

# Mô hình ứng dụng công nghệ Blockchain trong quản lý hồ sơ chất lượng các dự án xây dựng ven biển: trường hợp tỉnh Khánh Hòa, Việt Nam

Lê Anh Dũng<sup>1</sup>, Vũ Gia Bách<sup>2</sup>

## Tóm tắt

Công tác quản lý hồ sơ kiểm soát chất lượng xây dựng trong các dự án ven biển tại Việt Nam đang đối mặt với nhiều thách thức, bao gồm tình trạng tài liệu phân tán, hạn chế trong xác thực và quy trình phê duyệt thiếu minh bạch. Những vấn đề này làm giảm hiệu quả của hoạt động giám sát, nghiệm thu và kiểm toán. Dựa trên khảo sát 105 phiếu hợp lệ từ các bên liên quan tại tỉnh Khánh Hòa, nghiên cứu áp dụng mô hình tư duy Iceberg kết hợp với các công cụ SWOT, SMART và ma trận pháp lý để đề xuất mô hình quản lý hồ sơ kiểm soát chất lượng dựa trên công nghệ blockchain. Mô hình đề xuất gồm ba lớp tích hợp: (i) ứng dụng người dùng; (ii) lớp dịch vụ và logic nghiệp vụ; và (iii) nền tảng blockchain. Mô hình bảo đảm tính minh bạch, bất biến, kiểm soát truy cập theo vai trò và phù hợp với các quy định pháp luật địa phương trong bối cảnh cải cách hành chính và chuyển đổi số. Nghiên cứu góp phần đề xuất giải pháp thực tiễn cho việc số hóa công tác kiểm soát chất lượng trong các dự án hạ tầng ven biển và cung cấp khung tham chiếu cho các địa phương khác tại Việt Nam.

**Từ khóa:** Công nghệ Blockchain; Hợp đồng thông minh; Quản lý chất lượng xây dựng; Công nghệ số; Dự án ven biển; Việt Nam

## Abstract

The management of construction quality control records in coastal projects in Vietnam faces several challenges, including fragmented documentation, a lack of reliable authentication, and opaque approval procedures. These issues hinder effective supervision, acceptance, and auditing processes. Based on a survey of 105 valid responses from stakeholders in coastal construction projects in Khanh Hoa province and a systemic analysis using the Iceberg thinking model, complemented by SWOT, SMART, and legal matrix tools, this study proposes a blockchain-based model for managing quality control records. The model consists of three integrated layers: (i) the user application; (ii) the service and business logic; and (iii) the blockchain platform. It is designed to ensure transparency, immutability, role-based permissions, and legal compatibility with Vietnamese regulations. Smart contracts are embedded to automate workflows such as digital approval and status validation. The model also supports secure QR-based access and version tracking for all uploaded documents. Research findings indicate that the proposed model is highly feasible in terms of technology, legal framework, and organizational structure. Moreover, it responds effectively to the specific needs of local governments amid administrative reform and growing demand for digital transformation in the construction sector. This paper contributes a practical approach to digitalizing quality control in coastal infrastructure projects and offers a reference framework for other localities across Vietnam.

**Key words:** Blockchain; Smart contracts; Construction quality management; Digital technology; Coastal projects; Vietnam

<sup>1</sup> PGS.TS. Lê Anh Dũng

Bộ môn Kinh tế xây dựng - Khoa QLĐT, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội  
Email: lead.moc@hau.edu.vn; ĐT: 0932283939

<sup>2</sup> Th.S. Vũ Gia Bách

Bộ môn Quản lý Quy hoạch - Kiến trúc - Xây dựng, Khoa Quản lý đô thị.  
Email: bachvg@hau.edu.vn; ĐT: 0946790360

**Blockchain-Based Model for Quality Control Record Management in Coastal Construction Projects: A Case Study in Khanh Hoa Province, Vietnam**

## 1. Đặt vấn đề

Công tác quản lý các dự án đầu tư xây dựng tại các khu vực ven biển như tỉnh Khánh Hòa không chỉ đòi hỏi năng lực kỹ thuật trong thi công mà còn yêu cầu một hệ thống lưu trữ và xác thực hồ sơ chất lượng đáng tin cậy.

Trong thực tế, các hồ sơ quan trọng như nhật ký thi công, biên bản nghiệm thu, chứng chỉ xuất xứ và chất lượng (CO-CQ), bản vẽ hoàn công... vẫn chủ yếu được lưu trữ dưới dạng giấy hoặc bằng các công cụ số hóa ở mức độ hạn chế. Các phương thức này thường thiếu tính thống nhất, chưa được chuẩn hóa và chưa có cơ chế xác thực đủ tin cậy.

Song song với đó, tỉnh Khánh Hòa đang triển khai các chương trình cải cách hành chính và chuyển đổi số trong ngành xây dựng. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về một hệ thống quản lý hồ sơ có khả năng hỗ trợ truy cập đa cấp, xác thực và chia sẻ dữ liệu giữa các chủ thể tham gia dự án cũng như các cơ quan quản lý nhà nước.

Công nghệ Blockchain, với các đặc tính bảo mật và minh bạch, hiện đang được thử nghiệm trong lĩnh vực xây dựng tại một số quốc gia và cho thấy tiềm năng trong việc nâng cao hiệu quả quản lý và xác thực hồ sơ [1].

Bài báo tập trung vào ba mục tiêu chính: (1) phân tích hiện trạng quản lý hồ sơ chất lượng trong các dự án xây dựng ven biển tại tỉnh Khánh Hòa; (2) nhận diện các vấn đề cốt lõi như phân tán dữ liệu, thiếu cơ chế xác thực và hạn chế trong kết nối thông tin; và (3) đề xuất một mô hình ứng dụng công nghệ Blockchain nhằm nâng cao độ tin cậy của hồ sơ, phù hợp với yêu cầu cải cách hành chính và chuyển đổi số trong lĩnh vực xây dựng.

## 2. Cơ sở nghiên cứu và tổng quan tài liệu

### 2.1. Cơ sở lý luận về quản lý hồ sơ chất lượng trong dự án đầu tư xây dựng

Hồ sơ chất lượng công trình là tập hợp các tài liệu phản ánh toàn bộ quá trình triển khai dự án xây dựng, từ khảo sát, thi công, nghiệm thu đến thanh toán và kết thúc dự án. Theo quy định của pháp luật xây dựng Việt Nam, hệ thống hồ sơ này bao gồm nhật ký thi công, biên bản nghiệm thu, bản vẽ hoàn công, chứng chỉ xuất xứ và chất lượng (CO-CQ), kết quả thí nghiệm vật liệu và thiết bị, cùng các tài liệu liên quan đến thanh toán và hoàn ứng [4].

Trong quản lý dự án hiện đại, hồ sơ chất lượng không chỉ là yêu cầu mang tính thủ tục mà còn là một cấu phần quan trọng của hệ thống thông tin dự án. Các lý thuyết quản lý chất lượng toàn diện (TQM) cũng như các tiêu chuẩn quốc tế như ISO 9001:2015 và PMBOK phiên bản 7 (2021) đều nhấn mạnh vai trò thiết yếu của hồ sơ trong việc kiểm soát quá trình, truy xuất dữ liệu, phục vụ kiểm toán và đánh giá chất lượng thực hiện dự án [6].

Một hệ thống quản lý hồ sơ chất lượng hiệu quả cần bảo đảm tính đầy đủ, chính xác, độ tin cậy của dữ liệu,

đồng thời cho phép phân quyền truy cập theo vai trò và truy xuất lịch sử xử lý hồ sơ. Tuy nhiên, trong thực tiễn triển khai tại nhiều dự án xây dựng, hồ sơ chất lượng vẫn tồn tại tình trạng phân tán, thiếu cơ chế xác thực và không được cập nhật đồng bộ. Những hạn chế này làm giảm tính minh bạch của thông tin, gây chậm trễ trong quá trình phê duyệt và thanh toán, đồng thời tiềm ẩn nguy cơ phát sinh tranh chấp trong giai đoạn quyết toán và kiểm toán dự án.

## 2.2. Công nghệ Blockchain như một nền tảng xác thực số trong quản lý xây dựng

Blockchain là một hệ thống dữ liệu phân tán, trong đó thông tin được mã hóa và lưu trữ theo chuỗi các khối liên kết với nhau. Sau khi được xác thực, dữ liệu trong mỗi khối hầu như không thể bị thay đổi. Mỗi bản ghi đều được gắn dấu thời gian và được xác nhận bởi nhiều nút trong mạng lưới, qua đó bảo đảm tính minh bạch, nhất quán và an toàn của dữ liệu [2], [3].

Trong lĩnh vực xây dựng, công nghệ Blockchain đã bắt đầu được nghiên cứu và ứng dụng trong một số nhóm hoạt động chính. Thứ nhất, trong quản lý hợp đồng và thanh toán, hợp đồng thông minh có thể tự động kiểm tra điều kiện và kích hoạt thanh toán khi các điều kiện kỹ thuật và tiến độ được đáp ứng. Thứ hai, trong quản lý chuỗi cung ứng, Blockchain cho phép theo dõi nguồn gốc vật liệu và thiết bị nhằm bảo đảm tính xác thực và phù hợp tiêu chuẩn. Thứ ba, đối với các tài liệu kỹ thuật và pháp lý như chứng chỉ CO-CQ, nhật ký thi công, biên bản nghiệm thu và bản vẽ hoàn công, Blockchain hỗ trợ lưu trữ và xác thực hồ sơ một cách an toàn, hạn chế nguy cơ sửa đổi hoặc thất lạc. Thứ tư, khi tích hợp với mô hình thông tin công trình (BIM), công nghệ này có thể hỗ trợ đối chiếu dữ liệu, theo dõi thay đổi và tăng cường trách nhiệm giải trình giữa các bên tham gia dự án.

