



Tác giả:  
TS. Nguyễn Thị Thảo Vân

*Đơn vị công tác: Nhân viên phòng chiến lược công nghệ, công ty tư vấn xây dựng tại Nhật Bản*

Email: [nguyentkhd4@gmail.com](mailto:nguyentkhd4@gmail.com)

*Tác giả hiện đang công tác tại phòng chiến lược công nghệ của một công ty tư vấn xây dựng tại Nhật Bản sau khi hoàn thành chương trình sau đại học và nghiên cứu sinh tiến sĩ tại Nhật Bản. Công việc hiện tại của chị chủ yếu liên quan đến việc xây dựng mô hình BIM/CIM và ứng dụng những khoa học, kỹ thuật mới trong xây dựng, đặc biệt là công nghệ thực tế tăng cường (AR) và thực tế hỗn hợp (MR). Bài viết này được thực hiện với mong muốn chia sẻ những thông tin mới nhất về tình hình áp dụng khoa học kỹ thuật trong ngành xây dựng ở Nhật cũng như trên thế giới tới cộng đồng những người làm xây dựng và các bạn sinh viên trẻ, để giúp chúng ta có thể hình dung ra một diện mạo mới của ngành xây dựng trong thời đại công nghiệp 4.0.*

<https://doi.org/10.15625/vap.2021.0015>

## Giới hạn nào cho công nghệ và kỹ thuật xây dựng

Nguyễn Thị Thảo Vân

Nhân viên phòng chiến lược công nghệ, công ty tư vấn xây dựng tại Nhật Bản

### TÓM TẮT:

Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin, AI, IoT, công nghệ thực tế ảo, thực tế tăng cường, thực tế hỗn hợp, v.v. đã dẫn đến những thay đổi có thể xem là một cuộc cách mạng trong nhiều ngành nghề sản xuất công, nông nghiệp cũng như dịch vụ. Ngành xây dựng cũng không nằm ngoài xu thế đó, đặc biệt trong bối cảnh lực lượng lao động trong ngành xây dựng suy giảm ở một số nước như Nhật Bản. Mặt khác, ngành xây dựng cũng là một trong những ngành có tỷ lệ tai nạn lao động cao nhất, do đó, việc đưa vào ứng dụng những giải pháp thay thế cho sức lao động trực tiếp của con người trong một số hoàn cảnh thi công đặc thù là vô cùng cần thiết để giảm thiểu những thiệt hại về người. Trong bài viết này, một số ví dụ về những ứng dụng mới của khoa học công nghệ trong lĩnh vực xây dựng sẽ được giới thiệu để làm rõ hơn những xu hướng phát triển của ngành này trong tương lai và trả lời câu hỏi liệu ngành xây dựng có còn chỉ giới hạn trong những khái niệm truyền thống.

**Từ khóa:** BIM/CIM, IoT, AR/VR/MR trong xây dựng

### 1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin, AI, IoT, công nghệ thực tế ảo (VR), thực tế tăng cường (AR), thực tế hỗn hợp (MR), v.v. đã dẫn đến những thay đổi có thể xem là một cuộc cách mạng trong nhiều ngành nghề sản xuất công nghiệp, nông nghiệp cũng như dịch vụ. Ngành xây dựng cũng không nằm ngoài xu thế đó, đặc biệt trong bối cảnh lực lượng lao động trong ngành xây dựng suy giảm ở một số nước như Nhật Bản. Mặt khác, ngành xây dựng cũng là một trong những ngành có tỷ lệ tai nạn lao động cao nhất, do đó, việc đưa vào ứng dụng những giải pháp thay thế cho sức lao động trực tiếp của con người trong một số hoàn cảnh thi công đặc thù là vô cùng cần thiết để giảm thiểu những thiệt hại về người.

Ở một khía cạnh khác, ngành xây dựng vốn vẫn được biết đến là một ngành lao động vất vả, bản và nguy hiểm nhưng thu nhập lại không cao so với nhiều ngành nghề khác. Trong những năm gần đây số lượng các bạn trẻ lựa chọn học ngành xây dựng tại các trường đại học, cao đẳng đang giảm đáng kể. Điều này dẫn đến sự thiếu hụt lực lượng lao động trong ngành xây dựng trong tương lai gần, ngay cả đối với các nước đang phát triển chưa đối mặt với sự già hóa dân số như Việt Nam. Do đó, việc đưa đến một cái nhìn mới về ngành xây dựng là vô cùng cần thiết, đặc biệt trong thời đại công nghệ 4.0, khi khoa học công nghệ đã và đang thay đổi mạnh mẽ diện mạo của rất nhiều ngành nghề. Việc áp dụng những khoa học kỹ thuật mới, hiện đại như IoT, AI hay VR/AR/MR sẽ giúp

ngành xây dựng thay đổi từ “vất vả, bần, nguy hiểm” sang “thu nhập, nghỉ ngơi, hi vọng” để có thể cạnh tranh với các ngành nghề khác trong việc thu hút nguồn nhân lực, đặc biệt là nhân lực chất lượng cao.

Trong bài viết này, tác giả sẽ giới thiệu khái quát về tình hình ứng dụng khoa học công nghệ trong ngành xây dựng và một số ví dụ tiêu biểu về những ứng dụng mới nhất của khoa học công nghệ trong ngành này, đồng thời cũng sẽ phân tích một số điểm cần lưu ý để có thể đưa những ứng dụng này vào ngành xây dựng ở Việt Nam.

