



## Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến chuyển đổi số hướng tới cảng biển thông minh tại Hải Phòng bằng CFPR

### Evaluating Factors Affecting Digital Transformation Towards Smart Port in Hai Phong Using CFPR

Phạm Thị Yến\*

*Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam*

*Từ khóa:*

Chuyển đổi số  
Cảng biển thông minh  
Cảng Hải Phòng

**TÓM TẮT**

Chuyển đổi số đang tạo ra những tác động đáng kể đối với ngành hàng hải, đặc biệt là tại các cảng container. Là cảng biển lớn thứ hai của Việt Nam và cửa ngõ kết nối thương mại với các nền kinh tế Đông Bắc Á, cảng Hải Phòng đóng vai trò quan trọng trong mạng lưới logistics quốc gia. Mặc dù sản lượng hàng hóa thông qua cảng liên tục tăng trưởng và quá trình số hóa đã được triển khai, nhưng việc ứng dụng công nghệ cảng thông minh vẫn còn hạn chế. Các hệ thống như Smart Port và E-Port hiện nay chỉ hỗ trợ các chức năng cơ bản như thanh toán trực tuyến, xuất hóa đơn điện tử và tra cứu thông tin container. Nghiên cứu này nhằm xác định các yếu tố thành công quan trọng của quá trình chuyển đổi số trong lĩnh vực cảng biển thông qua phỏng vấn chuyên gia và phương pháp Quan hệ sở thích mờ nhất quán (CFPR), từ đó cung cấp cơ sở cho chiến lược phát triển cảng thông minh tại Việt Nam.

*Keywords:*

Digital transformation  
Smartport  
Hai Phong seaport

**ABSTRACT**

Digital transformation is making significant impacts on the maritime industry, particularly at container ports. As the second-largest port in Vietnam and a key gateway connecting trade with Northeast Asian economies, Hai Phong Port plays a crucial role in the national logistics network. Despite the continuous growth in cargo throughput and the implementation of digitalization, the application of smart port technologies remains limited. Current systems such as Smart Port and E-Port only support basic functions like online payment, electronic invoicing, and container information lookup. This study aims to identify the critical success factors of digital transformation in the port sector through expert interviews and the Consistent Fuzzy Preference Relations (CFPR) method, providing a foundation for the development of smart ports in Vietnam.

\* Phạm Thị Yến. Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email: [phamyen@vamaru.edu.vn](mailto:phamyen@vamaru.edu.vn)

[https://www.doi.org/10.55228/JTST.14\(3\).14-24](https://www.doi.org/10.55228/JTST.14(3).14-24)

Ngày nhận bài: 9/03/2025; Ngày nhận bài sửa: 7/04/2025; Ngày chấp nhận đăng: 14/05/2025

Ngày xuất bản trực tuyến: 15/05/2025

pISSN: 1859-4263; eISSN: 3030-4261

## 1. Giới thiệu

Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp lần thứ tư, cảng thông minh đã trở thành một hướng đi chiến lược nhằm nâng cao hiệu suất hoạt động, đảm bảo môi trường làm việc an toàn, giảm phát thải carbon và tối ưu hóa chuỗi cung ứng hàng hải. Việc tích hợp các công nghệ tiên tiến không chỉ góp phần cải thiện năng suất cảng biển mà còn thúc đẩy phát triển bền vững trong lĩnh vực logistics.

Dưới tác động của chuyển đổi số, kỳ vọng của người tiêu dùng ngày càng gia tăng, đồng thời thị trường cũng chịu sự gián đoạn đáng kể [1]. Quá trình này không chỉ gây áp lực lên các doanh nghiệp truyền thống và mô hình kinh doanh hiện hữu mà còn thúc đẩy nhu cầu đổi mới chiến lược số và văn hóa số, hướng đến sự hình thành các mô hình kinh doanh mới [2], [3].

Trong bối cảnh chuỗi cung ứng toàn cầu, các bên liên quan bao gồm hãng tàu, cảng biển và doanh nghiệp logistics ngày càng dựa vào công nghệ thông tin và truyền thông để nâng cao hiệu quả hoạt động [4]. Chuyển đổi số mang lại những tác động tích cực đối với vận tải biển thông qua việc tối ưu hóa quy trình xử lý hàng hóa, cải thiện hoạt động kinh doanh và giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường [5]. Đặc biệt, số hóa các quy trình kinh doanh tại cảng biển có thể góp phần nâng cao hiệu suất hệ thống liên kết giữa vận tải biển và vận tải đường bộ [6].

