

CÁC RÀO CẢN CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG CHUỖI CUNG ỨNG XÂY DỰNG: NGHIÊN CỨU DELPHI

BARRIERS TO DIGITAL TRANSFORMATION IN CONSTRUCTION SUPPLY CHAINS: A DELPHI STUDY

TS. Phạm Thanh Hải - Khoa Quản trị Kinh doanh, Trường Đại học Văn Lang, Thành phố Hồ Chí Minh
ĐT: 0933476876 - Email: hai.pt@vlu.edu.vn

Tóm tắt: Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định các rào cản và đánh giá tác động của chúng lên quá trình chuyển đổi số trong các chuỗi cung ứng xây dựng. Một nghiên cứu Delphi gồm bốn giai đoạn: thiết lập nhóm chuyên gia, khám phá các rào cản, đạt được sự đồng thuận về các rào cản, và định lượng tác động của các rào cản, được tiến hành với dữ liệu thu thập từ 24 chuyên gia tại Việt Nam. Các kết quả đã xác định được 31 rào cản cụ thể thuộc 6 nhóm khác nhau. Sáu nhóm này bao gồm: chiến lược, công nghệ, nguồn nhân lực, tài chính, các bên liên quan, và bảo mật và quyền riêng tư. Ngoài ra, 5 nhóm rào cản gồm chiến lược, công nghệ, nguồn nhân lực, tài chính, và các bên liên quan nhìn chung có tác động cao, trong khi nhóm còn lại (bảo mật và quyền riêng tư) có tác động trung bình đến quá trình chuyển đổi số.
Từ khóa: Rào cản, chuyển đổi số, chuỗi cung ứng xây dựng, nghiên cứu Delphi.

1. Giới thiệu

Quản lý chuỗi cung ứng liên tục phải đối mặt với những thách thức từ toàn cầu hóa và cạnh tranh khốc liệt, và điều này đòi hỏi các chuỗi cung ứng phải ngày càng linh hoạt, minh bạch, an toàn, và hiệu quả (Lagorio và cộng sự, 2022). Gần đây, trọng tâm đã chuyển sang việc triển khai các công nghệ số như blockchain, IoT, trí tuệ nhân tạo, phân tích dữ liệu lớn, điện toán đám mây cùng nhiều công nghệ khác. Những công nghệ này kết nối các chuỗi cung ứng riêng lẻ và biến chúng thành một hệ thống tích hợp hoàn chỉnh cho tất cả các bên liên quan (Gharaibeh và cộng sự, 2022). Trong ngành Xây dựng, những công nghệ mới nổi này đã giúp đơn giản hóa quá trình xây dựng, ví dụ bằng cách truy xuất dữ liệu nhanh chóng và trình bày thông tin một cách trực quan (Kissi và cộng sự, 2023).

Là một quá trình mang tính đột phá cao, chuyển đổi số tác động rất lớn đến nhiều ngành công nghiệp, trong đó có ngành xây dựng (Ozumba và Shakantu, 2018). Đã có những tranh luận về việc ứng dụng công nghệ số để hỗ trợ các quá trình chuỗi cung ứng, tập trung vào ngành Xây dựng (Dallasega và cộng sự, 2018). Chuyển đổi số là điều không thể tránh khỏi đối với các công ty xây dựng

Abstract: This study is carried out to identify barriers and assess their impacts on digital transformation in construction supply chains. A Delphi study with four phases including setting up the panel, exploring the barriers, reaching an understanding, and quantifying the impact is performed, with data collected from 24 experts in Vietnam. Thirty-one specific barriers belonging to six different groups have been identified. These six groups include strategy, technology, human resources, finance, stakeholders, and data security and privacy. Furthermore, the five groups namely strategy, technology, human resources, finance, and stakeholders generally have high impacts while the remaining group (i.e. data security and privacy) have moderate impacts on digital transformation.

Keywords: Barriers, digital transformation, construction supply chains, Delphi study.

để tăng khả năng cạnh tranh và sự bền vững. Do đó, để đạt được sự triển khai thành công, điều quan trọng là phải nâng cao nhận thức về các rào cản chuyển đổi số trong các công ty. Mức độ chuyển đổi số thấp có thể là do tác động tiêu cực của các rào cản. Trong quá trình triển khai, các vấn đề có thể phát sinh đồng thời, tạo thành các rào cản đối với sự chuyển đổi này (Wang và cộng sự, 2022).

Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu về ứng dụng công nghệ số trong chuỗi cung ứng xây dựng đã được thực hiện, bao gồm blockchain (ví dụ: Wang và cộng sự, 2020; Hamledari và Fischer, 2021; Sadeghi và cộng sự, 2023), BIM (ví dụ: Qiao và cộng sự, 2021; Shi và cộng sự, 2022; Magill và cộng sự, 2022), RFID (ví dụ: Wang và cộng sự, 2017), sản xuất tiên tiến (advanced manufacturing) (ví dụ: Arashpour và cộng sự, 2017), IoT (ví dụ: Zhang và cộng sự, 2021), hoặc ứng dụng đồng thời nhiều công nghệ (ví dụ: Deng và cộng sự, 2019; Hijazi và cộng sự, 2021; Elghaish và cộng sự, 2023). Mặc cho những đóng góp đáng chú ý của những nghiên cứu bên trên, nghiên cứu trước đây về việc ứng dụng các công nghệ trong chuỗi cung ứng xây dựng vẫn còn rất hạn chế. Theo Wang và cộng sự (2022), một trong những lý do chính làm

cho ngành Xây dựng tụt hậu so với các ngành khác trong quá trình chuyển đổi số là do sự xuất hiện của rất nhiều rào cản. Tuy nhiên, nghiên cứu trước đây, đặc biệt là ở Việt Nam, vẫn chưa xác định một cách toàn diện các rào cản này và đánh giá tác động của chúng lên chuyển đổi số chuỗi cung ứng xây dựng. Đây cũng chính là một khoảng trống kiến thức mà nghiên cứu này sẽ tập trung vào.