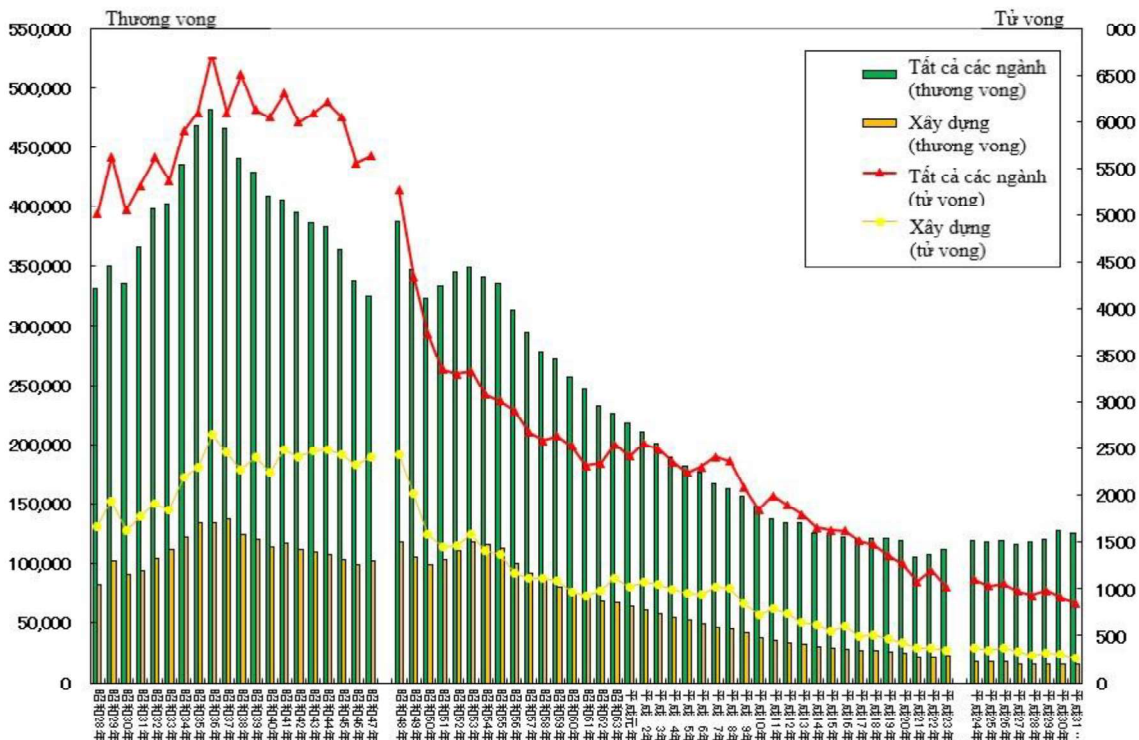
## 2. Bối cảnh của việc ứng dụng khoa học công nghệ trong ngành xây dựng

Già hóa dân số đang là vấn đề nổi cộm mà nhiều nước phát triển đang phải đối mặt. Hiện tượng này đang diễn ra trên tất cả các khu vực và ở các quốc gia với các tốc độ khác nhau. Già hóa dân số đang gia tăng nhanh nhất ở các nước đang phát triển, bao gồm các nước có nhóm dân số trẻ đông đảo. Hiện nay, có 7 trong số 15 nước có hơn 10 triệu người già là các nước đang phát triển [1]. Một trường hợp điển hình là Nhật Bản với hơn 30 triệu người từ 65 tuổi trở lên.

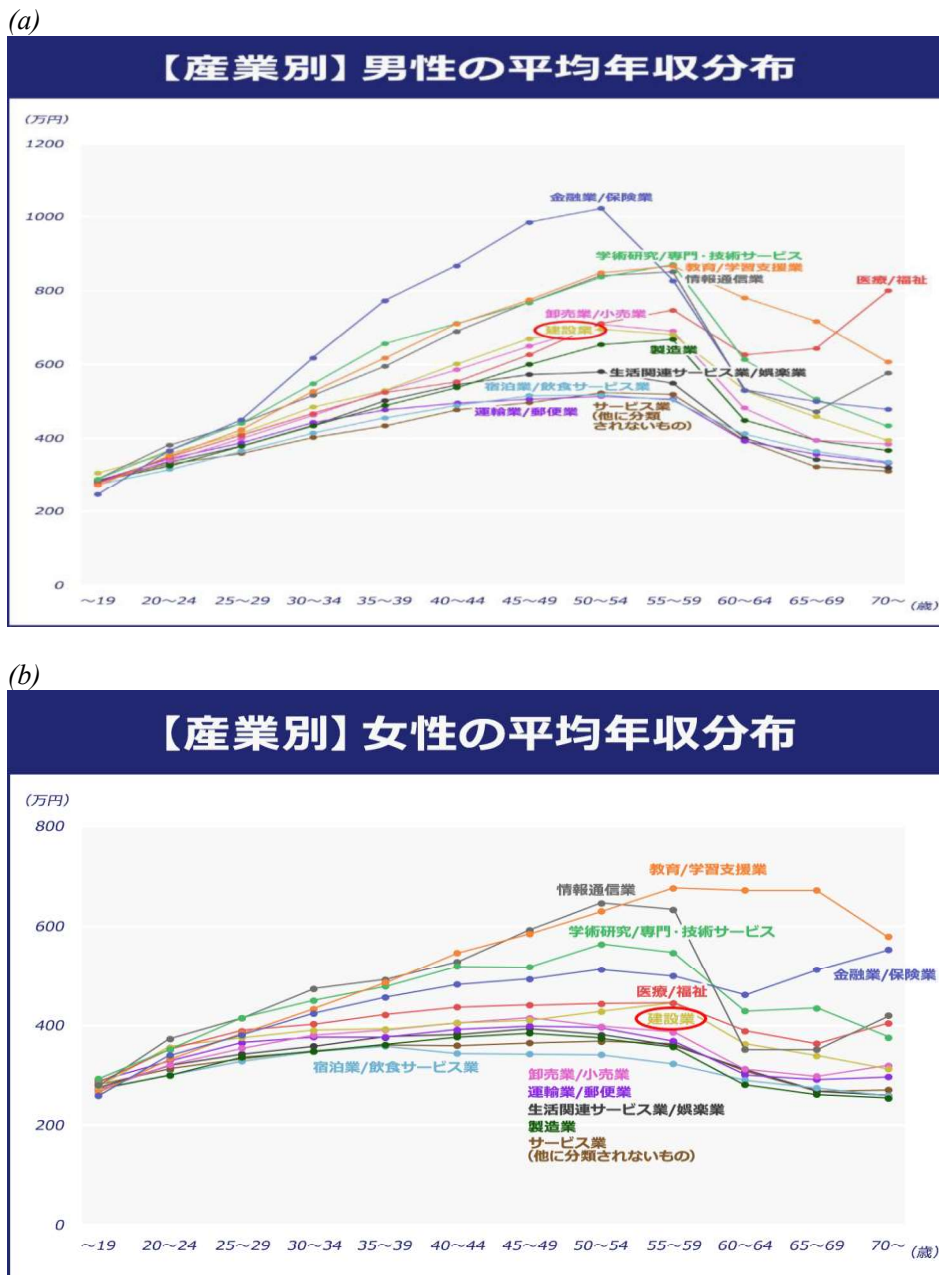
Tốc độ già hóa nhanh chóng khiến Nhật Bản rơi vào tình trạng thiếu hụt lao động nghiêm trọng trong nhiều ngành nghề, trong đó có ngành xây dựng. Sự thiếu hụt lực lượng lao động, đặt ra yêu cầu về việc phải tăng năng suất lao động để bù đắp lại sự thiếu hụt này.