Mặc dù mang lại nhiều lợi ích, quá trình chuyển đổi số trong ngành hàng hải vẫn diễn ra chậm hơn so với các lĩnh vực khác [7]. Điều này đặt ra thách thức trong việc đẩy nhanh quá trình số hóa nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh và tối ưu hóa hoạt động trong ngành.

Cảng Hải Phòng, cảng biển lớn thứ hai tại Việt Nam, đóng vai trò là cửa ngõ giao thương quan trọng kết nối khu vực Đông Bắc Á, bao

gồm Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc, Đài Loan và Hồng Kông. Trong những năm gần đây, lượng hàng container thông qua cảng Hải Phòng cũng như số lượt tàu ra vào cảng liên tục tăng trưởng mạnh mẽ, củng cố vị thế của cảng trong hệ thống logistics khu vực phía Bắc. Là trung tâm hàng hải lớn nhất miền Bắc và đứng thứ hai trên cả nước, cảng Hải Phòng giữ vai trò quan trọng trong thúc đẩy hoạt động logistics quốc gia, chỉ xếp sau TP. Hồ Chí Minh. Mặc dù chỉ chiếm khoảng 30% tổng sản lượng hàng hóa của cả nước, các cảng biển tại khu vực phía Bắc, bao gồm cảng Hải Phòng, đã đạt tốc độ tăng trưởng đáng kể.

Nhận thức được tầm quan trọng của công nghệ số trong nâng cao năng lực cạnh tranh quốc tế, khu vực cảng biển Hải Phòng đã có những nỗ lực chuyển đổi số tuy nhiên vẫn còn nhiều hạn chế [8]. Hiện nay, một số bến cảng container đã ứng dụng công nghệ vào hoạt động quản lý, điển hình là hệ thống Smart Port tại bến cảng Nam Hải và Nam Đình Vũ, cùng hệ thống E-Port được áp dụng tại các bến cảng Green Port, Tân Vũ, Nam Hải Đình Vũ, VIP Green Port và TC-HICT. Tuy nhiên, các hệ thống này chủ yếu phục vụ các chức năng cơ bản như thanh toán trực tuyến, phát hành hóa đơn điện tử, đăng ký lệnh, và tìm kiếm thông tin container, chưa phát triển đến mức tích hợp toàn diện để hướng tới mô hình cảng thông minh.

Việc triển khai chuyển đổi số trong ngành cảng biển tại Việt Nam nói chung và tại Hải Phòng nói riêng vẫn gặp nhiều thách thức, đặc biệt do hạn chế về nguồn vốn đầu tư, trình độ lao động, cũng như sự phối hợp giữa các bên liên quan. Điều này dẫn đến quá trình số hóa diễn ra chậm hơn so với các cảng biển tại các quốc gia phát triển.

Do đó, nghiên cứu này nhằm phát hiện các yếu tố ảnh hưởng đến việc thực hiện chuyển

đổi số tại cảng biển, hướng tới phát triển mô hình cảng thông minh. Trong đó, cảng Hải Phòng được lựa chọn làm nghiên cứu điển hình, với trọng tâm phân tích dựa trên quan điểm của các nhà khai thác cảng – những người trực tiếp tham gia vào quá trình ra quyết định liên quan đến việc ứng dụng công nghệ số.

## 2. Tổng quan nghiên cứu

Trước sự gia tăng mối quan tâm của giới nghiên cứu đối với cảng biển thông minh, ngày càng có nhiều công trình khoa học tập trung vào các ứng dụng công nghệ mới trong quản lý cảng biển.

Các nghiên cứu hiện có về cảng thông minh chủ yếu tập trung vào ứng dụng công nghệ và tác động của chúng đối với hiệu suất vận hành. Sự xuất hiện của các công nghệ tiên tiến đã tạo ra nhiều cải tiến đáng kể, bao gồm: bản sao kỹ thuật số để dự đoán rủi ro tiềm ẩn [9]; công nghệ chuỗi khối (blockchain) [10], [11]; công nghệ 5G và thực tế ảo (VR) [12]; mạng cảm biến không dây [13]; dữ liệu lớn (big data) và trí tuệ nhân tạo (artificial intelligence) [14]; Internet vạn vật (IoT) [15], [16], [17]; phương pháp ủ nguội để giảm tiêu thụ năng lượng [18]; công nghệ kỹ thuật số và truyền thông trong tiếp thị cảng biển [19]; điều khiển thông minh hệ thống chiếu sáng ngoài trời [20]. Theo Philipp và cộng sự [21], số hóa cảng biển và phát triển các cảng xanh có thể được tích hợp thành một mô hình vận hành hiệu quả.