Do đó, nghiên cứu hiện tại được thực hiện với hai mục tiêu chính: (1) Xác định và phân loại các rào cản chuyển đổi số trong chuỗi cung ứng xây dựng, và (2) Đánh giá tác động của các rào cản lên quá trình chuyển đổi số.

2. Tổng quan nghiên cứu

Nhiều nghiên cứu về ứng dụng công nghệ số trong chuỗi cung ứng xây dựng đã được thực hiện gần đây, bao gồm blockchain, BIM, RFID, sản xuất tiên tiến, và IoT.

Liên quan đến blockchain, Wang và cộng sự (2020) đã phát triển một khung dựa trên blockchain để cải thiện việc chia sẻ thông tin và khả năng truy xuất nguồn gốc trong chuỗi cung ứng xây dựng bê tông đúc sẵn. Hamledari và Fischer (2021) đã áp dụng tài sản tiền điện tử dựa trên blockchain để tích hợp chuỗi cung ứng tài chính và vật chất. Sadeghi và cộng sự (2023) đã ưu tiên các yêu cầu triển khai blockchain dựa trên đặc điểm của nền kinh tế tuần hoàn trong chuỗi cung ứng xây dựng. Liên quan đến BIM, Qiao và cộng sự (2021) và Shi và cộng sự (2022) đã nghiên cứu các tác động của việc ứng dụng BIM và hoạt động đổi mới hợp tác lên sự đổi mới cũng như vai trò của việc chia sẻ kiến thức trong các mối quan hệ này trong chuỗi cung ứng xây dựng. Magill và cộng sự (2022) đã nghiên cứu tính hiệu quả của logistics xây dựng tích hợp bằng cách sử dụng 4D BIM.

Có rất ít nghiên cứu về ứng dụng của RFID và sản xuất tiên tiến, ngoại trừ Wang và cộng sự (2017) và Arashpour và cộng sự (2017). Wang và cộng sự (2017) đã xem xét các cơ chế dựa trên dữ liệu và lợi ích của việc áp dụng RFID trong chuỗi cung ứng xây dựng bê tông đúc sẵn. Arashpour và cộng sự (2017) đã phát triển các mô hình để tối ưu hóa các quyết định trong sản xuất tiên tiến của chuỗi cung ứng sản phẩm đúc sẵn. Ngoài ra, cũng có tương đối ít nghiên cứu về việc áp dụng IoT. Ví dụ, Ali và cộng sự (2020) tập trung vào việc xác định các chiến lược IoT khác nhau có thể được tích hợp để tăng hiệu quả của chuỗi cung ứng xây dựng. Zhang et al. (2021) đã thiết kế một mô hình đánh giá chi phí cho chuỗi cung ứng xây dựng tiên chế được hỗ trợ bởi IoT.

Đáng chú ý, nhiều tác giả đã tập trung vào việc

ứng dụng đồng thời nhiều công nghệ. Deng và cộng sự (2019) đã phát triển một khung tích hợp dựa trên hệ thống thông tin địa lý và 4D BIM để phối hợp giữa các công trường xây dựng và các địa điểm khác, cụ thể là các trung tâm tập trung vật liệu và địa điểm của nhà cung cấp. Hijazi và cộng sự (2021) đã phân tích các thách thức trong việc cung cấp dữ liệu chuỗi cung ứng xây dựng để đề xuất một giải pháp tích hợp blockchain và BIM mà cho phép cung cấp sản phẩm kỹ thuật số đáng tin cậy. Elghaish và cộng sự (2023) đã phát triển một giải pháp BIM-blockchain tích hợp cho chuỗi cung ứng xây dựng tuần hoàn số hóa.

Mặc dù các nghiên cứu trên đã tìm hiểu về việc áp dụng các công nghệ trong chuỗi cung ứng xây dựng, nhưng chưa có nghiên cứu nào xác định và định lượng tác động của các rào cản lên chuyển đổi số. Đây cũng chính là khoảng trống kiến thức của các nghiên cứu trước đây. Wang và cộng sự (2022) cho rằng ngành Xây dựng vẫn còn tụt hậu so với các ngành khác trong việc thực hiện chuyển đổi số. Lý do chính đó là ngành xây dựng phải đối mặt với vô số rào cản trong quá trình thực hiện. Điều này cho thấy cần phải hiểu rõ các rào cản và tác động của chúng đối với quá trình số hóa chuỗi cung ứng xây dựng.

Theo Li và cộng sự (2019), ngành Xây dựng nổi tiếng là chậm chạp trong việc ứng dụng công nghệ số và được xếp hạng thấp nhất về mức độ số hoá, mặc dù các công nghệ đang cách mạng hóa ngành xây dựng (Adekunle và cộng sự, 2021). Patrucco và cộng sự (2020) cho rằng công nghệ số được nhận định là khó triển khai vì chúng liên quan đến sự chuyển đổi sâu sắc của các quá trình chuỗi cung ứng. Nhiều ngành công nghiệp phải đối mặt với các rào cản liên quan đến việc thiết kế lại quá trình chuỗi cung ứng được hỗ trợ bởi công nghệ số. Ngành Xây dựng không phải là một ngoại lệ vì các dự án xây dựng luôn mang những đặc điểm đặc thù chẳng hạn như lượng thông tin lớn, tổ chức phức tạp, sự tương tác giữa nhiều bên liên quan, và các quá trình được liên kết ở các giai đoạn và các địa điểm khác nhau (Patrucco et al., 2020).

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp Delphi để giải quyết vấn đề nghiên cứu. Phương pháp này được áp dụng để thu thập dữ liệu từ các chuyên gia nhằm đạt được sự đồng thuận về các câu hỏi đa chiều. Trong phương pháp này, một nhóm chuyên gia có nhiều kinh nghiệm về một chủ đề nghiên cứu sẽ tương tác ẩn danh qua nhiều vòng. Các vòng tiếp tục cho đến khi đạt được sự đồng thuận giữa các chuyên gia. Phản hồi từ mỗi vòng được sử dụng làm đầu vào cho vòng tiếp theo dưới dạng phản hồi

tổng hợp (Kembro và cộng sự, 2017). Trong tất cả các vòng, các chuyên gia có thể bình luận về kết quả của vòng trước và thay đổi câu trả lời của họ bất cứ lúc nào. Điều này giúp kiểm soát các vấn đề liên quan đến sự bất đồng, thái độ phòng thủ, và thành kiến giữa các cá nhân.