Ngành xây dựng cũng là một trong những ngành có tỷ lệ số vụ tai nạn lao động cao nhất. Biểu đồ 1 so sánh giữa tổng số người bị thương và tử vong do tai nạn lao động trong ngành xây dựng so với tổng số vụ trong tất cả các ngành nghề được thống kê từ năm 1953 đến năm 2019. Có thể thấy trong cả giai đoạn thống kê, tổng số người bị thương và tử vong do tai nạn lao động trong ngành xây dựng luôn chiếm hơn một phần ba tổng số vụ. Đây cũng là một nguyên nhân dẫn đến số lượng người lao động muốn tham gia vào ngành xây dựng ngày càng giảm. Việc ứng dụng khoa học công nghệ để có thể thay thế sức lao động trực tiếp của con người trong những hoàn cảnh lao động nguy hiểm và khắc nghiệt như sử dụng robot hay thiết bị không người lái là một giải pháp hàng đầu cho vấn đề này.

Về phương diện thu nhập của người lao động, thu nhập trong ngành xây dựng còn thấp so với nhiều ngành khác (Hình 2a,b). Công việc vất vả, nguy hiểm nhưng thu nhập lại chưa tương xứng là nguyên nhân hàng



Hình 1. So sánh số người thương vong do tai nạn lao động trong ngành xây dựng với tổng số thương vong trong tất cả các ngành (theo số liệu thống kê của Hiệp hội phòng chống tai nạn lao động ngành xây dựng Nhật Bản)



**Hình 2.** So sánh thu nhập trung bình hàng năm giữa các ngành nghề theo độ tuổi từ 19 đến 70 tuổi ở Nhật Bản (theo số liệu công bố trên trang web của công ty Quick Co., Ltd.). a) Nam giới và b) Nữ giới.

đầu dẫn đến sự kém hấp dẫn của ngành xây dựng đối với người lao động, đặc biệt là với lực lượng lao động trẻ thời đại 4.0, khi mà có rất nhiều những ngành nghề mới có tính đột phá về phong cách làm việc, môi trường làm việc và thu nhập. Do đó, việc ứng dụng khoa học công nghệ cao sẽ giúp tăng năng suất lao động, đồng thời tăng thu nhập của người lao động, cũng như giảm thời gian lao động ngoài giờ, giúp người lao động có thêm thời gian nghỉ ngơi, phục hồi sức khỏe. Mặt khác, việc áp dụng khoa học công nghệ cũng giúp thay đổi cách nhìn về ngành xây dựng, đưa ngành này vượt ra khỏi những khái niệm truyền thống

như bê tông, sắt thép khô khan, nặng nề để đến với một ngành xây dựng thông minh, hiện đại và nhẹ nhàng hơn

### 3. Một số ví dụ tiêu biểu về những ứng dụng mới nhất của khoa học công nghệ trong ngành xây dựng

#### 3.1. Ứng dụng robot trong việc lắp đặt cốt thép

Trong xây dựng, công đoạn thi công cốt thép vốn đòi hỏi nhiều nhân lực và thời gian, đồng thời cũng là công đoạn mà thường xảy ra lỗi thi công vì đây là công việc đòi hỏi sự tỉ mỉ và cẩn thận. Việc sử dụng robot để tự động hóa công đoạn này sẽ giải quyết được tất cả những vấn đề nói trên. Hệ thống Robotaras™

(ROBOT Arm Rebar Assembly System) được phát triển và giới thiệu bởi công ty Sumitomo Mitsui Construction Co., Ltd. là một ví dụ. Đây là hệ thống tự động thực hiện việc lắp ráp cốt thép bằng việc sử dụng “thiết giữ và đặt cốt thép” (Hình 3(a)) để đặt cốt thép vào vị trí thiết kế và “thiết bị buộc thép” (Hình 3(b)), hai thiết bị này được gắn vào đầu của cánh tay robot. Hệ thống này lần đầu tiên được áp dụng cho các kết cấu đường sắt có bố trí thanh tương đối đơn giản và được sản xuất hàng loạt tại các nhà máy.

Với việc sử dụng hệ thống này, công việc sắp xếp các thanh cốt thép và buộc thép được thực hiện bằng máy, do đó lỗi của con người có thể được loại bỏ và công việc được đảm bảo. Về tiết kiệm sức lao động, trong công việc lắp ráp cốt thép của các tấm đường ray, thông thường, cần khoảng 20

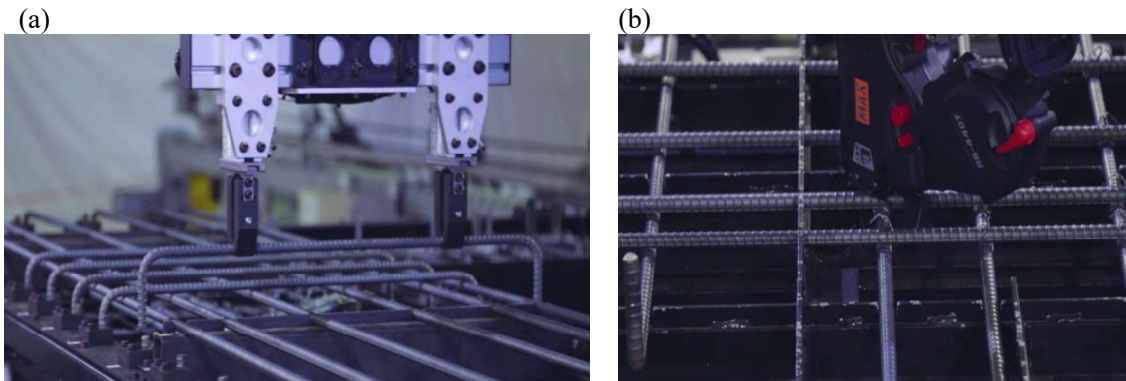
công nhân và năng suất trung bình là 1,55 tấm / ngày / người. Bằng cách sử dụng hệ thống này, chỉ cần hai công nhân làm việc và năng suất trung bình là 2,40 tấm / ngày / người (Hình 4). Nhờ đó, tiết kiệm được khoảng 50% sức lao động và tiết kiệm nhân công so với việc

công nhân lắp ráp cốt thép thông thường. Thêm vào đó, hệ thống này có thể tự động cung cấp, sắp xếp và liên kết các thanh cốt thép chỉ bằng cách nhấn công tắc, nâng cao năng suất trong công việc lắp ráp thanh cốt thép.