Mặc dù các nghiên cứu hiện tại đã đóng góp đáng kể vào hiểu biết về vai trò của công nghệ mới trong việc nâng cao hiệu suất cảng biển trong các khía cạnh như vận hành, môi trường, năng lượng và an toàn [22], [23], nhưng vẫn còn thiếu các nghiên cứu chuyên sâu về các yếu tố thành công quan trọng trong quá trình chuyển đổi số hướng tới cảng thông minh. Heilig và cộng sự [24] nhấn mạnh rằng sự phối hợp và hợp tác giữa các bên liên quan đóng vai trò quan trọng trong việc xác định tiềm năng và rào cản của quá trình chuyển đổi số. Gonzalez-

Cancelas và cộng sự [25] lập luận rằng số hóa đơn thuần không đủ để phát triển cảng thông minh, thay vào đó, cần có sự tích hợp công nghệ với tất cả các tác nhân trong cộng đồng cảng biển.

Bên cạnh đó, Molavi và cộng sự [23] nhấn mạnh rằng chính sách của chính phủ và các đặc thù khu vực có thể ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất vận hành của cảng thông minh. Jia và Cui [26] xác định rằng những rào cản lớn nhất đối với quá trình thông minh hóa cảng biển bao gồm sự hỗ trợ chưa đầy đủ của chính phủ đối với nghiên cứu và phát triển (R&D), cũng như nhận thức hạn chế về lợi ích của các công nghệ mới. Trong một nghiên cứu khác, Yang và cộng sự [27] chỉ ra rằng các yếu tố quan trọng nhất đối với sự phát triển cảng thông minh bền vững bao gồm hỗ trợ chính sách, mức độ tích hợp công nghệ, trình độ chuyên môn và kỹ năng của lực lượng lao động. Gần đây, Min [28] đã xác định các yếu tố quan trọng trong kiến trúc cảng thông minh, bao gồm các đề xuất giá trị và bộ chỉ số hiệu suất nhằm thúc đẩy sự phát triển bền vững. Ngoài ra, Jovic và cộng sự [29] đã sử dụng phương pháp PLS-SEM để xác định các yếu tố tổ chức, công nghệ và môi trường ảnh hưởng đến quá trình chuyển đổi số trong ngành vận tải biển tại Croatia.

Các nghiên cứu trước đây đã đưa ra nhiều mô hình lý thuyết nhằm phát triển cảng thông minh, nhưng phần lớn chưa kết hợp đầy đủ các khung lý thuyết để có cái nhìn toàn diện về việc triển khai chuyển đổi số trong lĩnh vực cảng biển. Do đó, nghiên cứu này nhằm thu hẹp khoảng trống trong tài liệu bằng cách xác định các yếu tố thành công quan trọng của quá trình chuyển đổi số hướng tới cảng thông minh.

Nghiên cứu sử dụng Việt Nam làm trường hợp điển hình, trong đó tập trung vào cảng Hải Phòng – một trong những trung tâm hàng hải lớn nhất của khu vực. Bằng cách áp dụng cách tiếp cận dựa trên lý thuyết tổ chức và tiến hành đánh giá thực tế từ quan điểm của các nhà khai

thác cảng, nghiên cứu này sẽ cung cấp một khuôn khổ toàn diện giúp nâng cao hiểu biết về những yếu tố then chốt ảnh hưởng đến quá trình chuyển đổi số, từ đó đưa ra các đề xuất chính sách và chiến lược phù hợp nhằm thúc đẩy sự phát triển của cảng thông minh tại Việt Nam và các quốc gia có điều kiện tương tự.

### 3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này áp dụng phương pháp Quan hệ Sở thích Mờ Nhất Quán (Consistent Fuzzy Preference Relation - CFPR), được phát triển bởi Herrera-Viedma và cộng sự. CFPR thiết lập ma trận quyết định dựa trên sở thích so sánh từng cặp, đảm bảo tính chất bắc cầu cộng, giúp nâng cao tính nhất quán trong quá trình ra quyết định [30].

Phương pháp này mang lại nhiều lợi ích đáng kể, cụ thể:

1. Giảm số lượng câu hỏi đánh giá: So với các phương pháp truyền thống, CFPR rút ngắn đáng kể độ dài bảng câu hỏi bằng cách giảm số lượng so sánh xuống còn  $(n-1)$  thay vì yêu cầu toàn bộ  $n(n-1)/2$  cặp so sánh cho  $n$  tiêu chí. Điều này giúp tăng tỷ lệ phản hồi từ chuyên gia và đảm bảo tính khả thi của nghiên cứu.
2. Duy trì tính nhất quán và tiết kiệm thời gian: Bằng cách tránh sự không nhất quán trong đánh giá và hạn chế nhu cầu hiệu chỉnh lại dữ liệu, CFPR giúp cải thiện hiệu quả của quá trình ra quyết định.