Hơn nữa, phương pháp Delphi giúp các nhà nghiên cứu có được những hiểu biết giá trị từ các chuyên gia và nhà quản lý trong ngành, do đó phù hợp cho việc xây dựng lý thuyết (Agrawal và cộng sự, 2022). Như đã đề cập bên trên, nghiên cứu về các rào cản chuyển đổi số trong chuỗi cung ứng xây dựng còn khá hạn chế, đặc biệt là ở Việt Nam. Vì nghiên cứu hiện tại mang tính chất khám phá nên việc sử dụng phương pháp Delphi được xem xét là phù hợp. Nghiên cứu này thực hiện một quy trình gồm bốn giai đoạn, được mô tả chi tiết dưới đây.

3.1. Giai đoạn 1: thiết lập nhóm chuyên gia

Nghiên cứu này tuân theo các hướng dẫn chung về việc thành lập một nhóm chuyên gia có hiểu biết sâu sắc về chủ đề và đại diện cho nhiều quan điểm khác nhau (Okoli và Pawlowski, 2004). Nghiên cứu đã liên hệ và mời một số nhà quản lý của các công ty xây dựng tại Việt Nam tham gia nghiên cứu này, thông qua phương pháp lấy mẫu thuận tiện. Trong phương pháp lấy mẫu phi xác suất này, những người tham gia sẽ được lựa chọn nếu họ đáp ứng một số yêu cầu nhất định, ví dụ như sự gắn gũi về mặt địa lý, sự sẵn sàng vào một thời điểm cụ thể, hoặc dễ dàng tiếp cận (Dornyei, 2007). Tất cả các nhà quản lý nên có ít nhất 10 năm kinh nghiệm trong việc quản lý các hoạt động chuỗi cung ứng. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng mời các nhà nghiên cứu có nhiều năm kinh nghiệm và công bố các công trình trong lĩnh vực quản lý chuỗi cung ứng xây dựng.

Mặc dù nghiên cứu trước không đưa ra công thức chính xác để xác định quy mô lý tưởng của nhóm chuyên gia (Kembro và cộng sự, 2017), nhưng vẫn có một số hướng dẫn cụ thể. *Thứ nhất*, quy mô nhóm chuyên gia không nên vượt quá 30 người vì nhóm lớn hơn thường không tạo ra thêm những hiểu biết mới và cũng hạn chế việc khám phá những hiểu biết mà có thể xuất hiện trong suốt quá trình nghiên cứu. *Thứ hai*, nhóm chuyên gia nên có ít nhất 20 người để giảm thiểu những thành kiến cá nhân mà có thể làm sai lệch các phản hồi tổng hợp (Akkermans và cộng sự, 2003; Okoli và Pawlowski, 2004; Kembro và cộng sự, 2017).

Tổng cộng có 30 chuyên gia đã được mời, bao gồm 6 nhà nghiên cứu và 24 nhà quản lý từ các công ty xây dựng, nhà cung cấp, và chủ đầu tư. Tuy nhiên, 6 chuyên gia (bao gồm 2 nhà nghiên cứu và 4 nhà quản lý) đã từ chối tham gia; do đó, nhóm

chuyên gia cuối cùng bao gồm 24 người, cụ thể là 4 nhà nghiên cứu và 20 nhà quản lý (Bảng 1). Có thể kết luận rằng việc thành lập nhóm chuyên gia này đã tuân thủ theo các hướng dẫn của các nghiên cứu trước đây trong việc thực hiện nghiên cứu Delphi (Akkermans và cộng sự, 2003; Okoli và Pawlowski, 2004; Kembro và cộng sự, 2017). Ngoài ra, 24 chuyên gia này đã đồng ý tham gia tất cả các vòng.

Bảng 1. Thông tin các chuyên gia

STT	Vai trò	Quy mô công ty (theo số lượng nhân viên)	Kinh nghiệm làm việc (theo năm)
1	Quản lý công ty	Lớn (> 200 người)	> 20 năm
2	Quản lý công ty	Vừa (100 – 200 người)	> 20 năm
3	Quản lý công ty	Nhỏ (\leq 100 người)	> 20 năm
4	Quản lý công ty	Vừa	> 20 năm
5	Quản lý chuỗi cung ứng	Vừa	10 – 20 năm
6	Quản lý chuỗi cung ứng	Vừa	Khoảng 10 năm
7	Quản lý chuỗi cung ứng	Lớn	10 – 20 năm
8	Quản lý chuỗi cung ứng	Lớn	> 20 năm
9	Quản lý chuỗi cung ứng	Nhỏ	Khoảng 10 năm
10	Quản lý chuỗi cung ứng	Nhỏ	10 – 20 năm
11	Quản lý chuỗi cung ứng	Vừa	10 – 20 năm
12	Quản lý chuỗi cung ứng	Lớn	> 20 năm
13	Quản lý chuỗi cung ứng	Nhỏ	10 – 20 năm
14	Quản lý dự án	Lớn	10 – 20 năm
15	Quản lý dự án	Vừa	> 20 năm
16	Quản lý dự án	Vừa	10 – 20 năm
17	Nhà cung cấp	Lớn	10 – 20 năm
18	Nhà cung cấp	Vừa	Khoảng 10 năm
19	Chủ đầu tư	Nhỏ	10 – 20 năm
20	Chủ đầu tư	Lớn	> 20 năm
21	Nhà nghiên cứu		Khoảng 10 năm
22	Nhà nghiên cứu		Khoảng 5 năm
23	Nhà nghiên cứu		Khoảng 10 năm
24	Nhà nghiên cứu		Khoảng 15 năm