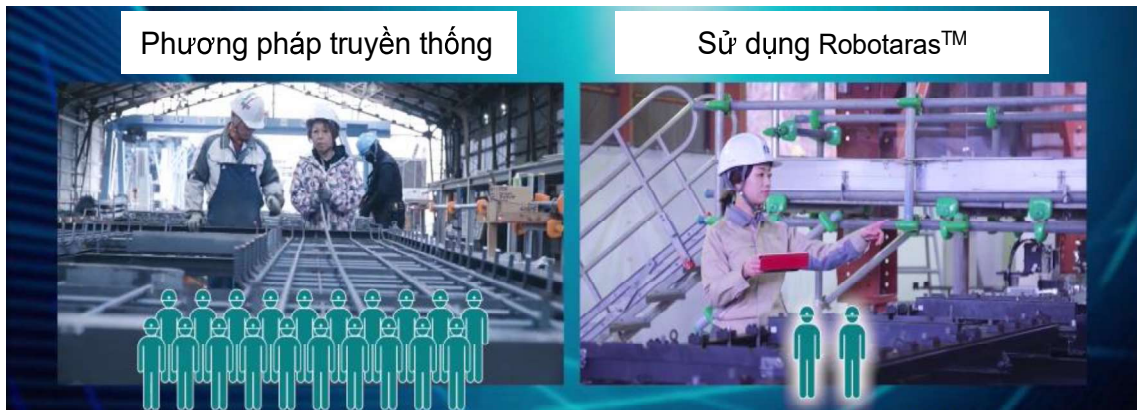
Có thể thấy, phương pháp thi công cốt thép sử dụng robot đã mang lại lợi ích về nhiều mặt so với phương pháp truyền thống. Tuy nhiên, ở thời điểm hiện tại, phương pháp này mới chỉ phù hợp với việc sản xuất các cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn, có cấu tạo cốt thép không quá phức tạp và được sản xuất hàng loạt trong nhà máy.

### 3.2. Ứng dụng của công nghệ thực tế hỗn hợp và kính HoloLens

Trong những năm gần đây, công nghệ thực tế ảo (VR), thực tế tăng cường (AR), và thực tế hỗn hợp (MR) đã thực sự tạo ra những thay đổi mạnh mẽ trong rất nhiều ngành nghề, nổi bật nhất là trong nền công nghiệp giải trí, phim, trò chơi điện tử, bán lẻ, v.v.. Tuy có phần muộn hơn so với những ngành khác trong việc ứng dụng VR/AR/MR, nhưng ngành xây dựng cũng đang



**Hình 3.** Hệ thống tự động lắp đặt cốt thép Robotaras™ (ROBOT Arm Rebar Assembly System) (Hình ảnh được tham khảo trong tài liệu giới thiệu sản phẩm cung cấp bởi công ty Sumitomo Mitsui Construction Co., Ltd.). a) Thiết bị giữ và đặt cốt thép và b) Thiết bị buộc thép.



**Hình 4.** So sánh về năng suất lao động giữa phương pháp lắp đặt cốt thép truyền thống và sử dụng hệ thống Robotaras™ (Hình ảnh được tham khảo trong tài liệu giới thiệu sản phẩm cung cấp bởi công ty Sumitomo Mitsui Construction Co., Ltd.).



**Hình 5.** Công nghệ MR giúp đưa mô hình 3D của công trình ra ngoài thực tế (<https://ken-it.world/success/2019/11/kuzuryu-river-bridge.html>)

dần có những bước đột phá với những công nghệ mới sử dụng VR/AR/MR, tạo ra những thay đổi toàn diện về cách thức thi công cũng như hiệu quả, năng suất công việc.

Trong phần này, một số ví dụ về việc ứng dụng kết hợp công nghệ VR/AR/MR với công cụ là kính HoloLens (một sản phẩm của Microsoft) trong ngành xây dựng sẽ được giới thiệu để làm rõ hơn việc công nghệ đã thực sự thay đổi ngành xây dựng như thế nào.

Một ví dụ về ứng dụng của công nghệ thực tế hỗn hợp (MR) trong ngành xây dựng là GyroEye Holo, một ứng dụng được phát triển và giới thiệu bởi công ty Informatix Inc.

**a) Đưa mô hình 3D của công trình từ BIM/CIM ra ngoài thực tế**

Công nghệ thực tế hỗn hợp (MR) có thể giúp đưa những mô hình BIM/CIM 3D của công trình từ máy tính ra thực địa ở tỷ lệ thực với độ xác thực và trực quan rất cao (Hình 5).

Công cụ này giúp ích rất nhiều trong các hoạt động như lập dự án, thiết kế sơ bộ, giai đoạn chuẩn bị mặt

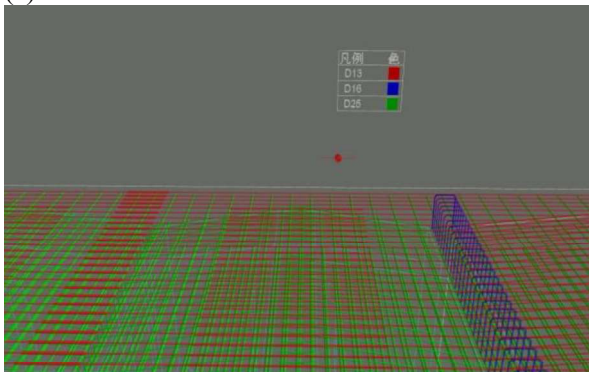
bằng thi công cho tới kiểm tra vị trí công trình sau khi đã thi công. Mặt khác, cùng với các thông tin được tích hợp trong mô hình BIM/CIM, việc kiểm tra giám sát quá trình thi công cũng sẽ trực quan, nhanh chóng và dễ nắm bắt thông tin hơn rất nhiều so với việc chỉ sử dụng bản vẽ giấy.

**b) Ứng dụng công nghệ thực tế hỗn hợp và kính HoloLens trong thi công cốt thép**

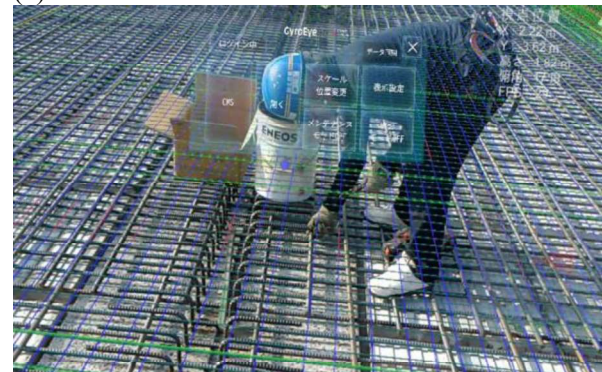
Việc sử dụng kết hợp giữa công nghệ thực tế hỗn hợp MR và kính HoloLens giúp chúng ta có thể đưa mô hình bố trí cốt thép từ BIM/CIM (Hình 6(a)) ra thực tế (Hình 6(b)), phục vụ cho việc thi công cốt thép.