Nhờ những ưu điểm này, CFPR đã được áp dụng rộng rãi trong nhiều nghiên cứu để giải quyết các vấn đề ra quyết định đa tiêu chí, đặc biệt trong các lĩnh vực quản lý chuỗi cung ứng, logistics và chuyển đổi số.

**Bảng 1.** Thang đo tầm quan trọng.

Thang đo	Ý nghĩa
1	Quan trọng ngang nhau
2	Ít quan trọng hơn
3	Quan trọng hơn
4	Rất quan trọng hơn

Thang đo	Ý nghĩa
5	Hoàn toàn quan trọng hơn

#### 3.1 Quan hệ sở thích

Người ra quyết định quyết định mối quan hệ sở thích bằng cách cho điểm cho một tập hợp các tiêu chí và một tập hợp các phương án thay thế. Giá trị minh họa tỷ lệ so sánh của hai tiêu chí hoặc phương án thay thế. Hai mối quan hệ sở thích được áp dụng (1) mối quan hệ sở thích nhân và (2) mối quan hệ sở thích mờ.

(1) Trong mỗi quan hệ sở thích nhân  $A$ , các chuyên gia sẽ cho biết đánh giá với một tập hợp các lựa chọn thay thế  $X$ , được biểu thị bằng ma trận quan hệ sở thích  $A \subset X \times X$ ,  $R = (a_{ij}), \forall i, j \in \{1, \dots, n\}$

Trong đó  $a_{ij}$  biểu thị tỷ lệ của tỷ lệ sở thích của phương án thay thế  $x_i$  tới  $x_j$ .  $a_{ij} \in [\frac{1}{5}, 5]$

Khi  $a_{ij} = 1$  biểu thị sự tương đương giữa  $x_i$  và  $x_j$ ;

Khi  $a_{ij} = 5$  nghĩa là  $x_i$  hoàn toàn quan trọng hơn  $x_j$ .

Mối quan hệ so sánh  $R$  được đề xuất là một nghịch đảo nhân, nghĩa là:

$$a_{ij} * a_{ji} = 1 \quad \forall i, j \in \{1, \dots, n\} \quad (1)$$

(2) Trong mỗi quan hệ sở thích mờ, tỷ lệ so sánh của phương án  $x_i$  đến  $x_j$  nghĩa là các đánh giá các lựa chọn ở đó  $X$  chỉ ra bởi một ma trận quan hệ sở thích tích cực  $P \subset X \times X$  với  $\mu_p(x_i, x_j) = p_{ij}$ . Khi giá trị  $= \frac{1}{2}$  có nghĩa không có sự khác biệt giữa  $x_i$  và  $x_j (x_i \sim x_j)$ , ngược lại  $p_{ij} = 1$  có nghĩa là  $x_i$  hoàn toàn quan trọng hơn  $x_j$ .  $p_{ij} = 0$  có nghĩa là  $x_j$  hoàn toàn quan trọng hơn  $x_i$ , và  $p_{ij} > \frac{1}{2}$  cho thấy  $x_i$  quan trọng hơn  $x_j (x_i > x_j)$ .  $P$  là một phép nghịch đảo cộng tính, được đưa ra bởi:

$$p_{ij} + p_{ji} = 1 \quad \forall i, j \in \{1, \dots, n\} \quad (2)$$

#### 3.2. Các đề xuất trong mỗi quan hệ sở thích mờ nhất quán

Vấn đề không nhất quán sẽ được giải quyết bằng cách xây dựng ma trận quyết định so sánh từng cặp dựa trên ba đề xuất như sau:

**Đề xuất 1.** Giả sử có 1 tập các lựa chọn  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  được liên kết với một mối quan hệ sở thích nhân  $A = (a_{ij})$ , với  $a_{ij} \in [\frac{1}{5}, 5]$ . Mối quan hệ sở thích cộng gộp tương ứng  $P = p_{ij}$  với  $p_{ij} \in [0,1]$  đến  $A = (a_{ij})$  được định nghĩa như sau:

$$p_{ij} = g(a_{ij}) = \frac{1}{2}(1 + \log_5 a_{ij}) \quad (3)$$

Trong đó:

$g$ : hàm biến đổi.

$\log_5 a_{ij}$ : được dùng vì  $a_{ij}$  ở giữa 1/5 và 5.

