về công trình "tự thích nghi" với môi trường. Đây là hướng đi bền vững trong thiết kế kiến trúc sinh thái và đô thị carbon thấp.



Vật liệu thông minh

### 2.3. Robot xây dựng và tự động hóa

Các robot lắp ráp cấu kiện, phun bê tông, hay robot bay khảo sát (drone) đã bắt đầu thay thế lao động thủ công trong nhiều khâu. Trong tương lai,

công trường xây dựng sẽ trở nên tự động hóa cao, với sự điều hành của AI qua hệ thống trung tâm.



Robot xây dựng và tự động hóa

#### 2.4. BIM và IoT

Mô hình BIM thế hệ mới không chỉ mô phỏng 3D mà còn tích hợp dữ liệu thời gian thực từ cảm biến IoT để giám sát kết cấu, năng lượng và vận hành tòa nhà. BIM 6D, 7D hứa hẹn tạo ra vòng đời công trình thông minh, giảm chi phí vận hành hậu xây dựng.



BIM và IoT

#### 2.5. Trí tuệ nhân tạo và dữ liệu lớn

AI có thể dự đoán tiến độ, đánh giá rủi ro và tối ưu hóa chi phí xây dựng thông qua học máy từ dữ liệu quá khứ. Các hệ thống hỗ trợ ra quyết định tự động đang thay đổi vai trò của kỹ sư giám sát công



Trí tuệ nhân tạo và dữ liệu lớn

trình truyền thống.

### 3. Thách thức triển khai

**Kỹ thuật:** Thiếu tiêu chuẩn kỹ thuật quốc tế cho nhiều công nghệ mới.

**Chi phí đầu tư ban đầu:** Các thiết bị, phần mềm và nhân lực chất lượng cao đòi hỏi nguồn vốn lớn.

**Đào tạo nguồn nhân lực:** Thiếu kỹ sư có khả năng vận hành các hệ thống số hóa và AI.

**Khung pháp lý:** Luật xây dựng chưa theo kịp tốc độ phát triển công nghệ, gây khó khăn cho việc cấp phép hoặc nghiệm thu.

### 4. Định hướng và đề xuất

**Ngắn hạn (2025-2030):** Thí điểm in 3D bê tông và áp dụng BIM-IoT trong các dự án công.

**Trung hạn (2030-2040):** Tích hợp AI vào quản lý tiến độ và an toàn lao động. Phát triển tiêu chuẩn quốc gia cho vật liệu thông minh.

**Dài hạn (2040-2045):** Chuẩn hóa công trường tự động hóa hoàn toàn, hướng tới xây dựng không carbon và tuần hoàn vật liệu.

### Kết luận

Công nghệ xây dựng trong tương lai không chỉ đơn thuần là một bước tiến kỹ thuật, mà là sự thay đổi toàn diện về tư duy thiết kế, tổ chức thi công và quản lý công trình. Việc chủ động nghiên cứu, tiếp cận và triển khai các công nghệ tiên tiến sẽ là yếu tố then chốt để ngành xây dựng Việt Nam bắt kịp xu thế toàn cầu và phát triển bền vững. □

#### Tài liệu tham khảo

1. Khoshnevis, B. (2022). Automated Construction: In 3D Printing Buildings. Springer.
2. Eastman, C., et al. (2021). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling. Wiley.
3. World Economic Forum (2024). Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology.
4. Le, D. T. (2023). "Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong quản lý tiến độ thi công." Tạp chí Xây dựng Việt Nam, Số 10.