Bằng việc có thể vừa nhìn theo mô hình bố trí cốt thép 3D ngay trong thực tế công trường thi công, kỹ sư và công nhân có thể dễ dàng xác định vị trí bố trí các thanh thép trong lúc đặt thép, cũng như đối chiếu vị trí đặt thép sau khi thi công với vị trí thiết kế trong giai đoạn kiểm tra giám sát. So với việc phải tới từng vị trí và dùng thước đo đạc, kiểm tra theo cách truyền thống thì đây sự thực là một bước ngoặt trong công nghệ thi công xây dựng. Công nghệ này giúp cho việc thi công cốt thép trên công trường tốn ít công sức, nhẹ nhàng

(a)



(b)



**Hình 6.** Ứng dụng của công nghệ thực tế hỗn hợp (MR) và kính HoloLens trong thi công cốt thép (hình ảnh tham khảo từ tài liệu giới thiệu sản phẩm của công ty Informatix Inc.). a) Mô hình bố trí cốt thép 3D và b) Mô hình bố trí cốt thép 3D được đưa ra ngoài thực tế nhờ sử dụng công nghệ MR và kính HoloLens.

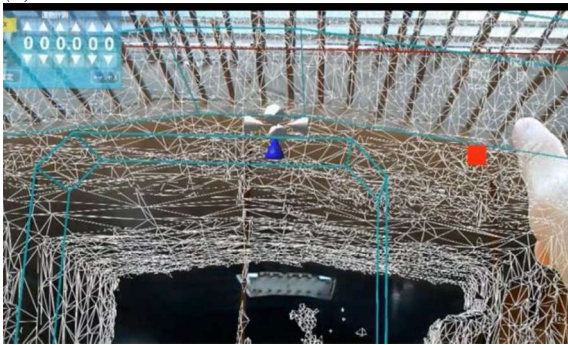


**Hình 7.** Kỹ sư đang sử dụng kính HoloLens để kiểm tra độ chính xác của việc đặt cốt thép (hình ảnh tham khảo từ tài liệu giới thiệu sản phẩm của công ty Informatix Inc.)



**Hình 8.** Chia sẻ hình ảnh kiểm tra thực tế tại hiện trường nhìn qua kính HoloLens với một bên không có mặt tại công trường thi công thông qua kết nối Internet (hình ảnh tham khảo từ tài liệu giới thiệu sản phẩm của công ty Informatix Inc.)

(a)



(b)



**Hình 9.** Ứng dụng của GyroEye Holo và thiết bị MR HoloLens trong việc đo kích thước ván khuôn (hình ảnh tham khảo từ tài liệu giới thiệu sản phẩm của công ty Informatix Inc.). a) Dữ liệu CIM của ván khuôn được đưa lên kết cấu thực, kỹ sư thực hiện việc đo kích thước bằng các thao tác di chuyển tay trong môi trường thực tế hỗn hợp và b) Kích thước được đo hiển thị trong môi trường thực tế hỗn hợp.



**Hình 10.** Các kích thước đã đo được tự động xuất ra dưới dạng một bản báo cáo ở một thiết bị khác được kết nối qua Internet (hình ảnh tham khảo từ tài liệu giới thiệu sản phẩm của công ty Informatix Inc.)

và cũng có phần thủ vị hơn (Hình 7). Mặt khác, các hình ảnh kiểm tra thực tế tại hiện trường nhìn qua kính HoloLens có thể được chia sẻ theo thời gian thực với một thiết bị khác thông qua kết nối Internet (Hình 8). Như vậy, kỹ sư giám sát thi công, thẩm tra hoặc chủ đầu tư hoàn toàn có thể theo dõi và nắm bắt thông tin về giai đoạn thi công cốt thép theo thời gian thực dù không trực tiếp có mặt tại công trường thi công.

c) *Ứng dụng công nghệ thực tế hỗn hợp và kính HoloLens trong việc kiểm tra kích thước ván khuôn*

Trước khi đổ bê tông, việc kiểm tra bố trí cốt thép và đo đạc các kích thước của ván khuôn là cần thiết. Từ trước đến nay, để thực hiện việc này, thông thường sẽ cần hai người cùng làm việc, dùng thước dây hoặc thước tỷ lệ đo kích thước ván khuôn, ghi kết quả vào phiếu hiện trường và sau đó tạo biên bản báo cáo kiểm

tra chất lượng ván khuôn khi trở về văn phòng. Tuy nhiên, trong những tình huống như khi ván khuôn ở những nơi cao hoặc những nơi không chắc chắn, hoặc khi kích thước cần đo của ván khuôn dài và có khả năng thước dây sẽ bị võng ở giữa, sẽ cần thêm người hỗ trợ. Vì vậy, cách làm truyền thống này đòi hỏi khá nhiều thời gian và công sức. Một trong những ứng dụng công nghệ để giúp đẩy nhanh quá trình kiểm tra kích thước ván khuôn đó là việc sử dụng kết hợp phần mềm GyroEye Holo (được phát triển và giới thiệu bởi công ty Informatix Inc.) kết hợp với thiết bị MR HoloLens. Trong phương pháp này, dữ liệu CIM của ván khuôn được đặt chính xác trên kết cấu thực ngoài hiện trường (Hình 9(a)). Sau đó, kỹ sư sử dụng kính HoloLens và có thể đo kích thước giữa các điểm tùy ý chỉ bằng các cử động ngón tay như "chạm nhẹ" ("air tap"-hành động đặt ngón tay cái và ngón trỏ lại với nhau) (Hình 9(b)). Không những thế, kết quả đo được tự động xuất ra dưới dạng biên bản kiểm tra tại một thiết bị đi kèm được kết nối qua Internet (Hình 10). Điều này được thực hiện được nhờ sự tối ưu trong việc đặt các dữ liệu CIM có độ chính xác cao vào kết cấu thực.

Trên thực tế, HoloLens được sử dụng để đo kích thước bên trong của ván khuôn trước khi bố trí cốt thép và kích thước của từng phần của mặt cắt ngang của dầm cầu sau khi đổ bê tông. Thông thường, công việc đo được thực hiện bởi nhiều công nhân, nhưng lần này chỉ được đo bởi một kỹ thuật viên đeo HoloLens. Phương pháp này đặc biệt phù hợp với những ván khuôn được bố trí ở vị trí cao, nơi có thể nguy hiểm cho công nhân nếu cần phải leo trèo.