**Đề xuất 2.** Mối quan hệ sở thích mờ qua lại là  $P=g(A)$  trong đó  $P=(p_{ij})$ , các câu sau đây là tương đương:

$$p_{ij} + p_{jk} + p_{ki} = \frac{3}{2} \quad \forall i, j, k \quad (4)$$

$$p_{ij} + p_{jk} + p_{ki} = \frac{3}{2} \quad \forall i < j < k \quad (5)$$

**Đề xuất 3.** Mối quan hệ sở thích mờ phụ qua lại,  $P=(p_{ij})$ , các câu sau đây là tương đương:

$$p_{ij} + p_{jk} + p_{ki} = \frac{3}{2} \quad \forall i < j < k$$

$$p_{i(i+1)} + p_{(i+1)(i+2)} + \dots + p_{j(i-1)} + p_{ji} = \frac{j-i+1}{2} \quad \forall i < j \quad (6)$$

Nếu ma trận ưu tiên có các giá trị không nằm trong khoảng  $[0,1]$ , mà  $[-a, 1 + a]$ , để bảo toàn tính có đi có lại và tính bắc cầu cộng, cần phải có phép biến đổi tuyến tính, nghĩa là  $f: [-a, 1 + a] \rightarrow [0,1]$ . Sau đó, hàm biến đổi được biểu thị như sau:

$$f(p_{ij}^k) = (p_{ij}^k + a)/(1 + 2a) \quad (7)$$

Trong đó:  $a$  là giá trị tuyệt đối của giá trị âm nhỏ nhất trong ma trận ưu tiên.

### 3.3. Đánh giá trọng số cho các tiêu chí

(1) Tích hợp các đánh giá của  $m$  chuyên gia bằng cách sử dụng ký hiệu giá trị trung bình.

$$p_{ij} = (p_{ij}^1 + p_{ij}^2 + \dots + p_{ij}^m)/m \quad (8)$$

$p_{ij}^k$ : giá trị ưu tiên mờ được chuyển đổi của chuyên gia  $k$  để đánh giá tiêu chí  $i$  và  $j$ .

(2) Chuẩn hoá các ma trận quan hệ so sánh  $r_{ij}$  được sử dụng để minh hoạ giá trị so sánh mờ được chuẩn hoá,

$$r_{ij} = p_{ij} / \sum_{i=1}^n p_{ij} \quad (9)$$

(3) Sử dụng  $w_i$  để chỉ ra trọng số ưu tiên trung bình của các tiêu chí được xem xét  $i$ , có thể thu được mức độ ưu tiên của từng tiêu chí, nghĩa là

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij} \quad (10)$$

Trong đó:  $n$  là số tiêu chí được xem xét.

## 4. Kết quả nghiên cứu

Để xác định các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến việc triển khai chuyển đổi số thành công trong lĩnh vực cảng biển, nghiên cứu này dựa trên bốn khung lý thuyết nền tảng. Lý thuyết các bên liên quan (Stakeholder Theory) được sử dụng để làm rõ vai trò và ảnh hưởng của các tác nhân như khách hàng, nhà đầu tư và cơ quan quản lý trong việc thúc đẩy quá trình chuyển đổi số thông qua hợp tác và cam kết giữa các bên. Lý thuyết nguồn lực (Resource-Based View – RBV) giúp nhận diện các yếu tố nội tại của cảng như năng lực tài chính, nhân sự, văn hóa tổ chức và năng lực lãnh đạo số – những thành tố cốt lõi tạo nên khả năng triển khai hiệu quả các sáng kiến công nghệ.

Bên cạnh đó, Lý thuyết chấp nhận công nghệ (Technology Acceptance Model – TAM và UTAUT) được áp dụng để giải thích mức độ sẵn sàng tiếp nhận công nghệ mới của người sử dụng, thông qua các yếu tố như tính hữu ích, tính dễ sử dụng, mức độ tương thích và khả năng thử nghiệm. Cuối cùng, Lý thuyết thể chế (Institutional Theory) làm rõ ảnh hưởng của các yếu tố môi trường bên ngoài như chính sách, áp lực cạnh tranh và sự thay đổi trong thị trường đến hành vi thích ứng và đổi mới của các tổ chức cảng. Việc tích hợp các lý thuyết này không chỉ đảm bảo tính toàn diện về mặt học thuật mà còn tạo nền tảng vững chắc cho việc phân loại các yếu tố ảnh hưởng thành bốn nhóm rõ ràng trong mô hình nghiên cứu.