3.2. Giai đoạn 2: khám phá các rào cản (vòng 1)

Thư mời và ba câu hỏi khám phá của vòng đầu tiên (xem Phụ lục) được gửi đến các chuyên gia thông qua một liên kết trực tuyến. Thông qua ba câu hỏi này, các chuyên gia có thể biết nghiên cứu muốn tìm hiểu cụ thể về vấn đề nào. Nhờ đó, họ có thể xác định ngay lập tức xem mình có phù hợp với nhóm chuyên gia hay không. Trong liên kết, mục tiêu và phạm vi của nghiên cứu hiện tại được trình bày rõ ràng. Các chuyên gia được hỏi liệu họ có kinh nghiệm trước đây trong việc áp dụng các công

nghệ số trong chuỗi cung ứng xây dựng và có quan tâm đến việc tham gia vào nghiên cứu hay không. Các chuyên gia chỉ nên tham gia vào nghiên cứu nếu họ đáp ứng tất cả các điều kiện nêu trên. Điều này nhằm đảm bảo tính khách quan của kết quả cuối cùng.

Các câu hỏi được đặt ra đều mang tính chất mở, dễ hiểu, và không áp đặt bất kỳ sự thiên vị nào lên các chuyên gia hoặc dẫn dắt họ theo một hướng cụ thể (Okoli và Pawlowski, 2004). Tất cả các câu trả lời từ các câu hỏi khám phá được phân tích và tổng hợp để xác định danh sách các rào cản. Các mô tả tương tự được mã hóa thành một nhóm.

3.3. Giai đoạn 3: đạt được sự đồng thuận về các rào cản (vòng 2)

Dựa trên kết quả vòng đầu tiên, vòng thứ hai chỉ bao gồm một câu hỏi (xem Phụ lục). Câu hỏi này vẫn được gửi thông qua một liên kết trực tuyến. Sau khi hoàn thành vòng này, danh sách các nhóm rào cản và các rào cản tương ứng của chúng được cập nhật để phản ánh quan điểm của các chuyên gia về các rào cản chuyển đổi số trong chuỗi cung ứng xây dựng. Danh sách này được kiểm tra lại một cách cẩn thận để đảm bảo tính nhất quán vì nó được sử dụng cho vòng thứ ba.

3.4. Giai đoạn 4: định lượng tác động của các rào cản (vòng 3)

Trong vòng này, các chuyên gia được yêu cầu đánh giá tác động của từng rào cản đối với quá trình chuyển đổi số dựa trên thang đo Likert 5 mức độ (1 - rất thấp, 2 - thấp, 3 - trung bình, 4 - cao, 5 - rất cao). Tác động của các rào cản được định lượng bằng cách tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (Agrawal và cộng sự, 2022). Các rào cản được xếp hạng từ tác động cao nhất đến thấp nhất.

4. Kết quả

4.1. Xác định và phân loại các rào cản

Dựa trên dữ liệu định tính từ hai vòng đầu tiên, 31 rào cản đã được xác định và được phân loại thành 6 nhóm (Bảng 2). Sáu nhóm này bao gồm chiến lược, công nghệ, nguồn nhân lực, tài chính, các bên liên quan, và bảo mật và quyền riêng tư. Các nhóm này được thảo luận chi tiết bên dưới.

4.1.1. Chiến lược

Nhóm này bao gồm 6 rào cản: Thiếu tầm nhìn và chiến lược (RC1), Thiếu năng lực áp dụng mô hình kinh doanh mới (RC2), Thiếu hiểu biết về các công nghệ hiện có (RC3), Thiếu đầu tư vào các công nghệ mới (RC4), Nghiên cứu và phát triển yếu kém (RC5), và Thiếu sự hỗ trợ từ ban lãnh đạo cấp cao (RC6). Các chuyên gia nhận xét: “Các công ty

xây dựng thiếu đầu tư vào công nghệ mới do thiếu chiến lược số hóa cụ thể”. Việc có được sự cam kết và hỗ trợ của ban lãnh đạo trong việc thiết lập chuỗi cung ứng số hóa là rất quan trọng. Trong nghiên cứu này, một rào cản đáng kể đó là thiếu sự hỗ trợ của ban lãnh đạo cấp cao. Hơn nữa, “Các công ty cũng thiếu sự hợp tác với nhà cung cấp và đối tác để áp dụng công nghệ mới do thiếu chiến lược và tầm nhìn về số hóa”.

4.1.2. Công nghệ

Nhóm này bao gồm 4 rào cản: Thiếu cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (RC7), Thiếu sự tích hợp giữa các nền tảng công nghệ (RC8), Độ phức tạp của dữ liệu (RC9), và Kết nối mạng không đầy đủ (RC10). Các chuyên gia cho biết: “Cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (ví dụ: mạng, phần mềm, phần cứng) cần được nâng cấp để hỗ trợ chuyển đổi số chuỗi cung ứng xây dựng khi các hướng dẫn và dữ liệu được truyền tải qua mạng”. Ngoài ra, trong quá trình số hóa các loại dữ liệu khác nhau được tạo ra từ các nguồn khác nhau, gây ra vấn đề cho việc tích hợp và lưu trữ dữ liệu. Một số chuyên gia cũng chỉ ra rằng: “Cần giải quyết vấn đề kết nối mạng và sự tích hợp giữa các nền tảng công nghệ để cải thiện việc truyền tải dữ liệu theo thời gian thực trong toàn bộ chuỗi cung ứng”.