So với các hệ thống lưu trữ truyền thống hoặc nền tảng điện toán đám mây thông thường, Blockchain mang lại một số ưu điểm nổi bật như khả năng lưu vết không thể chỉnh sửa, giảm sai sót chỉnh sửa nhờ cơ chế mã hóa và đồng thuận, kiểm soát truy cập theo vai trò một cách minh bạch và khả năng tích hợp xuyên suốt các giai đoạn của dự án. Những đặc điểm này cho phép Blockchain trở thành một nền tảng có độ tin cậy cao, phù hợp với yêu cầu pháp lý và có tính bền vững trong quản lý hồ sơ chất lượng công trình xây dựng.

## 2.3. Cơ sở pháp lý về hồ sơ chất lượng và chuyển đổi số trong ngành xây dựng Việt Nam

Hồ sơ chất lượng trong các dự án xây dựng được điều chỉnh bởi Luật Xây dựng năm 2014 (sửa đổi, bổ sung năm 2020) [8], [9] và Nghị định số 06/2021/NĐ-CP [10]. Các văn bản hướng dẫn liên quan gồm Thông tư số 10/2021/TT-BXD [11] và Thông tư số 174/2021/TT-BQP áp dụng cho cả công trình dân dụng và công trình quốc phòng. Các văn bản này quy định rõ thành phần hồ sơ, yêu cầu kỹ thuật và trách nhiệm quản lý trong các giai đoạn thi công, nghiệm thu và hoàn thành công trình.

Về chuyển đổi số, Chính phủ đã ban hành Nghị định số 73/2019/NĐ-CP [12] và Nghị định số 82/2024/NĐ-CP [13] nhằm thúc đẩy ứng dụng công nghệ thông tin trong hoạt động của cơ quan nhà nước. Bộ Thông tin và Truyền thông ban hành Thông tư số 03 và 04/2020/TT-BTTTT hướng dẫn lập dự toán và quản lý chi phí cho các dự án công nghệ thông tin, đồng thời Thủ tướng Chính phủ và Bộ Xây dựng cũng đã ban hành các quyết định và chiến lược liên quan đến chuyển đổi số trong ngành xây dựng [14], [18], [19].

Tại tỉnh Khánh Hòa, chính quyền địa phương đã ban hành một số văn bản nhằm thúc đẩy chuyển đổi số trong quản lý đầu tư xây dựng, tiêu biểu như Quyết định số 909/QĐ-UBND

(2022) và Kế hoạch số 2044/KH-UBND (2025) [15]. Các văn bản này định hướng tích hợp dữ liệu về đầu tư công, hạ tầng đô thị và hồ sơ kỹ thuật xây dựng trên nền tảng số, đồng thời Sở Xây dựng cũng đang triển khai các kế hoạch nội bộ hướng tới quản lý dự án theo phương thức số hóa.

Tuy nhiên, đến nay chưa có văn bản pháp lý nào quy định trực tiếp việc ứng dụng công nghệ Blockchain trong quản lý hồ sơ chất lượng công trình. Do đó, việc nghiên cứu tích hợp công nghệ này vào khuôn khổ pháp lý hiện hành là cần thiết, góp phần thúc đẩy chuyển đổi số toàn diện trong ngành xây dựng, đồng thời nâng cao tính minh bạch, khả năng xác thực và an toàn chia sẻ dữ liệu.

## 2.4. Tổng quan nghiên cứu quốc tế và trong nước

### 2.4.1. Nghiên cứu quốc tế về ứng dụng Blockchain trong kiểm soát chất lượng xây dựng

Trong khoảng một thập niên gần đây, ngành xây dựng trên thế giới đã bắt đầu nghiên cứu ứng dụng công nghệ Blockchain nhằm nâng cao tính minh bạch, độ tin cậy và khả năng truy xuất dữ liệu, đặc biệt trong công tác kiểm soát chất lượng có sự tham gia của nhiều chủ thể. Từ các nghiên cứu đã công bố, có thể nhận diện ba hướng tiếp cận chính.

Hướng thứ nhất tập trung vào việc sử dụng Blockchain để lưu trữ các hồ sơ chất lượng dưới dạng bất biến như nhật ký công trường, biên bản kiểm tra và chứng chỉ CO-CQ [2], [6], [11]. Khi được mã hóa và gắn dấu thời gian, các tài liệu này khó bị chỉnh sửa, qua đó hỗ trợ công tác kiểm toán và xác minh pháp lý. Perera (2020) cho rằng việc áp dụng Blockchain giúp giảm nguy cơ làm sai lệch hồ sơ và hạn chế tranh chấp trong quá trình thực hiện dự án [1].

Hướng thứ hai nghiên cứu khả năng tích hợp giữa Blockchain và mô hình thông tin công trình BIM [4]. Sự kết hợp này cho phép cập nhật mô hình theo thời gian thực, hỗ trợ kiểm tra chất lượng tự động, thanh toán theo các mốc tiến độ và thực thi hợp đồng thông minh [7], [12]. Nghiên cứu của Turkan (2022) chỉ ra rằng mô hình tích hợp này có thể nâng cao hiệu quả kiểm soát chất lượng ngay từ giai đoạn đầu thông qua các cảnh báo sớm và cơ chế thanh toán theo điều kiện kỹ thuật [4].

Hướng nghiên cứu thứ ba tập trung vào truy xuất nguồn gốc vật liệu và tuân thủ các tiêu chuẩn môi trường. Khi kết nối với các hệ thống Digital Twin hoặc Internet of Things (IoT), Blockchain cho phép theo dõi toàn bộ vòng đời vật liệu và thiết bị. Một số dự án thí điểm tại Đức và Hàn Quốc đã áp dụng công nghệ này để xác minh nguồn gốc, chất lượng và tính bền vững của vật liệu xây dựng.

Mặc dù đạt được nhiều kết quả bước đầu, phần lớn các nghiên cứu hiện nay vẫn dừng ở mức đề xuất mô hình hoặc thử nghiệm thí điểm tại các quốc gia có mức độ số hóa cao. Những rào cản chính được chỉ ra gồm: sự thiếu công nhận pháp lý đối với dữ liệu lưu trữ trên Blockchain; khó khăn trong tích hợp với các hệ thống quản lý truyền thống; và chi phí triển khai cao tại các quốc gia có thu nhập trung bình và thấp. Bên cạnh đó, nhiều nghiên cứu chưa xem xét đầy đủ các yếu tố thực tiễn như quy trình làm việc phân tán, năng lực số của các chủ thể tham gia còn hạn chế và sự trì trệ về thể chế. Các khu vực như Đông Nam Á vẫn còn ít được nghiên cứu, cho thấy nhu cầu cần có các nghiên cứu mang tính bối cảnh cụ thể hơn.

### 2.4.2. Khoảng trống nghiên cứu và bối cảnh tại Việt Nam

Tại Việt Nam, việc nghiên cứu và ứng dụng công nghệ Blockchain trong lĩnh vực xây dựng vẫn đang ở giai đoạn khởi đầu. Mặc dù chương trình chuyển đổi số quốc gia đang được thúc đẩy, đặc biệt với Luật Giao dịch điện tử năm 2023 và Nghị định số 85/2024/NĐ-CP [13], các nghiên cứu học thuật liên quan đến việc sử dụng Blockchain trong quản lý hồ sơ chất

lượng công trình còn rất hạn chế. Phần lớn các nghiên cứu hiện nay chủ yếu tập trung vào các chủ đề chung như Chính phủ điện tử, ứng dụng BIM hoặc đấu thầu điện tử, chưa đi sâu vào vấn đề quản lý hồ sơ trong các dự án xây dựng [13].

Cho đến nay, chưa có nhiều công trình nghiên cứu được công bố trên các tạp chí khoa học trong nước hoặc quốc tế phân tích một cách hệ thống khả năng ứng dụng Blockchain trong kiểm soát chất lượng công trình xây dựng. Khoảng trống này trở nên đáng chú ý trong bối cảnh các dự án xây dựng tại Việt Nam vẫn tồn tại những hạn chế phổ biến như hồ sơ chưa được chuẩn hóa, chia sẻ dữ liệu mang tính phi chính thức (qua email, các nền tảng nhắn tin), và giá trị pháp lý của hồ sơ vẫn còn chưa rõ ràng.

Các thảo luận hiện nay chủ yếu tập trung vào khía cạnh công nghệ, trong khi chưa xem xét đầy đủ vai trò thể chế và yêu cầu pháp lý. Một số thách thức chính có thể nhận diện gồm: chưa có mẫu biểu điện tử và cơ chế quản lý phiên bản thống nhất cho hồ sơ chất lượng; chưa xác định rõ trách nhiệm giữa các bên trong việc lập, kiểm tra và lưu trữ hồ sơ; hạ tầng số và mức độ sẵn sàng chuyển đổi số còn hạn chế, đặc biệt đối với các nhà thầu vừa và nhỏ; đồng thời chưa có hướng dẫn chính thức về việc tích hợp Blockchain với các yêu cầu pháp lý như chữ ký số, lưu trữ dữ liệu và kiểm tra công trình.