Sau khi xác định các yếu tố tiềm năng, nghiên cứu tiến hành đánh giá độc lập thông qua ý kiến của 11 chuyên gia giàu kinh nghiệm trong ngành cảng biển. Tất cả chuyên gia tham gia đều có trên 10 năm kinh nghiệm và giữ các vị trí quản lý cấp cao như trưởng phòng, phó giám đốc, và giám đốc tại các bến

cảng container lớn ở Hải Phòng, bao gồm Tân Vũ, HICT và Nam Đình Vũ.

nhà khai thác cảng không chỉ chịu trách nhiệm về hạ tầng kỹ thuật và công nghệ mà

**Bảng 2.** Các yếu tố ảnh hưởng đến việc thực hiện chuyển đổi số tại bến cảng container.

Nhóm yếu tố chính	Các yếu tố thành phần	Cơ sở lý thuyết liên quan
Sự hợp tác của các bên liên quan	Sự hợp tác của khách hàng Sự ủng hộ của các nhà đầu tư Sự phối hợp của các cơ quan quản lý	Lý thuyết các bên liên quan
Năng lực của cảng	Nguồn lực tài chính Năng lực nhân sự Văn hóa doanh nghiệp Lãnh đạo số Sự hiệu quả	Lý thuyết dựa trên nguồn lực
Sự chấp nhận công nghệ mới	Dễ dàng sử dụng Sự tương thích Khả năng thử nghiệm và quan sát	Lý thuyết chấp nhận công nghệ
Các yếu tố từ môi trường bên ngoài	Áp lực cạnh tranh Chính sách và hỗ trợ từ Chính phủ Biến động thị trường	Lý thuyết thể chế

Nghiên cứu này là phần tiếp nối của một nghiên cứu trước đó của tác giả, trong đó phương pháp Delphi đã được áp dụng nhằm xây dựng bộ tiêu chí ảnh hưởng đến quá trình chuyển đổi số tại cảng biển. Thông qua ba vòng khảo sát Delphi với sự tham gia của 11 chuyên gia có kinh nghiệm trong ngành cảng biển, nghiên cứu trước đã xác định được 14 yếu tố chính có ảnh hưởng đến chuyển đổi số, đồng thời phân loại chúng thành 4 nhóm dựa trên sự đồng thuận giữa các chuyên gia (Bảng 2). Kết quả này tạo nền tảng cho nghiên cứu hiện tại, trong đó các yếu tố đã được xác lập tiếp tục được sử dụng làm đầu vào để đánh giá mức độ ưu tiên thông qua phương pháp CFPR. Quá trình thu thập ý kiến chuyên gia được thực hiện thông qua các trao đổi qua email và phỏng vấn trực tuyến. Quy trình đánh giá diễn ra theo từng bước nhằm đảm bảo sự thống nhất về các yếu tố ảnh hưởng. Các chuyên gia tham gia đều đến từ phía nhà khai thác cảng – nhóm đối tượng trực tiếp chịu trách nhiệm ra quyết định đầu tư, triển khai và vận hành các hệ thống công nghệ tại cảng biển. Với vai trò là trung tâm trong chuỗi hoạt động cảng biển,

còn đóng vai trò điều phối và kết nối với các bên liên quan như hãng tàu, doanh nghiệp logistics và cơ quan quản lý. Do đó, quan điểm từ nhóm chuyên gia này phản ánh rõ nét thực tiễn triển khai chuyển đổi số tại cấp độ vận hành và quản lý, làm cơ sở đáng tin cậy cho việc xác định các yếu tố ảnh hưởng then chốt trong nghiên cứu.

Chuyển đổi số trong lĩnh vực cảng biển chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác nhau, bao gồm sự hợp tác giữa các bên liên quan, năng lực tổ chức, khả năng chấp nhận công nghệ, và các yếu tố môi trường bên ngoài. Việc đánh giá mức độ quan trọng của từng yếu tố đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng chiến lược triển khai hiệu quả (Bảng 3).

Một trong những yếu tố quan trọng quyết định sự thành công của quá trình chuyển đổi số tại các bến cảng container là sự hợp tác giữa các bên liên quan, bao gồm hãng tàu, chủ hàng, công ty logistics, nhà đầu tư, và các cơ quan quản lý. Theo kết quả phân tích, yếu tố này có trọng số cao nhất (0,495), nhấn mạnh tầm quan trọng của việc phối hợp giữa các bên để đảm bảo tính liên kết trong các hoạt động cảng biển. Trên thực tế, các giải pháp công nghệ chỉ có thể phát huy hiệu quả tối đa khi được triển khai đồng bộ trong toàn

hệ sinh thái cảng biển, với sự đồng thuận và hợp tác, cảng Rotterdam vận hành PCS thông qua nền tảng Portbase, cho phép tích hợp dữ liệu

**Bảng 3.** Mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến việc thực hiện chuyển đổi số tại bến cảng container khu vực Hải Phòng.