4.1.3. Nguồn nhân lực

Nhóm này bao gồm 8 rào cản: Không bắt kịp kinh doanh kỹ thuật số (RC11), Thiếu nhận thức về lợi ích của chuyển đổi số (RC12), Thiếu sự cam kết (RC13), Không muốn nâng cao kiến thức (RC14), Thiếu kỹ năng và kiến thức chuyên môn (RC15), Thiếu đào tạo (RC16), Thiếu văn hóa số (RC17), và Tương tác giữa các bộ phận kém hiệu quả (RC18). Một số chuyên gia kết luận: “Một rào cản đáng kể là sự kháng cự của nhân viên đối với việc thay đổi từ chuỗi cung ứng truyền thống sang chuỗi cung ứng số hóa do thiếu nhận thức về lợi ích của việc triển khai các công nghệ và lo sợ khối lượng công việc tăng thêm”. Các chuyên gia chỉ ra rằng các rào cản liên quan đến nguồn nhân lực là những rào cản chính đối với chuyển đổi số chuỗi cung ứng xây dựng, ví dụ như thiếu kỹ năng kỹ thuật để áp dụng các công nghệ phức tạp, đào tạo không đầy đủ để cung cấp các kỹ năng mới cho nhân viên.

4.1.4. Tài chính

Nhóm này bao gồm 4 rào cản: Lợi ích kinh tế của các khoản đầu tư chưa rõ ràng (RC19), Chi phí đầu tư cao (RC20), Thiếu nguồn lực tài chính (RC21), và Chi phí triển khai và vận hành cao (RC22). Các chuyên gia nhận xét rằng “Lợi ích đầu tư không được xác định rõ ràng, điều này làm nản lòng việc đầu tư vào các công nghệ số”. Hơn nữa, các chi phí liên quan đến việc áp dụng công nghệ

cũng đóng vai trò rất quan trọng trong việc sử dụng chúng. Nhìn chung, “Chi phí hiện tại, cụ thể là chi phí đầu tư, chi phí triển khai và vận hành, vẫn còn khá cao cho việc sử dụng các công nghệ”.

4.1.5. Các bên liên quan

Nhóm này bao gồm 5 rào cản: Thiếu lòng tin và sự hỗ trợ của các bên liên quan (RC23), Không muốn chia sẻ thông tin (RC24), Chưa chấp nhận các công nghệ mới (RC25), Thiếu năng lực của các bên liên quan (RC26), và Lo sợ mất thông tin mật (RC27). Niềm tin giữa các bên liên quan là cần thiết để chia sẻ thông tin quan trọng mà không lo ngại về việc lạm dụng dữ liệu. Niềm tin sẽ tạo điều kiện cho việc trao đổi dữ liệu liên mạch từ nhà cung cấp đến khách hàng, tạo nên một chuỗi cung ứng bền vững. Các chuyên gia cho rằng “Các bên liên quan không thể áp dụng các công nghệ mới do kiến thức và kỹ năng hạn chế của công ty họ, vì vậy họ không chấp nhận việc ứng dụng công nghệ trong các hoạt động của chuỗi cung ứng”.

4.1.6. Bảo mật và quyền riêng tư

Nhóm này bao gồm 4 rào cản: Dữ liệu không được bảo mật (RC28), Thông tin bị rò rỉ (RC29), Mối quan ngại về quyền riêng tư (RC30), và Mối đe dọa an ninh mạng (RC31). Các chuyên gia đã chỉ ra các vấn đề về bảo mật dữ liệu. Họ nhấn mạnh mối lo ngại về quyền sở hữu dữ liệu và an ninh mạng. Một số chuyên gia lưu ý rằng “Sự phát triển của công nghệ số cũng đồng nghĩa với việc lo ngại về xử lý dữ liệu và thông tin cá nhân có thể gia tăng trong tương lai”. Do đó, vai trò của các công nghệ để bảo vệ quyền riêng tư và dữ liệu cá nhân là vô cùng quan trọng.

4.2. Định lượng tác động của các rào cản

Ở vòng thứ ba, dữ liệu định lượng được thu thập bằng cách yêu cầu các chuyên gia đánh giá tác động của các rào cản lên quá trình chuyển đổi số. Trong Bảng 2, tác động được thể hiện dưới dạng giá trị trung bình và độ lệch chuẩn.

Trong nhóm Chiến lược, kết quả cho thấy tất cả các rào cản đều có tác động rất lớn đến chuyển đổi số (trung bình cao hơn 4,5). Thiếu tầm nhìn và chiến lược (RC1), Thiếu năng lực áp dụng mô hình kinh doanh mới (RC2), và Thiếu hiểu biết về các công nghệ hiện có (RC3) là ba rào cản lớn nhất với trung bình lần lượt là 4,79, 4,75, và 4,71.

Trong nhóm Công nghệ, Thiếu cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin (RC7) và Thiếu sự tích hợp giữa các nền tảng công nghệ (RC8) ảnh hưởng rất lớn đến quá trình chuyển đổi số (trung bình là 4,58 và 4,54), trong khi Độ phức tạp của dữ liệu (RC9) và Kết nối mạng không đầy đủ (RC10) chỉ có tác động ở mức độ vừa phải. Điều này cho thấy các

vấn đề về dữ liệu và kết nối mạng không thực sự là những rào cản quan trọng mà các chuỗi cung ứng xây dựng cần vượt qua.

Trong sáu nhóm, nhóm Nguồn nhân lực có số lượng rào cản nhiều nhất với 8 rào cản. Có 4 rào cản có trung bình lớn hơn 4,0 (bao gồm Không bắt kịp kinh doanh kỹ thuật số (RC11), Thiếu nhận thức về lợi ích của chuyển đổi số (RC12), Thiếu sự cam kết (RC13), và Không muốn nâng cao kiến thức (RC14)) trong khi 4 rào cản còn lại có điểm trung bình nhỏ hơn 4,0 (bao gồm Thiếu kỹ năng và kiến thức chuyên môn (RC15), Thiếu đào tạo (RC16), Thiếu văn hóa số (RC17), và Tương tác giữa các bộ phận kém hiệu quả (RC18)). Có thể thấy rằng các rào cản quan trọng nhất trong nhóm này chủ yếu liên quan đến khả năng, nhận thức, và sự cam kết của nhân viên đối với số hóa chuỗi cung ứng xây dựng.