Những vấn đề này cho thấy nhu cầu cần có các nghiên cứu cụ thể hơn, không chỉ dừng ở khái niệm về Blockchain mà hướng tới khả năng triển khai trong điều kiện thực tế tại Việt Nam. Có thể nhận diện ba khoảng trống nghiên cứu chính: (i) thiếu dữ liệu thực nghiệm về thực trạng quản lý hồ sơ chất lượng tại các dự án xây dựng; (ii) chưa có mô hình đề xuất phù hợp với hệ thống pháp luật và môi trường tổ chức tại Việt Nam; và (iii) thiếu hướng dẫn triển khai cụ thể nhằm tích hợp Blockchain vào hệ thống pháp lý, kỹ thuật và tổ chức hiện hành.

Để giải quyết các khoảng trống này, nghiên cứu đề xuất một mô hình ứng dụng công nghệ Blockchain trong quản lý hồ sơ chất lượng các dự án xây dựng ven biển tại Việt Nam. Mô hình được xây dựng trên cơ sở khảo sát thực địa tại các dự án xây dựng ven biển ở Khánh Hòa, qua đó nhận diện rõ những bất cập trong thực tiễn quản lý hồ sơ [15], [16]. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở thực tiễn cho việc thiết kế một hệ thống quản lý hồ sơ phù hợp với yêu cầu pháp lý, tăng cường phối hợp giữa các chủ thể và hỗ trợ tiến trình chuyển đổi số trong quản lý chất lượng công trình xây dựng.

### 3. Phương pháp nghiên cứu và thu thập dữ liệu

#### 3.1. Cách tiếp cận nghiên cứu

Nghiên cứu này thuộc nhóm nghiên cứu ứng dụng, kết nối giữa các định hướng công nghệ mới với thực tiễn triển khai tại công trường xây dựng. Cách tiếp cận design science được sử dụng nhằm xây dựng và hoàn thiện mô hình số dựa trên điều kiện thực tế và yêu cầu pháp lý hiện hành [14]. Phương pháp này cho phép điều chỉnh mô hình theo từng bước thông qua phản hồi của người sử dụng và rà soát pháp lý, bảo đảm tính khả thi khi triển khai trong điều kiện Việt Nam.

Nghiên cứu kết hợp phương pháp định tính và định lượng để phân tích toàn diện công tác quản lý hồ sơ chất lượng trong các dự án xây dựng. Quy trình nghiên cứu gồm bốn hợp phần chính. Thứ nhất, khảo sát thực địa được thực hiện tại ba dự án xây dựng ven biển tại tỉnh Khánh Hòa, thông qua phỏng vấn và quan sát hiện trường nhằm thu thập thông tin về thực trạng quản lý hồ sơ, các loại tài liệu sử dụng và phương thức trao đổi thông tin. Thứ hai, nghiên cứu trường hợp điển hình tại các dự án Giang Hương Eco-Villas, An Thịnh Villas và KN Paradise giúp nhận diện luồng xử lý hồ sơ, xác định các điểm

yếu trong quy trình và làm rõ vai trò, trách nhiệm của các chủ thể tham gia [16].

Thứ ba, các hồ sơ thực tế như nhật ký thi công, báo cáo thí nghiệm, hồ sơ thanh toán và nghiệm thu được rà soát nhằm đánh giá mức độ thống nhất, việc sử dụng siêu dữ liệu, chữ ký số và mức độ tuân thủ các quy định pháp lý hiện hành. Thứ tư, trên cơ sở kết quả khảo sát và phân tích pháp lý, một mô hình ứng dụng công nghệ Blockchain trong quản lý hồ sơ chất lượng được xây dựng, bao gồm hợp đồng thông minh và cơ chế phân quyền truy cập. Mô hình được hiệu chỉnh nhằm bảo đảm tính khả thi về kỹ thuật, sự phù hợp với quy định pháp luật và khả năng tích hợp với các hệ thống quản lý hiện có.

Cách tiếp cận tổng hợp này cho phép xây dựng một giải pháp vừa có cơ sở lý thuyết, vừa gắn với thực tiễn triển khai, đáp ứng yêu cầu quản lý hồ sơ chất lượng trong các dự án xây dựng ven biển tại Việt Nam.

#### 3.2. Phương pháp khảo sát và kết quả chính

##### 3.2.1. Tổ chức khảo sát và đối tượng tham gia

Để đánh giá thực trạng quản lý hồ sơ chất lượng và mức độ sẵn sàng đối với chuyển đổi số trong lĩnh vực xây dựng, nghiên cứu đã tiến hành một cuộc khảo sát có cấu trúc tại tỉnh Khánh Hòa. Tổng cộng có 105 người đang làm việc tại các công trường xây dựng ở Nha Trang, Cam Ranh và một số khu vực ven biển tham gia khảo sát [15], [16].

Đối tượng khảo sát được lựa chọn từ các nhóm chủ thể chính trong hoạt động xây dựng, bao gồm: nhà thầu thi công (kỹ sư công trường, cán bộ QA/QC), đơn vị tư vấn giám sát, đại diện chủ đầu tư và cán bộ kỹ thuật quản lý dự án. Việc lựa chọn này nhằm bảo đảm phản ánh đa chiều các góc nhìn liên quan đến quản lý hồ sơ chất lượng.

Bảng hỏi khảo sát được thiết kế với bốn nhóm nội dung chính: (i) phương thức lập và lưu trữ hồ sơ chất lượng hiện nay; (ii) các khó khăn phát sinh khi nhiều chủ thể cùng tham gia quản lý hồ sơ; (iii) mức độ nhận thức và sử dụng các công cụ số như mã QR, chữ ký số và hệ thống quản lý tài liệu điện tử; và (iv) quan điểm của người tham gia về khả năng ứng dụng công nghệ Blockchain trong quản lý xây dựng.

Khảo sát được thực hiện kết hợp giữa hình thức trực tiếp tại công trường và khảo sát trực tuyến. Dữ liệu thu thập được xử lý bằng các công cụ thống kê mô tả nhằm nhận diện các xu hướng phổ biến và nhu cầu thực tiễn của các chủ thể tham gia dự án.

##### 3.2.2. Kết quả khảo sát chính

Kết quả khảo sát cho thấy một số đặc điểm nổi bật trong công tác quản lý hồ sơ chất lượng tại các dự án xây dựng ven biển. Thứ nhất, phần lớn hồ sơ vẫn được lập và lưu trữ dưới dạng giấy, đồng thời chia sẻ thông qua email hoặc các ứng dụng nhắn tin như Zalo. Thứ hai, quá trình kiểm tra và phê duyệt hồ sơ thường kéo dài do chưa xác định rõ trách nhiệm giữa các bên và thiếu một hệ thống lưu trữ chung cho phép truy cập đồng bộ.

Thứ ba, nhiều người tham gia khảo sát bày tỏ mong muốn chuyển sang hệ thống quản lý số, tuy nhiên mức độ hiểu biết về công nghệ Blockchain và khả năng ứng dụng trong thực tế còn hạn chế. Thứ tư, đa số ý kiến cho rằng nếu có một hệ thống quản lý hồ sơ minh bạch, có thể truy xuất và phù hợp với quy định pháp lý thì công tác quản lý chất lượng công trình sẽ được cải thiện đáng kể.

Những kết quả này phản ánh rõ các hạn chế của phương thức quản lý hiện tại, đồng thời củng cố sự cần thiết của việc xây dựng một nền tảng quản lý hồ sơ có tính bảo mật, khả năng liên thông và mức độ tin cậy cao hơn trong các dự án xây dựng.

3.2.3. Ý nghĩa của kết quả khảo sát đối với thiết kế hệ thống và cơ sở lập luận cho mô hình

Kết quả khảo sát thực địa tại Khánh Hòa cho thấy công tác quản lý hồ sơ chất lượng vẫn tồn tại nhiều hạn chế như dữ liệu phân tán, quy trình phê duyệt kéo dài và chưa xác định rõ trách nhiệm giữa các chủ thể. Để chuyển hóa các vấn đề thực tiễn này thành yêu cầu thiết kế hệ thống, nghiên cứu đã sử dụng một số công cụ phân tích gồm mô hình tư duy tăng bằng chìm, phân tích SWOT, nguyên tắc SMART và bảng đối chiếu pháp lý [5], [6].

Mô hình tư duy tăng bằng chìm được sử dụng để phân biệt giữa các biểu hiện bề mặt như chậm trễ phê duyệt hoặc thất lạc hồ sơ với các nguyên nhân sâu xa như trao đổi thông tin mang tính phi chính thức qua điện thoại hoặc ứng dụng nhắn tin, thiếu cơ chế theo dõi dữ liệu và hạn chế nhận thức pháp lý tại công trường. Phân tích này cho thấy cần thiết phải xây dựng một hệ thống quản lý hồ sơ dựa trên nền tảng Blockchain nhằm bảo đảm an toàn dữ liệu và thiết lập quy trình xử lý số hóa có cấu trúc rõ ràng.

Phân tích SWOT được áp dụng để đánh giá mức độ phù hợp của công nghệ Blockchain đối với các dự án xây dựng ven biển. Các điểm mạnh gồm tính minh bạch và khả năng truy xuất dữ liệu; điểm yếu liên quan đến hạn chế về kỹ năng số và hạ tầng kết nối tại một số khu vực; cơ hội đến từ định hướng chuyển đổi số quốc gia; trong khi thách thức chủ yếu là sự chưa rõ ràng về pháp lý và đặc thù quản lý đa chủ thể trong các dự án xây dựng. Kết quả phân tích này góp phần định hình phạm vi và định hướng thiết kế hệ thống.