Yếu tố chính	Trọng số	Yếu tố phụ	Trọng số	Điểm đánh giá	Xếp hạng
Sự hợp tác của các bên liên quan	0,395	Sự hợp tác của khách hàng	0,507	0,200	1
		Sự ủng hộ của các nhà đầu tư	0,345	0,136	2
		Sự phối hợp của các cơ quan quản lý	0,148	0,058	9
		Nguồn lực tài chính	0,357	0,101	3
Năng lực của cảng	0,282	Năng lực nhân sự	0,301	0,085	4
		Văn hoá doanh nghiệp	0,233	0,066	6
		Lãnh đạo số	0,110	0,031	12
		Sự hiệu quả của hệ thống, công nghệ mới	0,391	0,078	5
Sự chấp nhận công nghệ mới	0,200	Dễ dàng sử dụng	0,311	0,062	7
		Sự tương thích	0,185	0,037	11
		Khả năng thử nghiệm và quan sát	0,114	0,023	13
Các yếu tố từ môi trường bên ngoài	0,122	Áp lực cạnh tranh	0,481	0,059	8
		Chính sách và hỗ trợ từ Chính phủ	0,369	0,045	10
		Biến động thị trường	0,151	0,018	14

Để tăng cường hiệu quả hợp tác, nghiên cứu đề xuất phát triển Cộng đồng cảng điện tử (Port Community System - PCS) – một nền tảng tích hợp dữ liệu và quy trình giữa các bên liên quan, cho phép chia sẻ thông tin theo thời gian thực, giảm thiểu thủ tục hành chính và nâng cao hiệu quả vận hành. PCS có thể đóng vai trò là trung tâm kết nối giữa hệ thống quản lý cảng (TOS), hãng tàu, hệ thống hải quan điện tử, và các doanh nghiệp dịch vụ logistics, từ đó tạo ra một chuỗi giá trị thông minh và minh bạch hơn. Việc triển khai PCS không chỉ thúc đẩy quá trình chuyển đổi số mà còn nâng cao năng lực cạnh tranh của cảng trong khu vực và quốc tế.

Mô hình PCS đã được triển khai hiệu quả tại nhiều cảng tiên tiến trên thế giới. Chẳng hạn, cảng Singapore sử dụng hệ thống PortNet kết nối hàng nghìn doanh nghiệp và cơ quan chức năng, giúp rút ngắn thời gian xử lý thủ tục và tăng tính minh bạch. Tương

và phối hợp chuỗi cung ứng hiệu quả. So với các cảng lớn như Singapore và Rotterdam, Hải Phòng đang ở giai đoạn đầu của quá trình chuyển đổi số, do đó việc học hỏi mô hình PCS tại các cảng tiên tiến là cơ sở quan trọng để phát triển chiến lược phù hợp với điều kiện Việt Nam.

Cụ thể, sự hợp tác giữa các bên liên quan chính có trọng số 0,507, cho thấy rằng sự sẵn sàng hợp tác của khách hàng – không chỉ với vai trò người sử dụng dịch vụ mà còn là đối tác chiến lược – đóng vai trò quan trọng trong việc triển khai các hệ thống số hóa. Việc tích hợp các công nghệ như hệ thống quản lý bến cảng tự động (TOS - Terminal Operating System), thiết bị bốc xếp thông minh và công cụ phân tích dữ liệu yêu cầu sự cam kết và hỗ trợ từ cả doanh nghiệp và nhà đầu tư. Ngoài ra, sự phối hợp giữa các cơ quan quản lý (0,148) cũng là một điều kiện tiên quyết, đặc biệt trong việc số hóa các thủ tục hành chính liên quan đến hải quan, cảng vụ, và biên

phòng. Việc triển khai hệ thống quản lý cảng điện tử (E-Port) giúp giảm thời gian xử lý giấy tờ, tăng tính minh bạch và hạn chế sai sót, nhưng cần có sự đồng thuận giữa các cơ quan chức năng để đảm bảo khả năng áp dụng rộng rãi. Tại Việt Nam, hệ thống hải quan điện tử và các nền tảng E-Port hiện có thể là nền tảng khởi đầu để phát triển PCS tích hợp.

Năng lực tổ chức và tài chính của cảng biển có tác động đáng kể đến tiến trình chuyển đổi số, với tổng trọng số 0,282. Năng lực tài chính là yếu tố quan trọng nhất trong nhóm này (0,357), nhấn mạnh rằng các khoản đầu tư ban đầu vào công nghệ số, chẳng hạn như cần cấu tự động, cảm biến IoT, hệ thống theo dõi container theo thời gian thực, đòi hỏi nguồn vốn lớn và kế hoạch tài chính dài hạn. Bên cạnh đó, năng lực nhân sự (0,301) cũng là một rào cản tiềm năng, vì việc vận hành các công nghệ số yêu cầu đội ngũ nhân sự có kỹ năng số cao. Nhu cầu đào tạo và phát triển nhân lực để đáp ứng các yêu cầu công nghệ ngày càng trở nên cấp thiết nhằm đảm bảo hiệu quả triển khai hệ thống mới. Ngoài ra, văn hóa doanh nghiệp (0,233) và vai trò của lãnh đạo (0,110) đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy nhận thức và khuyến khích sự chấp nhận công nghệ trong nội bộ tổ chức. Một đội ngũ lãnh đạo có tầm nhìn chiến lược và cam kết mạnh mẽ với chuyển đổi số có thể giúp thúc đẩy quá trình thay đổi và tạo động lực cho toàn bộ tổ chức.