Bảng 2. Các nhóm rào cản và các rào cản cụ thể

Nhóm rào cản	Mã hoá	Các rào cản cụ thể	Trung bình	Độ lệch chuẩn
Chiến lược	RC1	Thiếu tầm nhìn và chiến lược	4,79	0,51
	RC2	Thiếu năng lực áp dụng mô hình kinh doanh mới	4,75	0,44
	RC3	Thiếu hiểu biết về các công nghệ hiện có	4,71	0,62
	RC4	Thiếu đầu tư vào các công nghệ mới	4,67	0,76
	RC5	Nghiên cứu và phát triển yếu kém	4,63	0,82
	RC6	Thiếu sự hỗ trợ từ ban lãnh đạo cấp cao	4,63	0,88
Công nghệ	RC7	Thiếu cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin	4,58	0,88
	RC8	Thiếu sự tích hợp giữa các nền tảng công nghệ	4,54	0,83
	RC9	Độ phức tạp của dữ liệu	3,08	0,72
	RC10	Kết nối mạng không đầy đủ	2,96	0,55
Nguồn nhân lực	RC11	Không bắt kịp kinh doanh kỹ thuật số	4,58	0,58
	RC12	Thiếu nhận thức về lợi ích của chuyển đổi số	4,54	0,83
	RC13	Thiếu sự cam kết	4,50	0,83
	RC14	Không muốn nâng cao kiến thức	4,46	0,78
	RC15	Thiếu kỹ năng và kiến thức chuyên môn	3,13	0,54
	RC16	Thiếu đào tạo	3,13	0,85
	RC17	Thiếu văn hóa số	3,08	0,65
	RC18	Tương tác giữa các bộ phận kém hiệu quả	3,04	0,62

Tài chính	RC19	Lợi ích kinh tế của các khoản đầu tư chưa rõ ràng	4,54	0,51
	RC20	Chi phí đầu tư cao	4,33	0,92
	RC21	Thiếu nguồn lực tài chính	4,00	1,02
	RC22	Chi phí triển khai và vận hành cao	3,92	1,02
Các bên liên quan	RC23	Thiếu lòng tin và sự hỗ trợ của các bên liên quan	4,00	1,10
	RC24	Không muốn chia sẻ thông tin	3,96	1,04
	RC25	Chưa chấp nhận các công nghệ mới	3,92	0,97
	RC26	Thiếu năng lực của các bên liên quan	3,17	0,56
	RC27	Lo sợ mất thông tin mật	3,13	0,54
Bảo mật và quyền riêng tư	RC28	Dữ liệu không được bảo mật	3,50	1,02
	RC29	Thông tin bị rò rỉ	3,46	0,93
	RC30	Mối quan ngại về quyền riêng tư	3,08	0,72
	RC31	Mối đe dọa an ninh mạng	3,00	0,88

Đối với nhóm Tài chính, cả 4 rào cản đều có tác động mạnh mẽ đến chuyển đổi số, với điểm trung bình hầu hết lớn hơn 4,0. Trong nhóm Các bên liên quan, 3 rào cản là Thiếu lòng tin và sự hỗ trợ của các bên liên quan (RC23), Không muốn chia sẻ thông tin (RC24), và Chưa chấp nhận các công nghệ mới (RC25) có tác động cao, trong khi các rào cản còn lại có tác động vừa phải đến số hóa chuỗi cung ứng. Về nhóm Bảo mật và quyền riêng tư, tất cả các rào cản chỉ có tác động vừa phải, ngụ ý rằng các chuyên gia thừa nhận đây không phải là những rào cản quan trọng nhất đối với số hóa chuỗi cung ứng.

5. Thảo luận và nghiên cứu tương lai

Nghiên cứu này cho thấy không phải tất cả các rào cản đều có tác động mạnh đến chuyển đổi số chuỗi cung ứng xây dựng. Ví dụ: Độ phức tạp của dữ liệu (RC9) và Kết nối mạng không đầy đủ (RC10) trong nhóm Công nghệ; Thiếu kỹ năng và kiến thức chuyên môn (RC15), Thiếu đào tạo (RC16), Thiếu văn hóa số (RC17), và Tương tác giữa các bộ phận kém hiệu quả (RC18) trong nhóm Nguồn nhân lực; Thiếu năng lực của các bên liên quan (RC26) và Lo sợ mất thông tin mật (RC27) trong nhóm Các bên liên quan chỉ có tác động vừa phải. Tương tự, tất cả rào cản trong nhóm Bảo mật và quyền riêng tư cũng chỉ tác động vừa phải đến chuyển đổi số. Do đó, trong tương lai gần các công ty xây dựng cần tập trung vào việc phát triển các chiến lược để giải quyết những rào cản có tác động lớn nhất.

Nghiên cứu này nhận thấy rằng các rào cản chiến lược cần được giải quyết trước tiên. Một vấn đề trong quá trình số hóa là sự thiếu hiểu biết của

các công ty trong việc phát triển các chiến lược số hóa để tích hợp công nghệ vào các hoạt động (Buyukozkan và Gocer, 2019). Trong bối cảnh này, mối bận tâm lớn nhất khi số hóa các hoạt động xuất phát từ sự thiếu vắng các chiến lược mà có khả năng hướng dẫn và thúc đẩy quá trình chuyển đổi số (Ali và cộng sự, 2021). Số hóa mở ra những khả năng mới cho chuỗi cung ứng để thúc đẩy sự luân chuyển thông tin và vật liệu, từ đó nâng cao khả năng phản hồi và hiệu quả vận hành. Tuy nhiên, hiện có rất ít nghiên cứu tập trung vào các chiến lược số hóa cho chuỗi cung ứng trong ngành xây dựng. Do đó, nghiên cứu này đề xuất rằng các nghiên cứu trong tương lai nên tập trung nhiều hơn vào việc phát triển các chiến lược số hóa cho chuỗi cung ứng xây dựng.