Nguyên tắc SMART được sử dụng để xác lập các mục tiêu thiết kế cụ thể cho hệ thống. Theo đó, hệ thống cần: (i) hỗ trợ rõ ràng việc kiểm tra và phê duyệt hồ sơ giữa nhiều chủ thể; (ii) cho phép đánh giá bằng các chỉ số đo lường cụ thể như thời gian xử lý hồ sơ; (iii) bảo đảm tính khả thi với hạ tầng và năng lực hiện có; (iv) giải quyết trực tiếp các vấn đề cốt lõi đã được nhận diện; và (v) phù hợp với tiến độ triển khai và khung pháp lý hiện hành.

Cuối cùng, bảng đối chiếu pháp lý được xây dựng nhằm liên kết các đề xuất thiết kế với các quy định pháp luật hiện hành như Luật Xây dựng (sửa đổi), Nghị định số 06/2021/NĐ-CP và Luật Giao dịch điện tử năm 2023. Việc đối chiếu này giúp bảo đảm sự tương thích của mô hình với các yêu cầu về kỹ số, lưu trữ dữ liệu và xác thực hồ sơ.

Tổng hợp các phân tích trên đã tạo cơ sở thực tiễn và lý luận cho việc thiết kế hệ thống quản lý hồ sơ chất lượng trên nền tảng Blockchain. Mô hình đề xuất không chỉ bảo đảm tính khả thi về mặt kỹ thuật mà còn phù hợp với khung pháp lý và điều kiện tổ chức tại Việt Nam, qua đó có khả năng mở rộng áp dụng trong các bối cảnh tương tự.

### 3.3. Nguồn thông tin và cơ sở pháp lý

Bên cạnh khảo sát, nghiên cứu sử dụng thêm hai nhóm dữ liệu bổ trợ nhằm hoàn thiện mô hình đề xuất.

Thứ nhất, dữ liệu từ hồ sơ dự án và khảo sát hiện trường được thu thập tại ba dự án bất động sản quy mô lớn gồm Khu đô thị Giáng Hương, An Thịnh Villas và KN Paradise [16]. Các dự án này cung cấp nguồn tài liệu thực tế liên quan đến quản lý hồ sơ chất lượng như nhật ký thi công, biên bản kiểm tra, chứng chỉ CO-CQ chứng minh nguồn gốc và chất lượng vật liệu, cùng các phiếu giao nhận và hồ sơ thanh toán. Thông qua quan sát trực tiếp tại công trường và trao đổi với cán bộ kỹ thuật, nghiên cứu làm rõ cách thức các loại hồ sơ được lập, kiểm tra và lưu trữ trong quá trình triển khai dự án.

Thứ hai, hệ thống mô hình được xây dựng trên cơ sở rà soát các quy định pháp lý hiện hành của Việt Nam liên quan đến quản lý chất lượng công trình và dữ liệu số. Thay vì liệt kê

toàn bộ văn bản pháp luật, nghiên cứu tập trung vào các quy định có liên quan trực tiếp đến giá trị pháp lý của hồ sơ điện tử, trách nhiệm của các chủ thể tham gia và yêu cầu lưu trữ dữ liệu. Việc phân tích các quy định này giúp bảo đảm mô hình đề xuất có khả năng vận hành trong cả khu vực công và tư, đồng thời phù hợp với khung pháp lý hiện hành về quản lý xây dựng và chuyển đổi số.

## 4. Thiết kế và đề xuất mô hình ứng dụng công nghệ Blockchain

### 4.1. Thiết kế mô hình ứng dụng Blockchain

#### 4.1.1. Các định hướng thiết kế chính

Phần này trình bày các định hướng chính được sử dụng trong quá trình xây dựng mô hình quản lý hồ sơ chất lượng trên nền tảng công nghệ Blockchain. Các định hướng này nhằm bảo đảm mô hình có khả năng tương thích với điều kiện công nghệ hiện có, phù hợp với khung pháp lý tại Việt Nam và có tính khả thi trong triển khai thực tế tại các dự án xây dựng.

Thứ nhất, nguyên tắc bất biến dữ liệu được xem là nền tảng của hệ thống nhằm bảo đảm tính an toàn và độ tin cậy của hồ sơ. Trước khi được lưu trữ trên Blockchain, mỗi tài liệu được mã hóa bằng hàm băm và gắn dấu thời gian. Nếu có bất kỳ thay đổi, sao chép hoặc can thiệp trái phép nào sau đó, hệ thống có thể phát hiện ngay lập tức. Cơ chế này góp phần nâng cao độ tin cậy của hồ sơ trong quá trình quản lý và kiểm tra.

Thứ hai, hệ thống được thiết kế cho phép truy vết toàn bộ vòng đời của mỗi hồ sơ. Mỗi tài liệu được gán một mã định danh riêng và mọi thao tác như truy cập, kiểm tra, phê duyệt hoặc cập nhật đều được ghi nhận trên Blockchain. Nhờ đó, các bên tham gia có thể theo dõi trạng thái xử lý hồ sơ theo thời gian thực và xác định rõ trách nhiệm của từng chủ thể.

Thứ ba, mô hình tạo lập một nền tảng trực tuyến thống nhất cho phép các chủ thể như nhà thầu, tư vấn giám sát và chủ đầu tư cùng truy cập và xử lý hồ sơ trên một hệ thống chung. Việc sử dụng nền tảng này giúp hạn chế việc trao đổi hồ sơ qua email hoặc các ứng dụng nhắn tin không chính thức, giảm sai sót trong quá trình luân chuyển hồ sơ và rút ngắn thời gian phê duyệt.

Thứ tư, mô hình được thiết kế bảo đảm tuân thủ các quy định pháp luật hiện hành tại Việt Nam. Hệ thống tích hợp chức năng lưu trữ dữ liệu dài hạn, cho phép các hồ sơ được sử dụng để kiểm toán, thanh tra, nghiệm thu và quyết toán dự án.

Các định hướng thiết kế trên nhằm khắc phục những hạn chế phổ biến của phương thức quản lý hồ sơ truyền thống như thất lạc tài liệu, chồng chéo trách nhiệm và quy trình xử lý kéo dài. Mô hình hướng tới xây dựng một môi trường quản lý hồ sơ chất lượng minh bạch, an toàn và có khả năng truy xuất, phù hợp với yêu cầu chuyển đổi số trong các dự án xây dựng ven biển tại Việt Nam.

#### 4.1.2. Quy trình xử lý hồ sơ và vai trò của các chủ thể

Trên cơ sở các vấn đề được nhận diện tại Mục 3.2 và khung pháp lý trình bày tại Mục 2.3, hệ thống đề xuất một quy trình quản lý hồ sơ chất lượng rõ ràng và an toàn hơn trong các dự án xây dựng.

Quy trình được tổ chức theo từng bước, với sự phân công trách nhiệm cụ thể cho từng chủ thể tham gia. Cấu trúc này bám sát các giai đoạn thông thường của dự án xây dựng, đồng thời bổ sung các điểm kiểm soát trên nền tảng Blockchain nhằm bảo đảm tính toàn vẹn và khả năng truy xuất dữ liệu.

Trước hết, nhà thầu thi công lập các hồ sơ ban đầu như biên bản kiểm tra, nhật ký công việc hoặc báo cáo chất lượng vật liệu. Sau khi hoàn thiện, mỗi tài liệu được mã hóa bằng một

giá trị băm duy nhất và gắn mã QR để phục vụ việc xác thực và truy xuất.

Tiếp theo, đơn vị tư vấn giám sát tiến hành kiểm tra nội dung hồ sơ nhằm đánh giá độ chính xác và mức độ tuân thủ yêu cầu kỹ thuật. Nếu hồ sơ đạt yêu cầu, tư vấn giám sát thực hiện ký số để xác nhận tính hợp lệ theo tiêu chuẩn xây dựng.

Sau đó, chủ đầu tư hoặc đại diện quản lý dự án thực hiện bước rà soát cuối cùng nhằm bảo đảm hồ sơ phù hợp với các điều khoản hợp đồng và quy định pháp luật. Khi được chấp thuận, chủ đầu tư thực hiện ký số, qua đó xác lập giá trị sử dụng của hồ sơ cho các mục đích nghiệm thu, thanh toán hoặc kiểm tra.

Sau khi hoàn tất các bước phê duyệt, hồ sơ được lưu trữ trên nền tảng Blockchain. Các siêu dữ liệu như giá trị băm, dấu thời gian, phiên bản hồ sơ và danh tính các bên ký xác nhận được ghi nhận và bảo vệ an toàn. Khi đã được ghi nhận trên Blockchain, hồ sơ không thể bị thay đổi và có thể được xác thực tại bất kỳ thời điểm nào.

Quy trình xử lý theo trình tự này giúp xác định rõ trách nhiệm của từng chủ thể, đồng thời hạn chế các vấn đề thường gặp như xung đột phiên bản, chậm trễ phê duyệt hoặc tranh chấp pháp lý. Việc quản lý hồ sơ trên một nền tảng trực tuyến thống nhất góp phần nâng cao tính minh bạch và mức độ tin cậy giữa các bên tham gia dự án.

Hình 1 minh họa quy trình trên, thể hiện cách thức các chủ thể tương tác với hệ thống Blockchain theo một trình tự xác định.

Sơ đồ này minh họa sự tương tác theo trình tự giữa nhà thầu, tư vấn giám sát, chủ đầu tư và hệ thống Blockchain trong

quá trình xác thực, phê duyệt và lưu trữ hồ sơ chất lượng công trình xây dựng.