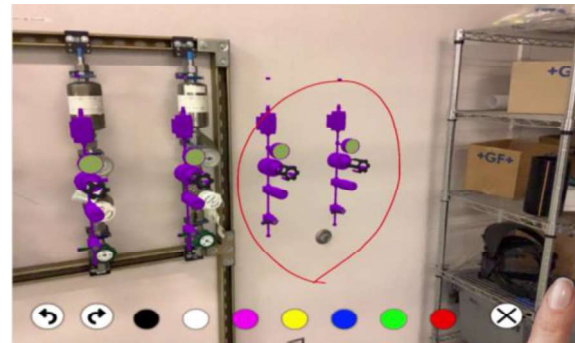
d) *Ứng dụng công nghệ thực tế hỗn hợp và kính HoloLens trong việc hỗ trợ lắp đặt thiết bị*

Một ứng dụng nổi bật khác của công nghệ thực tế hỗn hợp (MR) kết hợp với kính HoloLens đó là trong việc kiểm tra sự tương thích của các vị trí lỗ chờ, bệ móng, v.v. so với vị trí thiết bị tại hiện trường trước khi lắp đặt (Hình 11).

Phương pháp này cũng giúp kỹ sư, công nhân có cái nhìn trực quan hơn về tổng thể công trình khi lắp thiết bị, giúp họ dễ dàng hình dung vị trí của từng thiết bị trong qua trình lắp đặt. Đây cũng là một ứng dụng rất



**Hình 11.** Mô hình 3D của thiết bị được đưa vào thực tế nhờ công nghệ MR (hình ảnh tham khảo từ tài liệu giới thiệu sản phẩm của công ty Visual Live 3D LLC)



**Hình 12.** Ứng dụng của công nghệ thực tế hỗn hợp trong việc kiểm tra, đánh giá chất lượng lắp đặt thiết bị (hình ảnh tham khảo từ tài liệu giới thiệu sản phẩm của công ty Visual Live 3D LLC)



**Hình 13.** Ứng dụng của công nghệ thực tế hỗn hợp và kính HoloLens trong việc đánh dấu vị trí thiết bị khi lắp đặt (hình ảnh tham khảo từ Bentley Systems, Incorporated)



**Hình 14.** Ứng dụng kết hợp giữa MR, GIS, và BIM giúp hiển thị vị trí mạng lưới các đường ống theo thời gian thực ở không gian thực (hình ảnh tham khảo từ vGIS Inc.)

hiệu quả trong việc tiết kiệm thời gian và công sức khi kiểm tra, so sánh vị trí của các thiết bị sau khi lắp đặt với vị trí được thiết kế (Install Verification - QA/QC) (Hình 12).

e) *Ứng dụng công nghệ thực tế hỗn hợp và kính HoloLens trong việc đánh dấu vị trí cấu kiện hoặc thiết bị*

Một ứng dụng khác của công nghệ thực tế hỗn hợp (MR) đó là hỗ trợ trong việc đánh dấu vị trí cấu kiện những vị trí cọc trong thi công móng, hay vị trí đường ống, thiết bị khi lắp đặt, v.v. (Hình 13). Phương pháp này giúp tiết kiệm được rất nhiều nhân lực và thời gian vì không cần phải dùng các thiết bị định vị và đo đạc trực tiếp.

Ngoài ra, bằng việc kết hợp giữa công nghệ MR, GIS, và BIM, chúng ta còn có thể định vị được vị trí của các thiết bị hạ tầng như hố ga, hộp kỹ thuật, đường ống, v.v. được chôn dưới lòng đất, trong một không gian rộng (Hình 14). Ứng dụng này đặc biệt hiệu quả trong việc bảo trì, sửa chữa các hệ thống thiết bị hạ tầng được chôn ngầm dưới lòng đất.

3.3. *Ứng dụng của AI trong việc kiểm tra cốt thép sau khi thi công*

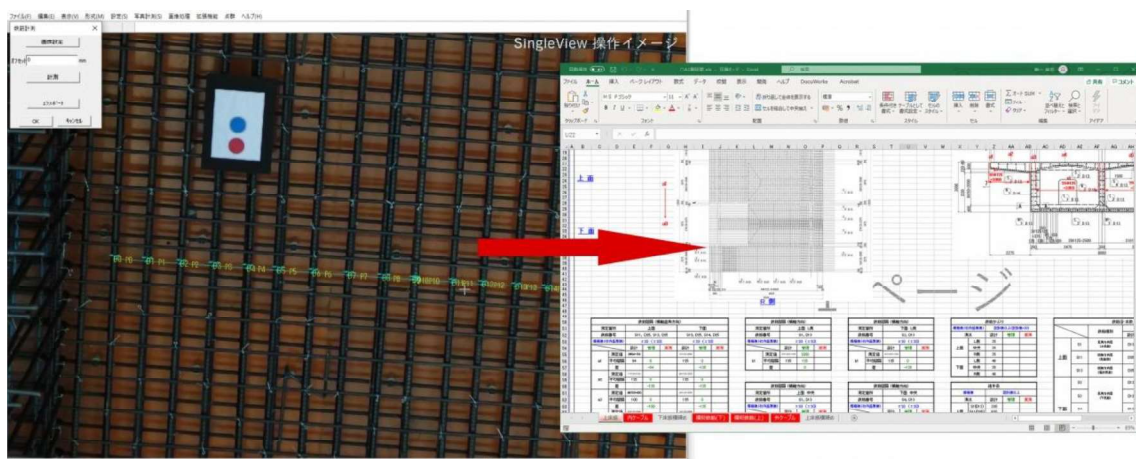
Trong những năm gần đây, công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành nghề từ giáo dục, y học, cho đến sản xuất công nghiệp, dịch vụ. Đối với ngành xây dựng, tuy muộn hơn các ngành nghề khác, nhưng gần đây một số ứng dụng của AI cũng đã được phát triển và giới thiệu. Một trong số đó là ứng dụng AI trong việc kiểm tra cốt thép sau khi thi công được phát triển bởi công ty International Technology Transfer Corporation (ITT).

Với một số lượng lớn các thanh cốt thép được bố trí dày đặc trên diện tích rộng, sẽ là một nhiệm vụ khó khăn để kiểm tra tất cả các thanh cốt thép về đường kính, khoảng cách, số lượng khi kiểm tra tại công trường. Công nghệ sử dụng máy bay không người lái (drone) đã được sử dụng để tiết kiệm sức lao động và rút ngắn thời gian làm việc. Hàng loạt bức ảnh của cốt thép sau khi được thi công được chụp bằng drone từ trên cao (Hình 15).