Việc xem xét sự tương tác lẫn nhau giữa các rào cản chuyển đổi số cũng rất cần thiết. Nghiên cứu về những tương tác này chắc chắn cung cấp thông tin quan trọng cho những người ra quyết định. Ví dụ, các nghiên cứu trong tương lai có thể sử dụng phương pháp mô hình cấu trúc diễn giải (Interpretive Structural Modelling) để phát triển một mô hình cấu trúc phân cấp minh họa sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các rào cản chuyển đổi số. Phương pháp này đã được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu trước đây, chẳng hạn như phân tích sự tương tác giữa các rào cản đối với hậu cần ngược (reverse logistics) (Ravi và Shankar, 2005).

Dựa trên việc xác định các rào cản quan trọng nhất (Bảng 2), các nghiên cứu tiếp theo có thể phát triển các giải pháp để khắc phục những rào cản này. Mỗi rào cản chuyển đổi số đều khá phức tạp và mang bản chất khác nhau, do đó, mỗi rào cản có thể không được giải quyết bằng một giải pháp duy nhất. Trong tình huống này, cần nhiều giải pháp để vượt qua các rào cản quan trọng nhất đối với số hóa chuỗi cung ứng xây dựng.

Công nghệ có tiềm năng rất lớn để cải thiện hiệu quả và nâng cao năng lực của các công ty (Büchi và cộng sự, 2020). Trong khi các công ty đang nỗ lực triển khai các công nghệ để cải thiện hiệu quả vận hành thì hiệu quả vận hành lại bị suy giảm với sự xuất hiện của các rào cản. Do đó, khi số hóa chuỗi cung ứng, các rào cản phải được khắc phục vì chúng ảnh hưởng tiêu cực đến hiệu quả vận hành. Tuy nhiên, bằng chứng thực nghiệm về sự ảnh hưởng này vẫn chưa được phát hiện trong chuỗi cung ứng xây dựng. Đây là một hướng nghiên cứu tiềm năng mà các nghiên cứu trong ngành xây dựng nên thực hiện trong tương lai.

6. Kết luận

Trong ngành Xây dựng, chuyển đổi số trong

chuỗi cung ứng đang thu hút sự quan tâm lớn từ cả các nhà nghiên cứu và các nhà quản lý. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về ứng dụng công nghệ trong chuỗi cung ứng xây dựng, ngành này vẫn còn tụt hậu so với các ngành khác trong việc thực hiện chuyển đổi số. Đáng chú ý là chưa có nghiên cứu nào trước đây xác định các rào cản và định lượng tác động của chúng đến quá trình số hóa chuỗi cung ứng xây dựng. Để khắc phục khoảng trống này, nghiên cứu hiện tại thực hiện phương pháp Delphi bốn giai đoạn, với dữ liệu thu thập từ 24 chuyên gia tại Việt Nam. Kết quả cho thấy 6 nhóm rào cản khác nhau đã được xác định, bao gồm Chiến lược, Công nghệ, Nguồn nhân lực, Tài chính, Các bên liên quan, và Bảo mật và quyền riêng tư.

Nghiên cứu này vẫn còn một số hạn chế cần được xem xét trong các nghiên cứu tiếp theo. Thứ nhất, dữ liệu chỉ được thu thập tại Việt Nam, do đó, việc mở rộng phạm vi nghiên cứu ra ngoài bối cảnh Việt Nam được khuyến khích để nâng cao tính khái quát của các phát hiện, ví dụ như xác định thêm các rào cản hoặc nhóm rào cản, hoặc các tác động khác nhau của các rào cản cụ thể. Thứ hai, nghiên cứu hiện tại sử dụng phương pháp thu thập dữ liệu cắt ngang (cross-sectional), do đó, tác động theo thời gian của các rào cản đã bị bỏ qua. Cần có một nghiên cứu theo chiều dọc (longitudinal study) để kiểm tra tác động lâu dài của các rào cản lên chuyển đổi số chuỗi cung ứng xây dựng.

Phụ lục. Các câu hỏi của nghiên cứu Delphi (Vòng 1, 2, và 3)

Vòng 1: Trong vòng này, Anh/Chị sẽ thấy ba câu hỏi mà nghiên cứu này muốn Anh/Chị đưa ra ý kiến hoặc quan điểm của mình. Là một chuyên gia, Anh/Chị luôn có cơ hội thay đổi câu trả lời và bình luận về kết quả trong suốt tất cả các vòng của nghiên cứu này.

- Câu hỏi 1: Anh/Chị đã từng có kinh nghiệm trong việc áp dụng các công nghệ số trong chuỗi cung ứng xây dựng hay chưa? (Nếu có, vui lòng trả lời hai câu hỏi bên dưới).

- Câu hỏi 2: Theo Anh/Chị, đâu là các rào cản đối với quá trình chuyển đổi số của chuỗi cung ứng xây dựng?

- Câu hỏi 3: Hãy nêu quan điểm của Anh/Chị về những rào cản này.

Vòng 2: Vòng này dựa trên sự tổng hợp kết quả từ Vòng 1. Anh/Chị vẫn có cơ hội thay đổi câu trả lời và bình luận về kết quả của vòng trước.

- Câu hỏi: Yếu tố nào sau đây có thể được coi là rào cản đối với chuyển đổi số chuỗi cung ứng xây dựng?

Vòng 3: Vòng này dựa trên sự tổng hợp các ý kiến và đề xuất từ Vòng 2. Anh/Chị vẫn có cơ hội thay đổi

câu trả lời và bình luận về kết quả của vòng trước.

- Câu hỏi: Vui lòng đánh giá tác động của từng rào cản đối với quá trình chuyển đổi số trong chuỗi cung ứng xây dựng, dựa trên thang đo Likert 5 mức độ (1 - rất thấp, 2 - thấp, 3 - trung bình, 4 - cao, 5 - rất cao).