Trên cơ sở quy trình đã được xác thực này, phần tiếp theo trình bày kiến trúc hệ thống hỗ trợ các hoạt động trên thông qua nền tảng Blockchain cho phép phân quyền, được thiết kế nhằm đáp ứng yêu cầu tích hợp giữa nhiều chủ thể tham gia dự án.

#### 4.1.3. Kiến trúc hệ thống

Hệ thống được xây dựng trên nền tảng mạng Blockchain riêng (permissioned blockchain) và gồm bốn nút chính, tương ứng với các chủ thể chủ yếu trong dự án xây dựng: nhà thầu thi công, đơn vị tư vấn giám sát, chủ đầu tư (hoặc đại diện quản lý dự án) và, cơ quan quản lý nhà nước.

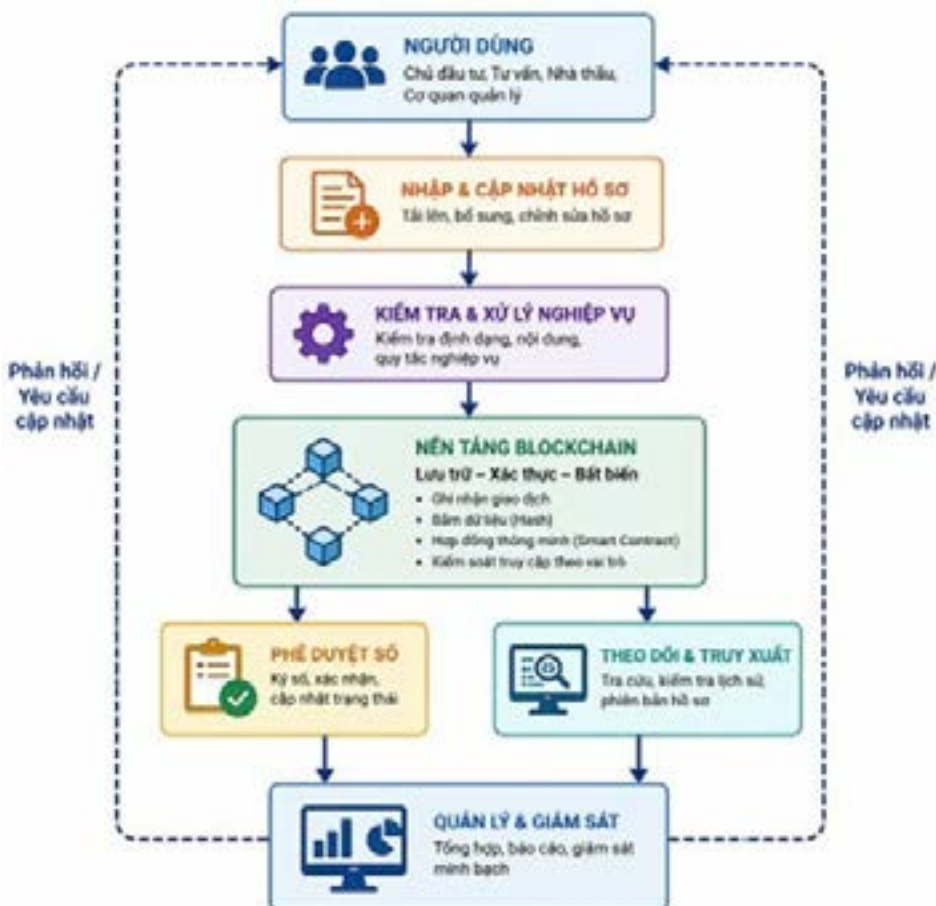
Mỗi chủ thể được phân công vai trò và quyền truy cập cụ thể trong hệ thống. Nhà thầu có trách nhiệm khởi tạo và tải lên các hồ sơ ban đầu. Tư vấn giám sát thực hiện kiểm tra, đánh giá và ký xác nhận. Chủ đầu tư thực hiện phê duyệt cuối cùng. Cơ quan quản lý nhà nước, trong trường hợp tham gia kiểm tra hoặc thanh tra, có thể truy cập dữ liệu để phục vụ công tác kiểm tra tuân thủ.

Hệ thống kiểm soát chặt chẽ quyền thực hiện các thao tác. Chỉ những người dùng được phân quyền mới có thể tạo lập, kiểm tra hoặc phê duyệt hồ sơ. Mọi thao tác đều được ghi nhận và lưu vết để phục vụ việc xác minh khi cần thiết.

Một lớp trung gian được thiết kế để kết nối hệ thống với hạ tầng chữ ký số tại Việt Nam và mạng Blockchain. Lớp này bảo đảm chữ ký số được sử dụng trong hệ thống vừa an toàn về mặt kỹ thuật vừa đáp ứng yêu cầu pháp lý.

Mặc dù cơ quan quản lý nhà nước không tham gia trực tiếp vào quy trình xử lý hồ sơ hằng ngày, hệ thống vẫn cho phép truy cập dữ liệu khi cần phục vụ kiểm toán, thanh tra hoặc xác minh pháp lý.

Các hợp đồng thông minh được tích hợp nhằm tự động hóa một số bước quan trọng trong



Hình 1. Sơ đồ luồng dữ liệu trong quy trình xác thực hồ sơ trên nền tảng Blockchain

Bảng 1. Phân bổ vai trò theo ma trận RACI trong quản lý hồ sơ trên nền tảng Blockchain

| Hoạt động                      | Nhà thầu (C) | Tư vấn giám sát (S) | Chủ đầu tư (I) | Hệ thống (Sys) |
|--------------------------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| Lập hồ sơ                      | R            |                     |                |                |
| Kiểm tra và ký số              |              | R                   |                |                |
| Phê duyệt và xác nhận          |              |                     | R              |                |
| Ghi nhận lên Blockchain        |              |                     |                | R              |
| Truy xuất và kiểm toán lịch sử | A            | A                   | A              | C              |

Ghi chú: R – Responsible (thực hiện); A – Accountable (chịu trách nhiệm); C – Consulted (được tham vấn).

quy trình. Hệ thống có thể kiểm tra việc hoàn thành các bước bắt buộc trước khi phê duyệt cuối cùng, gửi cảnh báo khi có sai lệch và hỗ trợ thực thi các yêu cầu hợp đồng hoặc quy định pháp luật.

Kiến trúc hệ thống này giúp bảo đảm dữ liệu được bảo vệ an toàn và có khả năng truy xuất. Mỗi chủ thể chỉ truy cập các thông tin liên quan đến vai trò của mình, trong khi mọi thay đổi đều được ghi nhận trên Blockchain và không thể bị xóa hoặc chỉnh sửa sau đó. Điều này góp phần nâng cao độ tin cậy, tính tuân thủ pháp lý và khả năng lưu trữ lâu dài của hồ sơ chất lượng công trình.

4.1.4. Phân bổ vai trò theo ma trận RACI

Để bảo đảm trách nhiệm của các chủ thể được xác định rõ ràng và hạn chế chồng chéo trong quá trình xử lý hồ sơ, mô hình sử dụng ma trận RACI nhằm phân định vai trò trong từng bước quản lý tài liệu. Các nhiệm vụ như lập hồ sơ, kiểm tra, phê duyệt và lưu trữ trên hệ thống được phân công cụ thể giữa nhà thầu, tư vấn giám sát, chủ đầu tư và hệ thống.

Việc áp dụng ma trận RACI giúp làm rõ chủ thể chịu trách nhiệm chính, chủ thể thực hiện, chủ thể cần tham vấn và chủ thể được thông báo trong từng bước xử lý hồ sơ. Nhờ đó, quy trình quản lý hồ sơ được tổ chức mạch lạc, giảm nguy cơ chồng chéo trách nhiệm và tạo điều kiện thuận lợi cho việc kiểm tra, truy xuất khi cần thiết.

4.2. Thực trạng quản lý hồ sơ chất lượng tại các dự án xây dựng ven biển

Khảo sát thực tiễn được thực hiện tại ba dự án xây dựng ven biển đang triển khai tại khu vực Khánh Hòa, gồm Giáng Hương Eco Villas (xã Vĩnh Thái), An Thịnh Villas (phường Vĩnh Hòa) và KN Paradise Cam Ranh. Kết quả khảo sát cho thấy nhiều hạn chế đáng kể trong công tác quản lý hồ sơ chất lượng hiện nay, thể hiện cả ở quy trình kỹ thuật và cách thức tổ chức thực hiện giữa các chủ thể tham gia dự án.

Thứ nhất, hồ sơ vẫn chủ yếu được lập và lưu trữ dưới dạng giấy, đồng thời được chia sẻ qua email hoặc các ứng dụng nhắn tin như Zalo. Phương thức này dẫn đến tình trạng khó kiểm soát phiên bản hồ sơ, khó truy xuất tài liệu chính xác và thiếu một hệ thống lưu trữ tập trung.

Thứ hai, phần lớn các hồ sơ quan trọng như nhật ký thi công, chứng chỉ CO-CQ, kết quả kiểm tra, hồ sơ nghiệm thu và thanh toán chưa được xác thực bằng chữ ký số hoặc cơ chế bảo mật điện tử. Các tài liệu này không có mã định danh hoặc dấu vết số, nên nguy cơ bị chỉnh sửa hoặc sao chép mà không được phát hiện là khá lớn.

Thứ ba, vai trò và trách nhiệm của các chủ thể trong việc lập, kiểm tra và phê duyệt hồ sơ chưa được quy định rõ ràng. Quy trình phê duyệt có thể khác nhau giữa các dự án, thậm chí trong một số trường hợp còn dựa vào thỏa thuận miệng thay vì quy trình chính thức được chuẩn hóa.