Dữ liệu ảnh này được dùng để lập mô hình 3D bằng iWitnessPRO (phần mềm được phát triển bởi ITT), và đường kính các thanh cốt thép và khoảng cách sắp xếp



**Hình 15.** Drone được dùng để chụp ảnh cốt thép sau khi thi công (<https://ken-it.world/success/2019/11/kuzuryu-river-bridge.html>)



**Hình 16.** Phần mềm tự động phân tích đường kính và khoảng cách đặt thép sau đó tự động xuất kết quả dưới dạng file Excel (<https://ken-it.world/success/2019/11/kuzuryu-river-bridge.html>)



các thanh được đo tự động bằng PhotoCalc (cũng được phát triển bởi ITT). Kết quả phân tích đường kính và khoảng cách đặt cốt thép được trích xuất tự động dưới dạng file Excel (Hình 16). Sau đó, công nghệ AI (machine learning) được áp dụng để tự động đánh giá việc bố trí cốt thép là đạt hay không đạt và thể hiện kết quả đánh giá trên mô hình BIM/CIM. Phương pháp này đã giúp giảm đáng kể nhân công và thời gian cần thiết cho việc kiểm tra cốt thép sau khi thi công. Mặt khác, do sử dụng drone và phần mềm phân tích trên máy tính nên việc kiểm tra vị trí cốt thép có thể được thực hiện thoải mái trong một văn phòng có máy lạnh trong mùa hè nóng bức, điều này có thể góp phần cải thiện năng suất.

### 3.4. Ứng dụng của internet kết nối vạn vật (IoT)

Với việc đưa 5G vào sử dụng, đã cho phép việc kết nối và điều khiển các thiết bị từ xa được áp dụng trong nhiều công việc. Việc kết nối và điều khiển từ xa cũng đã bước đầu được áp dụng trong ngành xây dựng. Tháng 12 năm 2018, ba tập đoàn KDDI, NEC và Obayashi của Nhật Bản đã thí điểm thành công mô hình điều khiển từ xa thiết bị thi công sử dụng hệ thống thông tin di động thế hệ 5G (Hình 17).

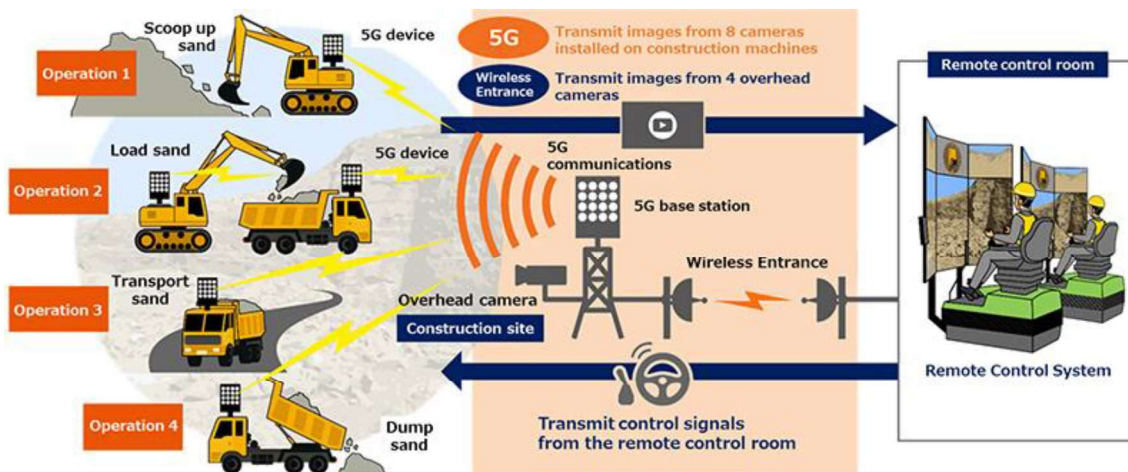
Vào thời điểm xảy ra thảm họa như sạt lở đất bởi động đất, lũ quét, mưa lớn, v.v., việc cần phải nhanh chóng phục hồi cơ sở hạ tầng xã hội như đường giao thông, cầu cống là vô cùng cấp thiết. Tuy nhiên, những khu vực này luôn tiềm ẩn rất nhiều rủi ro, nguy hiểm của những thảm họa thứ cấp (do nền đất bị mất ổn định nên sạt lở có thể còn tiếp tục xảy ra). Việc đưa con người vào những khu vực này để trực tiếp thi công phục hồi sạt lở là vô cùng nguy hiểm. Do đó, các hệ thống điều khiển từ xa cho máy móc xây dựng được xem xét sử dụng để đảm bảo an toàn. Tuy nhiên, các hệ thống điều khiển từ xa sử dụng Wi-Fi hiện nay có độ trễ thời gian giữa việc điều khiển máy móc xây dựng từ xa và truyền hình ảnh, điều này gây rất nhiều

khó khăn cho người vận hành và giảm hiệu quả công việc.

Thử nghiệm thực địa này đã áp dụng các tính năng chính của 5G, chẳng hạn như tốc độ truyền cao, dung lượng cao và độ trễ thấp, để điều khiển từ xa hai máy xây dựng khác nhau, một máy xúc lật và một xe chở, và tiến hành vận chuyển cát thành công. Tổng cộng tám camera đã được lắp đặt trên hai máy xây dựng để truyền hình ảnh và dữ liệu âm thanh theo thời gian thực bằng cách sử dụng 5G. Thử nghiệm đã chứng minh rằng điều khiển từ xa có thể được thực hiện tương đương với các hoạt động tại hiện trường. Hơn nữa, xem xét trường hợp không thể sử dụng đường truyền cáp quang vào thời điểm xảy ra thảm họa, các trạm phát 5G dựng trực tiếp tại hiện trường có thể kết nối với phòng điều khiển từ xa đặt cách đó khoảng 750 mét thông qua mạng đầu vào không dây (wireless entrance network). Ngoài ra, một trạm phát 5G đặt trong xe đã được sử dụng để xây dựng một phòng điều khiển từ xa di động. Điều này chứng tỏ rằng một môi trường điều khiển từ xa có thể được xây dựng ngay lập tức tại các khu vực bị ảnh hưởng bởi thảm họa và sau đó các công việc phục hồi có thể được tiến hành nhanh chóng và an toàn. Trong khi đó, hệ thống điều khiển bằng giọng nói tương tác lần đầu tiên được giới thiệu trong lĩnh vực xây dựng ICT ở Nhật Bản và máy móc xây dựng sử dụng hệ thống 5G đã được vận hành thành công từ xa chỉ bằng hệ thống điều khiển bằng giọng nói. Thử nghiệm này khẳng định rằng hệ thống cho phép một người vận hành có thể vận hành đồng thời hai máy xây dựng, điều này giúp bù đắp cho việc thiếu công nhân xây dựng lành nghề và góp phần nâng cao hiệu quả công việc.