Tài liệu tham khảo

- Adekunle, S. A., Aigbavboa, C. O., Ejohwomu, O., Adekunle, E. A., & Thwala, W. D. (2021). Digital transformation in the construction industry: a bibliometric review. *Journal of Engineering, Design and Technology*.
- Agrawal, T. K., Kalaiarasan, R., Olhager, J., & Wiktorsson, M. (2022). Supply chain visibility: A Delphi study on managerial perspectives and priorities. *International Journal of Production Research*, 1-16.
- Akkermans, H. A., Bogerd, P., Yücesan, E., & Van Wassenhove, L. N. (2003). The impact of ERP on supply chain management: Exploratory findings from a European Delphi study. *European Journal of operational research*, 146(2), 284-301.
- Ali, Y., Saad, T. B., & ur Rehman, O. (2020). Integration of IoT technologies in construction supply chain networks: CPEC a case in point. *Sustainable Operations and Computers*, 1, 28-34.
- Ali, I., Arslan, A., Khan, Z., & Tarba, S. Y. (2021). The role of industry 4.0 technologies in mitigating supply chain disruption: Empirical evidence from the Australian food processing industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Arashpour, M., Bai, Y., Aranda-Mena, G., Bab-Hadiashar, A., Hosseini, R., & Kalutara, P. (2017). Optimizing decisions in advanced manufacturing of prefabricated products: Theorizing supply chain configurations in off-site construction. *Automation in construction*, 84, 146-153.
- Büchi, G., Cugno, M., & Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119790.
- Buyukozkan, G., & Gocer, F. (2019). A novel approach integrating AHP and COPRAS under Pythagorean fuzzy sets for digital supply chain partner selection. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(5), 1486-1503.
- Chen, P. H., & Nguyen, T. C. (2019). A BIM-WMS integrated decision support tool for supply chain management in construction. *Automation in Construction*, 98, 289-301.
- Dallasega, P., Rauch, E., & Linder, C. (2018). Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review. *Computers in industry*, 99, 205-225.
- Deng, Y., Gan, V. J., Das, M., Cheng, J. C., & Anumba, C. (2019). Integrating 4D BIM and GIS for construction supply chain management. *Journal of construction engineering and management*, 145(4), 04019016.
- Dornyei, Z. (2007), *Research Methods in Applied Linguistics*. Oxford University Press, New York.
- Elghaish, F., Hosseini, M. R., Kocaturk, T., Arashpour, M., & Ledari, M. B. (2023). Digitalised circular construction supply chain: An integrated BIM-Blockchain solution. *Automation in Construction*, 148, 104746.
- Gao, M., Guo, Y., Hou, H., Wang, P., & Wang, S. (2022). Assembly process based on supply chain management of prefabricated houses using building information modeling. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Structures and Buildings*, 1-37.

- Georgiadou, M. C. (2019). An overview of benefits and challenges of building information modelling (BIM) adoption in UK residential projects. *Construction innovation*, 19(3), 298-320.
- Gharaibeh, L., Eriksson, K. M., Lantz, B., Matarneh, S., & Elghaish, F. (2022). Toward digital construction supply chain-based Industry 4.0 solutions: scientometric-thematic analysis. *Smart and Sustainable Built Environment*.
- Hamedari, H., & Fischer, M. (2021). The application of blockchain-based crypto assets for integrating the physical and financial supply chains in the construction & engineering industry. *Automation in construction*, 127, 103711.
- Hijazi, A. A., Perera, S., Calheiros, R. N., & Alashwal, A. (2021). Rationale for the integration of BIM and blockchain for the construction supply chain data delivery: A systematic literature review and validation through focus group. *Journal of construction engineering and management*, 147(10), 03121005.
- Kembro, J., Näslund, D., & Olhager, J. (2017). Information sharing across multiple supply chain tiers: A Delphi study on antecedents. *International Journal of Production Economics*, 193, 77-86.
- Kissi, E., Aigbavboa, C., & Kuoribo, E. (2023). Emerging technologies in the construction industry: challenges and strategies in Ghana. *Construction Innovation*, 23(2), 383-405.
- Lagorio, A., Zenezini, G., Mangano, G., & Pinto, R. (2022). A systematic literature review of innovative technologies adopted in logistics management. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(7), 1043-1066.
- Li, J., Greenwood, D., & Kassem, M. (2019). Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases. *Automation in construction*, 102, 288-307.
- Magill, L. J., Jafarifar, N., Watson, A., & Omotayo, T. (2022). 4D BIM integrated construction supply chain logistics to optimise on-site production. *International journal of construction management*, 22(12), 2325-2334.
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & management*, 42(1), 15-29.
- Ozumba, A. O. U., & Shakantu, W. (2018). Exploring challenges to ICT utilisation in construction site management. *Construction innovation*, 18(3), 321-349.
- Patrucco, A., Ciccullo, F., & Pero, M. (2020). Industry 4.0 and supply chain process re-engineering: A coproduction study of materials management in construction. *Business Process Management Journal*.
- Qiao, S., Wang, Q., Guo, Z., & Guo, J. (2021). Collaborative innovation activities and BIM application on innovation capability in construction supply chain: mediating role of explicit and tacit knowledge sharing. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(12), 04021168.
- Ravi, V., & Shankar, R. (2005). Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(8), 1011-1029.
- Sadeghi, M., Mahmoudi, A., Deng, X., & Luo, X. (2023). Prioritizing requirements for implementing blockchain technology in construction supply chain based on circular economy: Fuzzy Ordinal Priority Approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(5), 4991-5012.
- Shi, Q., Wang, Q., & Guo, Z. (2022). Knowledge sharing in the construction supply chain: Collaborative innovation activities and BIM application on innovation performance. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(9), 3439-3459.
- Wang, Z., Hu, H., & Zhou, W. (2017). RFID enabled knowledge-based precast construction supply chain. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 32(6), 499-514.
- Wang, Z., Wang, T., Hu, H., Gong, J., Ren, X., & Xiao, Q. (2020). Blockchain-based framework for improving supply chain traceability and information sharing in precast construction. *Automation in construction*, 111, 103063.
- Wang, K., Guo, F., Zhang, C., & Schaefer, D. (2022). From Industry 4.0 to Construction 4.0: Barriers to the digital transformation of engineering and construction sectors. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Zhang, W., Kang, K., & Zhong, R. Y. (2021). A cost evaluation model for IoT-enabled prefabricated construction supply chain management. *Industrial Management & Data Systems*, 121(12), 2738-2759.