Thứ tư, hệ thống lưu trữ số dài hạn cho hồ sơ chất lượng

chưa được thiết lập đầy đủ. Phần lớn tài liệu không được lưu trữ dưới dạng số hóa có khả năng truy xuất và bảo đảm giá trị pháp lý, gây khó khăn cho công tác kiểm toán, giải quyết tranh chấp hoặc quản lý vận hành công trình sau khi hoàn thành.

Những hạn chế trên dẫn đến các hệ quả đáng chú ý ở ba khía cạnh chính. Về hiệu quả công việc, thời gian phê duyệt kéo dài làm chậm tiến độ dự án và quá trình thanh toán. Về minh bạch và trách nhiệm, việc thiếu cơ chế truy vết khiến khó xác định trách nhiệm khi xảy ra sai sót. Về giá trị pháp lý, việc thiếu hệ thống hồ sơ an toàn và có thể xác thực làm giảm khả năng tuân thủ quy định pháp luật và giải quyết tranh chấp.

Các kết quả khảo sát cho thấy nhu cầu cấp thiết phải xây dựng một hệ thống quản lý hồ sơ số hóa có khả năng bảo vệ dữ liệu, hỗ trợ truy xuất và bảo đảm tính pháp lý. Mô hình ứng dụng công nghệ Blockchain được đề xuất trong nghiên cứu này được thiết kế nhằm giải quyết trực tiếp các hạn chế nêu trên thông qua quy trình xử lý có khả năng truy vết, phân định rõ vai trò của các chủ thể và bảo đảm sự tương thích với khung pháp lý hiện hành.

4.3. Phân tích các vấn đề tồn tại: phân mảnh dữ liệu, thiếu cơ chế xác thực và thiếu liên thông hệ thống

Từ các quan sát thực địa tại một số dự án xây dựng ven biển ở Khánh Hòa, nghiên cứu nhận diện ba nhóm vấn đề chính ảnh hưởng trực tiếp đến công tác quản lý và chia sẻ hồ sơ chất lượng giữa các chủ thể tham gia dự án.

a) Hồ sơ phân tán, khó truy xuất

Các chủ thể tham gia dự án như nhà thầu, tư vấn giám sát, chủ đầu tư và cơ quan quản lý thường lưu giữ hồ sơ riêng lẻ, không theo định dạng thống nhất và không được lưu trữ trên một hệ thống tập trung. Trong nhiều trường hợp, đơn vị tư vấn chỉ nhận được một phần tài liệu dưới dạng bản scan qua email hoặc bản in giấy. Chủ đầu tư thường chỉ tiếp cận đầy đủ hồ sơ khi dự án gần hoàn thành. Cơ quan quản lý nhà nước thiếu khả năng truy cập trực tuyến, nên không thể kiểm tra hồ sơ theo thời gian thực hoặc tra cứu các phiên bản trước đó. Sự phân tán này gây nhầm lẫn, kéo dài thời gian xử lý và làm giảm khả năng bảo đảm tính chính xác, nhất quán của hồ sơ dự án.

b) Cơ chế xác thực còn hạn chế và khó truy vết thay đổi hồ sơ

Hiện nay, phần lớn hồ sơ vẫn được ký bằng tay hoặc sử dụng hình ảnh chữ ký mà không có cơ chế bảo mật số. Các tài liệu không được mã hóa hoặc gắn mã định danh số nên khó xác định người lập, người chỉnh sửa và lịch sử thay đổi của hồ sơ. Điều này làm giảm khả năng kiểm soát trách nhiệm và hạn chế giá trị pháp lý của hồ sơ trong các trường hợp thanh tra, kiểm tra hoặc giải quyết tranh chấp. Nhiều tài liệu quan trọng chưa đáp ứng đầy đủ yêu cầu về xác thực và truy xuất để phục vụ kiểm toán hoặc đánh giá pháp lý.

c) Thiếu liên thông với các hệ thống quản lý khác và chưa có cơ chế giám sát thời gian thực. Quy trình luân chuyển hồ

sơ hiện vẫn phụ thuộc vào việc chuyển giao thủ công hoặc trao đổi qua các ứng dụng nhắn tin không chính thức. Mỗi lần cần ký xác nhận hoặc phê duyệt đều phát sinh độ trễ, trong khi chưa có hệ thống theo dõi phiên bản hoặc cảnh báo sai lệch. Đồng thời, hồ sơ chất lượng chưa được tích hợp với các hệ thống quản lý khác của dự án như tiến độ thi công, chi phí hoặc quản lý hợp đồng. Sự thiếu liên thông này làm giảm giá trị sử dụng của hồ sơ đối với công tác điều hành tổng thể dự án.

Những hạn chế trên cho thấy phương thức quản lý hồ sơ chất lượng truyền thống không còn đáp ứng yêu cầu hiện nay của ngành xây dựng. Việc nâng cao tính minh bạch, khả năng truy xuất và độ tin cậy pháp lý của hồ sơ đòi hỏi không chỉ áp dụng công nghệ mới mà còn phải tái cấu trúc quy trình phân công trách nhiệm, phê duyệt và chia sẻ thông tin. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất mô hình quản lý hồ sơ chất lượng trên nền tảng công nghệ Blockchain nhằm chuẩn hóa quy trình, bảo đảm toàn vẹn dữ liệu và cung cấp khả năng truy cập kịp thời cho các chủ thể liên quan.

#### 4.4. Mô hình đề xuất ứng dụng công nghệ Blockchain trong quản lý hồ sơ chất lượng

##### 4.4.1. Mục tiêu và nguyên tắc thiết kế của mô hình

Mô hình được đề xuất trong nghiên cứu này nhằm giải quyết các hạn chế chủ yếu trong quản lý hồ sơ chất lượng công trình xây dựng, bao gồm tình trạng hồ sơ phân tán, thiếu cơ chế xác thực và thiếu liên thông giữa các hệ thống. Công nghệ Blockchain được lựa chọn làm nền tảng, với bốn mục tiêu thiết kế chính.

Thứ nhất, bảo đảm khả năng truy vết và tính minh bạch của hồ sơ. Mỗi tài liệu như biên bản kiểm tra, chứng chỉ vật liệu hoặc hồ sơ nghiệm thu được gán một mã định danh và giá trị băm duy nhất ngay khi được tạo lập. Thông tin này được ghi nhận trên Blockchain và chỉ cho phép truy cập bởi các chủ thể được phân quyền. Nhờ đó, có thể xác định rõ nguồn gốc tài liệu, thời điểm tạo lập và tình trạng thay đổi của hồ sơ.

Thứ hai, ngăn ngừa việc chỉnh sửa trái phép. Sau khi được xác nhận và lưu trữ trên Blockchain, hồ sơ không thể bị thay đổi mà không để lại dấu vết. Trong trường hợp cần cập nhật, hệ thống sẽ tạo phiên bản mới đồng thời lưu giữ phiên bản trước, bảo đảm lịch sử xử lý được duy trì đầy đủ. Cơ chế này hỗ trợ hiệu quả cho công tác kiểm tra pháp lý và truy vết kỹ thuật.

Thứ ba, phân định rõ vai trò và quyền truy cập của các chủ thể. Các nhóm như nhà thầu, tư vấn giám sát, chủ đầu tư và cơ quan quản lý được thiết lập quyền truy cập khác nhau tùy theo chức năng. Chỉ những người được phân quyền mới có thể lập, kiểm tra hoặc phê duyệt hồ sơ. Việc phân công vai trò được xây dựng dựa trên ma trận RACI, phản ánh cấu trúc tổ chức phổ biến trong các dự án xây dựng tại Việt Nam.

Thứ tư, bảo đảm sự phù hợp với khung pháp lý và thực tiễn triển khai tại Việt Nam. Mô hình được xây dựng trên cơ sở các quy định hiện hành như Luật Giao dịch điện tử năm 2023, các nghị định và thông tư liên quan đến quản lý chất lượng công trình và dữ liệu số. Hệ thống hỗ trợ chữ ký số hợp lệ, lưu trữ dữ liệu dài hạn và có khả năng kết nối với

các cơ sở dữ liệu quản lý trong tương lai.

Với các nguyên tắc trên, mô hình đề xuất không chỉ bảo đảm tính khả thi về mặt kỹ thuật mà còn phù hợp với yêu cầu pháp lý và điều kiện tổ chức thực tiễn, tạo tiền đề cho việc thí điểm triển khai tại các dự án xây dựng ven biển và mở rộng áp dụng trong các bối cảnh tương tự.

##### 4.4.2. Kiến trúc hệ thống và các chức năng chính

###### a) Cấu trúc hệ thống theo ba lớp chức năng

Hệ thống đề xuất được thiết kế theo ba lớp chức năng nhằm bảo đảm tính rõ ràng, an toàn và phối hợp hiệu quả giữa các chủ thể tham gia.

- Lớp thứ nhất là lớp giao diện người dùng. Các nhóm người dùng như nhà thầu, tư vấn giám sát, chủ đầu tư và cán bộ quản lý (khi cần) truy cập nền tảng thông qua ứng dụng web. Tại lớp này, người dùng có thể tạo lập hồ sơ, thực hiện ký số, trao đổi ý kiến, theo dõi trạng thái xử lý và nhận thông báo theo quy trình.

- Lớp thứ hai là lớp dịch vụ và nghiệp vụ. Lớp này xử lý các chức năng hậu trường quan trọng như kiểm tra hồ sơ, tạo giá trị băm và mã QR, quản lý phiên bản, đồng thời hỗ trợ kết nối với các hệ thống bên ngoài như mô hình BIM, tiến độ thi công và các công cụ quản trị dự án hoặc hệ thống ERP.