### 4. Một số điểm lưu ý để có thể đưa những ứng dụng công nghệ cao vào ngành xây dựng ở Việt Nam

Để có thể đưa những ứng dụng khoa học công nghệ mới vào ngành xây dựng, bên cạnh việc sở hữu những



Hình 17. Các thiết bị thi công trên công trường được điều khiển từ xa thông qua mạng 5G ([https://www.nec.com/en/press/201901/global\\_20190128\\_01.html](https://www.nec.com/en/press/201901/global_20190128_01.html))

công nghệ và thiết bị hiện đại phục vụ trực tiếp cho các dự án, việc đảm bảo có thể cung cấp một “môi trường” tương thích với những công nghệ hiện đại này đóng vai trò then chốt. Một số điểm cần lưu ý để có thể xây dựng một “môi trường” phù hợp giúp thúc đẩy việc ứng dụng khoa học kỹ thuật cao trong ngành xây dựng đó là:

- **Thông nhất, đồng bộ hóa tối đa**  
Để có thể ứng dụng những thiết bị tự động hóa như robot, IoT, sự thống nhất, đồng bộ là một yếu tố quyết định. Do vậy cần tối đa sự thống nhất và đồng bộ trong tất cả các giai đoạn thi công.

- **Tiêu chuẩn hóa ở cấp độ quốc gia, quốc tế**  
Trong việc ứng dụng những kỹ thuật và thiết bị máy móc hiện đại, việc chia sẻ, xuất nhập khẩu công nghệ, thiết bị giữa các quốc gia là rất phổ biến. Mặt khác, trong thế giới hiện nay, việc các công ty xây dựng ở nhiều nước cùng tham gia thiết kế, thi công một công trình cũng thường xuyên diễn ra. Do đó, để tạo điều kiện thuận lợi nhất cho việc trao đổi và hợp tác quốc tế, tiêu chuẩn hóa trong xây dựng ở cấp độ quốc tế là cần thiết. Tổ chức quốc tế BuildingSMART là một ví dụ cho những nỗ lực thúc đẩy quá trình chuyển đổi kỹ thuật số của ngành xây dựng, và mang đến sự cải tiến bằng cách tạo ra và áp dụng các giải pháp và tiêu chuẩn quốc tế mở cho việc xây dựng các công trình dân dụng cũng như cơ sở hạ tầng. Đặc biệt, sự thống nhất trong các tiêu chuẩn, quy chuẩn, quy cách sản phẩm trong cùng một quốc gia còn cần thiết hơn nữa. Ví dụ, sự tương thích giữa các phần mềm, các sản phẩm kết nối thiết bị công nghệ, v.v..

- **BIM/CIM**  
Một trong những bước đầu tiên trong quá trình nâng cao hiệu quả sản xuất trong ngành xây dựng cũng như giảm thiểu những lỗi trong quá trình thiết kế, thi công đó là xây dựng mô hình BIM/CIM.

BIM/CIM cũng là bước nền móng cho ứng dụng của nhiều công nghệ như thực tế ảo, thực tế tăng cường, thực tế hỗn hợp. Việc đưa BIM/CIM trở nên phổ biến và bắt buộc trong thiết kế, thi công và quản lý vận hành, bảo trì đang trở thành xu hướng ở nhiều quốc gia.

- **Đổi mới tư duy, nâng cao trình độ của lực lượng lao động trong ngành xây dựng**  
Với những ứng dụng của khoa học kỹ thuật, giờ đây, người kỹ sư xây dựng không chỉ đơn thuần làm việc

với những vật liệu, thiết bị thi công truyền thống. Việc áp dụng các công nghệ như VR/AR/MR, IoT, AI, hay kính HoloLens đã giúp người lao động cải thiện đáng kể năng suất và điều kiện làm việc. Tuy nhiên, những ứng dụng này cũng thay đổi toàn diện cách thức làm việc, nó đòi hỏi người lao động phải có sự hiểu biết về khoa học, công nghệ, thậm chí, cần đến những kiến thức về công nghệ thông tin, lập trình, mô hình hóa, v.v.. Do đó những kỹ sư, công nhân làm việc trong ngành xây dựng cũng cần thay đổi tư duy, trau dồi thêm kỹ năng và kiến thức về những công nghệ, kỹ thuật mới để có thể theo kịp với sự phát triển này.

## 5. Lời kết

Qua loạt ví dụ về những ứng dụng của khoa học kỹ thuật trong ngành xây dựng được giới thiệu trong bài viết, chúng ta có thể thấy, cách mạng công nghiệp 4.0 đã thay đổi mạnh mẽ diện mạo của nhiều ngành nghề, trong đó có ngành xây dựng. Những ứng dụng khoa học công nghệ này không những giúp nâng cao năng suất lao động, cải thiện điều kiện làm việc của người lao động, mà còn thay đổi toàn diện phương pháp thi công, thay đổi hình ảnh ngành xây dựng từ “vất vả, bần, nguy hiểm” sang “thu nhập, nghỉ ngơi, hi vọng”. Việc sử dụng những thiết bị kỹ thuật cao trong ngành xây dựng như robot, drone, kính HoloLens, v.v cũng giúp ngành xây dựng trở nên thú vị hơn. Ở một khía cạnh khác, tất cả những yếu tố này cũng giúp tăng thêm sự hấp dẫn của ngành xây dựng trong cuộc đua thu hút người lao động giữa bối cảnh lực lượng lao động đang có xu hướng giảm dần. Mặt khác, chúng ta cũng có thể thấy rằng, giờ đây ranh giới giữa ngành xây dựng và những ngành nghề khác như công nghệ thông tin đang dần bị phá vỡ. Trong nền công nghiệp 4.0, một kỹ sư xây dựng hoàn toàn có thể đồng thời là một kỹ sư công nghệ thông tin. Và người lao động trong ngành xây dựng cũng cần thay đổi tư duy, trau dồi kỹ năng, kiến thức để bắt kịp với sự phát triển và đổi mới này.

## Tài liệu tham khảo

[1] Quỹ dân số Liên Hợp Quốc, và Tổ chức Hỗ trợ Người cao tuổi Quốc tế, “Báo cáo tóm tắt: Già hóa trong Thế kỷ 21-Thành tựu và Thách thức”, Quỹ dân số Liên Hợp Quốc (UNFPA), New York và Tổ chức Hỗ trợ Người cao tuổi quốc tế (HelpAge International), London chịu trách nhiệm xuất bản, 2012.