- Lớp thứ ba là lớp nền tảng Blockchain. Lớp này ghi nhận và lưu trữ vĩnh viễn các giao dịch và trạng thái hồ sơ đã được xác thực trên mạng Blockchain riêng, chỉ cho phép truy cập bởi các chủ thể được phân quyền. Hợp đồng thông minh được sử dụng để thực thi các quy tắc quy trình, ví dụ không cho phép phê duyệt cuối cùng nếu các bước kiểm tra bắt buộc chưa được hoàn thành.

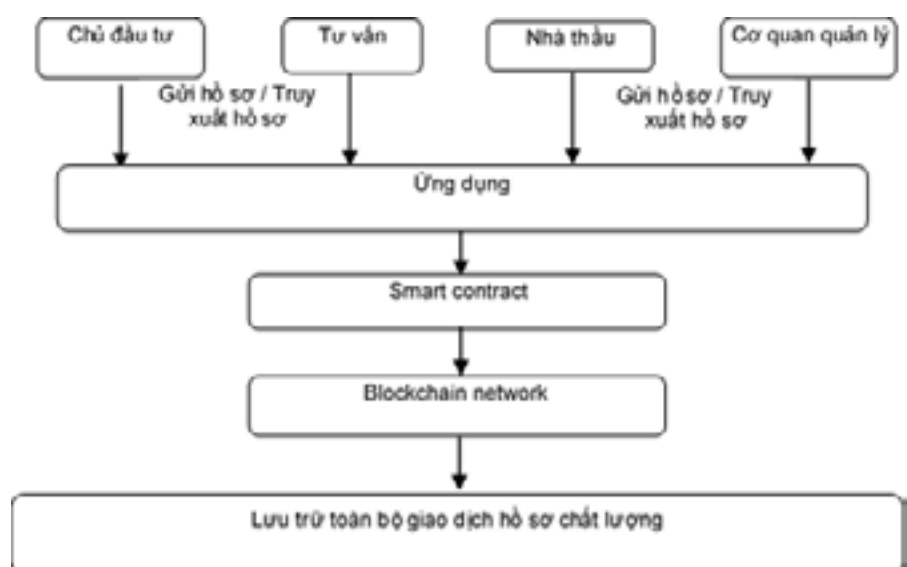
###### b) Ví dụ minh họa: Quy trình xử lý chứng chỉ CO-CQ

Một ví dụ điển hình là quy trình xử lý chứng chỉ CO-CQ:

- Nhà thầu tải hồ sơ lên hệ thống; hệ thống tạo giá trị băm và mã QR, đồng thời chuyển trạng thái hồ sơ sang “chờ kiểm tra”.

- Tư vấn giám sát kiểm tra nội dung và ký số; trạng thái hồ sơ chuyển sang “đã kiểm tra”.

- Chủ đầu tư rà soát lịch sử xử lý và, nếu hồ sơ đáp ứng yêu cầu, thực hiện phê duyệt; khi đó hồ sơ được xác lập trạng thái “đã xác thực” và trở thành bất biến trên Blockchain.



Hình 2. Quy trình xử lý hồ sơ trong hệ thống quản lý chất lượng đề xuất trên nền tảng Blockchain

Bảng 2. Phân công vai trò theo ma trận RACI trong mô hình Blockchain đề xuất

| Hoạt động                       | Nhà thầu | Tư vấn giám sát | Chủ đầu tư | Cơ quan quản lý |
|---------------------------------|----------|-----------------|------------|-----------------|
| Lập và nhập hồ sơ               | R        | C               | I          | I               |
| Kiểm tra nội dung và ký số      | C        | R, A            | I          | I               |
| Phê duyệt và xác nhận cuối cùng | I        | C               | R, A       | I               |
| Ghi nhận lên Blockchain         | A        | A               | A          | I               |
| Truy xuất độc lập và kiểm toán  | I        | I               | I          | R               |

- Trong giai đoạn kiểm toán hoặc thanh tra, cơ quan có thẩm quyền có thể quét mã QR để truy xuất toàn bộ lịch sử xử lý và xác thực của hồ sơ.

So với phương thức truyền thống dựa trên bản in và trao đổi không chính thức, quy trình số hóa này giúp giảm độ trễ phê duyệt, làm rõ trách nhiệm của từng chủ thể và nâng cao giá trị pháp lý của hồ sơ chất lượng. Như minh họa tại Hình 2, mọi bước xử lý đều được ghi nhận an toàn, có thể kiểm chứng và chỉ hiển thị cho các bên có liên quan theo cơ chế phân quyền.

4.5. So sánh và cơ chế vận hành của mô hình Blockchain

4.5.1. So sánh với phương thức quản lý hồ sơ truyền thống

Trong nhiều dự án xây dựng hiện nay, hồ sơ chất lượng vẫn được quản lý chủ yếu bằng tài liệu giấy, bản scan và các kênh trao đổi không chính thức như email hoặc ứng dụng nhắn tin. Các phương thức này thường dẫn đến tình trạng phân mảnh dữ liệu, khó kiểm soát phiên bản và hạn chế về giá trị pháp lý do thiếu định dạng chuẩn và cơ chế xác thực số.

Mô hình quản lý hồ sơ dựa trên công nghệ Blockchain được đề xuất trong nghiên cứu này khắc phục các hạn chế nêu trên thông qua cơ chế lưu trữ phân tán, không thể chỉnh sửa và có khả năng truy vết. Mỗi thao tác đối với hồ sơ đều được ghi nhận và có thể kiểm chứng, cho phép các bên theo dõi quá trình xử lý và xác định rõ trách nhiệm. Quyền truy cập được kiểm soát theo vai trò, đồng thời các hồ sơ có thể được truy xuất theo thời gian thực thông qua mã định danh hoặc mã QR.

Hệ thống cũng hỗ trợ các yêu cầu pháp lý tại Việt Nam thông qua tích hợp chữ ký số và sự tương thích với các quy định hiện hành như Luật Giao dịch điện tử. Mặc dù không thay thế các thủ tục pháp lý truyền thống, mô hình đóng vai trò như một lớp xác thực số tin cậy, góp phần tăng cường tính minh bạch, giảm tranh chấp và nâng cao hiệu quả trong quản lý hồ sơ chất lượng công trình.

4.5.2. Tính khả thi trong triển khai tại các dự án xây dựng ven biển

Mô hình quản lý hồ sơ chất lượng trên nền tảng Blockchain cho thấy khả năng triển khai thực tế tại các dự án xây dựng ven biển trong điều kiện hiện nay. Tính khả thi này được thể hiện qua ba khía cạnh chính.

(a) Nhu cầu thực tiễn từ các dự án xây dựng

Các dự án xây dựng ven biển thường có quy mô lớn, với sự tham gia của nhiều nhà thầu và quy trình kiểm tra, nghiệm thu, thanh toán phức tạp. Khối lượng hồ sơ kỹ thuật và pháp lý lớn đòi hỏi phương thức quản lý hiệu quả và minh bạch hơn. Phương thức quản lý truyền thống dựa trên quy trình thủ công hoặc bán số hóa đã bộc lộ nhiều hạn chế như tốn thời gian, thiếu liên thông và tiềm ẩn nguy cơ sai sót hoặc tranh chấp. Mô hình Blockchain được đề xuất hướng tới giải quyết trực tiếp các vấn đề này.

(b) Điều kiện thuận lợi về hạ tầng và năng lực số

Hạ tầng công nghệ số tại nhiều địa phương ven biển đang được cải thiện nhanh chóng, phù hợp với định hướng chuyển

đổi số quốc gia. Tại nhiều công trường xây dựng, cán bộ kỹ thuật và quản lý đã quen với việc sử dụng thiết bị di động, ký số và thanh toán điện tử. Những điều kiện này tạo nền tảng thuận lợi cho việc thử nghiệm và mở rộng áp dụng hệ thống quản lý hồ sơ trên nền tảng Blockchain.

(c) Sự hỗ trợ từ khung pháp lý hiện hànhHệ thống pháp luật Việt Nam đã có những cập nhật quan trọng nhằm thừa nhận giá trị pháp lý của dữ liệu số và giao dịch điện tử. Luật Giao dịch điện tử năm 2023 và các nghị định liên quan cho phép lưu trữ hồ sơ dưới dạng điện tử, sử dụng chữ ký số và thực hiện các thủ tục hành chính trên môi trường số. Đây là cơ sở quan trọng để triển khai mô hình Blockchain trong quản lý hồ sơ chất lượng một cách phù hợp với quy định pháp luật và có thể được chấp nhận trong các quy trình chính thức.

4.5.3. Đóng góp mới của mô hình đề xuất

Từ các lợi ích được phân tích ở Mục 4.4.1 và điều kiện triển khai được xem xét tại Mục 4.5.2, có thể nhận diện một số đóng góp nổi bật của mô hình đề xuất.

(a) Không chỉ dừng ở lý thuyết mà có khả năng triển khai thực tế

Mô hình được xây dựng không chỉ trên cơ sở lý thuyết mà còn hướng tới khả năng vận hành trong điều kiện thực tế tại các dự án xây dựng. Tính khả thi được thể hiện thông qua một số đặc điểm chính:

- Mô hình được thiết kế theo kiến trúc ba lớp rõ ràng, bảo đảm tính logic và khả năng tích hợp;
- Quy trình xử lý hồ sơ được xác định cụ thể từ khâu lập, ký xác nhận, kiểm tra đến lưu trữ và truy xuất;
- Hệ thống tương thích với quy trình pháp lý và thủ tục hành chính hiện hành trong lĩnh vực xây dựng tại Việt Nam.

(b) Phù hợp với điều kiện địa phương và tiến trình cải cách quản lý

Mô hình được xây dựng dựa trên phân tích điều kiện thực tế tại các dự án xây dựng ven biển, nơi nhu cầu kiểm soát chất lượng công trình ngày càng cao do tốc độ phát triển hạ tầng và đô thị. Đồng thời, quá trình cải cách hành chính và chuyển đổi số trong quản lý nhà nước đặt ra yêu cầu về các hệ thống quản lý dữ liệu minh bạch, liên thông và có khả năng truy xuất. Mô hình đề xuất được thiết kế nhằm đáp ứng đồng thời các yêu cầu này.

(c) Phạm vi áp dụng bao quát toàn bộ hệ thống quản lý dự án

Giải pháp đề xuất không chỉ dừng ở việc lưu trữ hồ sơ số mà còn có khả năng liên kết với các hợp phần khác của quản lý dự án xây dựng như theo dõi tiến độ, kiểm soát thanh toán và phục vụ kiểm toán. Điều này được thực hiện thông qua việc tích hợp các công cụ như hợp đồng thông minh, hệ thống lưu trữ nhật ký thi công trên Blockchain và cơ chế xác thực chứng chỉ CO-CQ xuyên suốt vòng đời dự án.

Những đóng góp trên không chỉ được trình bày ở mức khái niệm mà đã được phân tích thông qua việc so sánh với

phương thức quản lý truyền thống, cho thấy mô hình đề xuất có tính khả thi và khả năng mở rộng áp dụng trong các bối cảnh tương tự.

#### 4.5.4. Phân công vai trò và kiểm soát truy cập trong mô hình đề xuất

Bên cạnh các ưu điểm về lưu trữ an toàn và xác thực minh bạch hồ sơ, mô hình còn thiết lập một cơ chế rõ ràng nhằm phân công trách nhiệm và kiểm soát truy cập của các chủ thể trong quá trình sử dụng hệ thống. Trên cơ sở khung RACI (Responsible – Accountable – Consulted – Informed), mô hình đề xuất cách phân công vai trò như sau:

Bảng trên cho thấy trách nhiệm được phân định cụ thể giữa các chủ thể. Mỗi bên chỉ thực hiện các chức năng phù hợp với vai trò của mình, qua đó hạn chế chồng chéo và giảm nguy cơ sai sót trong quá trình xử lý hồ sơ. Hệ thống tự động ghi nhận toàn bộ thao tác, cho phép truy vết và kiểm tra lịch sử xử lý hồ sơ tại bất kỳ thời điểm nào. Cơ chế này góp phần nâng cao trách nhiệm giải trình và củng cố mức độ tin cậy giữa các bên tham gia dự án.

Việc áp dụng cơ chế phân quyền theo vai trò không chỉ đáp ứng yêu cầu pháp lý mà còn tăng cường khả năng phối hợp giữa các chủ thể trong môi trường số. Để đánh giá tính sẵn sàng triển khai, mô hình cũng được xem xét thông qua các công cụ phân tích như SWOT, nguyên tắc SMART và đối chiếu pháp lý. Kết quả cho thấy mô hình có tính khả thi và phù hợp với điều kiện triển khai thực tế trong lĩnh vực xây dựng.

## 5. Kết luận và kiến nghị

### 5.1. Kết luận

Nghiên cứu đã phân tích thực trạng quản lý hồ sơ chất lượng công trình tại một số dự án xây dựng ven biển ở tỉnh Khánh Hòa, khu vực có tốc độ phát triển nhanh về du lịch và đầu tư đô thị. Kết quả khảo sát thực địa và phân tích hệ thống cho thấy ba nhóm vấn đề chính gồm: dữ liệu hồ sơ phân tán, cơ chế xác thực còn hạn chế và sự thiếu liên thông giữa các hệ thống quản lý.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất mô hình quản lý hồ sơ chất lượng dựa trên công nghệ Blockchain. Mô hình cho phép kiểm tra minh bạch, lưu trữ dữ liệu độc lập và bảo đảm hồ sơ không thể bị chỉnh sửa trái phép, đồng thời phù hợp với khung pháp lý và thực tiễn quản lý tại Việt Nam. Hệ thống được thiết kế gồm ba lớp chức năng: (i) lớp người dùng phục vụ lập và kiểm tra hồ sơ; (ii) lớp dịch vụ xử lý các nghiệp vụ; và (iii) lớp Blockchain bảo đảm lưu trữ an toàn và khả năng truy xuất. Mô hình có thể áp dụng cho nhiều loại hồ sơ như nhật ký thi công, chứng chỉ CO-CQ, biên bản nghiệm thu và hồ sơ thanh toán.

Việc áp dụng mô hình không chỉ góp phần nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng công trình mà còn hỗ trợ tiến trình chuyển đổi số trong ngành xây dựng tại Việt Nam. Hệ thống tạo lập một công cụ tin cậy phục vụ giám sát, kiểm toán và kiểm soát nội bộ trong các dự án quy mô lớn.

### 5.2. Kiến nghị

Đối với cơ quan quản lý nhà nước, nghiên cứu kiến nghị xây dựng các mẫu biểu và tiêu chuẩn chính thức cho hồ sơ chất lượng điện tử trong xây dựng. Việc ban hành các hướng dẫn này sẽ tạo cơ sở pháp lý rõ ràng cho việc sử dụng hồ sơ số và xác thực bằng công nghệ Blockchain. Đồng thời, các cơ quan quản lý có thể xem xét triển khai thí điểm hệ thống Blockchain trong một số dự án đầu tư công, dự án sử dụng vốn ODA hoặc các chương trình phát triển đô thị ven biển quy mô lớn nhằm đánh giá hiệu quả thực tế.

Đối với chủ đầu tư và doanh nghiệp xây dựng, việc thử nghiệm áp dụng hệ thống quản lý hồ sơ dựa trên Blockchain trong các dự án quy mô lớn, đặc biệt là các dự án có nhiều nhà thầu phụ tham gia, là cần thiết. Các dự án thí điểm sẽ giúp đánh giá hiệu quả vận hành và nhận diện các khó khăn khi triển khai thực tế. Đồng thời, các doanh nghiệp cần từng bước nâng cấp hạ tầng công nghệ thông tin và tổ chức đào tạo cho đội ngũ kỹ thuật, quản lý chất lượng nhằm nâng cao năng lực quản lý hồ sơ số và sử dụng các công cụ xác thực an toàn./

### Tài liệu tham khảo

1. Perera, S., Nanayakkara, S., Rodrigo, M., Senaratne, S., & Weinand, R. (2020). Blockchain technology: Is it hype or real in the construction industry? *Journal of Industrial Information Integration*, 17, 100125.
2. Khosrowshahi, F., & Arayici, Y. (2021). Blockchain, BIM and digital twins: A conceptual integration for the construction industry. *Journal of Information Technology in Construction*, 26, 45–63.
3. Turkan, Y., Azhar, S., & Alshalalfah, B. (2022). A framework for BIM-Blockchain integration to enhance project data verification. *Computers in Industry*, 139, 103645.
4. International Organization for Standardization – ISO. (2018). ISO 19650-1:2018 – Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including BIM – Concepts and principles.
5. Project Management Institute – PMI. (2021). A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (7th ed.). Newtown Square, PA: PMI.
6. World Bank. (2022). Digital Government Platform Handbook: Building a Platform for the Public Sector. Washington, DC.
7. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam. (2014). Luật Xây dựng số 50/2014/QH13.
8. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam. (2020). Luật số 62/2020/QH14 sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Xây dựng.
9. Chính phủ Việt Nam. (2021). Nghị định số 06/2021/NĐ-CP ngày 26/01/2021 về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng.
10. Bộ Xây dựng. (2021). Thông tư số 10/2021/TT-BXD ngày 25/8/2021 hướng dẫn quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng.
11. Chính phủ Việt Nam. (2019). Nghị định số 73/2019/NĐ-CP ngày 05/9/2019 về quản lý đầu tư ứng dụng công nghệ thông tin sử dụng vốn ngân sách nhà nước.
12. Chính phủ Việt Nam. (2024). Nghị định số 82/2024/NĐ-CP và Nghị định số 85/2024/NĐ-CP về chuyển đổi số trong hoạt động của cơ quan nhà nước.
13. Bộ Thông tin và Truyền thông. (2020). Thông tư số 03/2020/TT-BTTTT và Thông tư số 04/2020/TT-BTTTT quy định về lập và quản lý chi phí đầu tư ứng dụng công nghệ thông tin.
14. Ủy ban nhân dân tỉnh Khánh Hòa. (2022–2025). Quyết định số 909/QĐ-UBND và Kế hoạch số 2044/KH-UBND về chuyển đổi số trong đầu tư công và phát triển đô thị.
15. Nhóm khảo sát đề tài. (2024). Báo cáo khảo sát hiện trạng quản lý hồ sơ chất lượng và mức độ sẵn sàng chuyển đổi số tại các dự án xây dựng ven biển tỉnh Khánh Hòa. Báo cáo nội bộ.
16. Bộ Xây dựng. (2024). Quyết định số 926/QĐ-BXD phê duyệt Đề án chuyển đổi số ngành Xây dựng giai đoạn 2024–2025.
17. Thủ tướng Chính phủ. (2024). Quyết định số 179/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển ngành Xây dựng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
18. Bộ Xây dựng. (2023). Chiến lược chuyển đổi số ngành Xây dựng đến năm 2030.