Yếu tố khả năng chấp nhận công nghệ có tổng trọng số 0,200, với mức độ ảnh hưởng cao nhất đến từ hiệu quả của hệ thống công nghệ (0,391). Điều này cho thấy rằng các công nghệ số cần phải chứng minh được giá trị thực tiễn trong việc cải thiện năng suất và hiệu quả vận hành của cảng biển. Các giải pháp như trí tuệ nhân tạo (AI) để tối ưu hóa lịch trình bốc xếp, blockchain để quản lý chuỗi cung ứng, hoặc các nền tảng phân tích

dữ liệu lớn cần được tích hợp vào hệ thống hiện có một cách liền mạch.

Bên cạnh đó, tính dễ sử dụng (0,311) và tính tương thích (0,185) của công nghệ cũng là những yếu tố quan trọng cần xem xét. Các hệ thống công nghệ cần đảm bảo khả năng triển khai linh hoạt trên nhiều nền tảng, đồng thời phù hợp với cơ sở hạ tầng kỹ thuật hiện có tại cảng. Việc thử nghiệm và đánh giá trước khi triển khai chính thức là một bước quan trọng giúp giảm thiểu rủi ro và đảm bảo tính hiệu quả trong thực tế.

Các yếu tố bên ngoài cũng có tác động đáng kể đến quá trình chuyển đổi số của cảng biển, với tổng trọng số 0,122. Áp lực cạnh tranh (0,481) là yếu tố ảnh hưởng mạnh mẽ nhất trong nhóm này, phản ánh nhu cầu cấp thiết của cảng biển trong việc nâng cao năng lực cạnh tranh trên thị trường toàn cầu. Những biến động trong chuỗi cung ứng, chẳng hạn như gián đoạn do đại dịch hoặc xung đột thương mại, đã tạo ra nhu cầu về khả năng thích ứng linh hoạt của cảng biển.

Ngoài ra, chính sách hỗ trợ từ chính phủ (0,369) đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy chuyển đổi số, thông qua các ưu đãi như giảm thuế, tín dụng đầu tư công nghệ và chính sách phát triển nguồn nhân lực số. Một hành lang pháp lý phù hợp cũng là yếu tố hỗ trợ quan trọng, giúp tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp dữ liệu giữa các cảng biển và các bên liên quan trong hệ sinh thái logistics.

Bên cạnh các yếu tố thúc đẩy chuyển đổi số, cần lưu ý rằng quá trình này cũng tiềm ẩn nhiều rủi ro đáng kể. Các vấn đề như an ninh mạng, bảo mật dữ liệu, sự phụ thuộc vào công nghệ nhập khẩu, và khả năng thích ứng của người lao động với công nghệ mới là những thách thức mà các nhà khai thác cảng cần cân nhắc trong quá trình triển khai. Việc không lường trước được các rủi ro này có thể

ảnh hưởng đến tiến độ, chi phí cũng như hiệu quả vận hành của các giải pháp công nghệ. Do đó, đánh giá và quản trị rủi ro nên là một nội dung được tích hợp trong các chiến lược chuyển đổi số tại cảng biển. Nội dung này cũng là hướng mở quan trọng cho các nghiên cứu trong tương lai.

## 5. Kết luận

Chuyển đổi số trong ngành cảng biển đang trở thành một xu hướng tất yếu nhằm nâng cao hiệu suất vận hành, tối ưu hóa chuỗi cung ứng và tăng cường năng lực cạnh tranh trên thị trường toàn cầu. Trong bối cảnh này, nghiên cứu đã áp dụng phương pháp Quan hệ Sở thích Mờ Nhất Quán (CFPR) để đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chuyển đổi số tại cảng biển Hải Phòng – một trong những trung tâm logistics quan trọng nhất của Việt Nam.

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng sự hợp tác giữa các bên liên quan là yếu tố quan trọng nhất, nhấn mạnh vai trò của sự phối hợp giữa hãng tàu, chủ hàng, công ty logistics và các cơ quan quản lý trong việc triển khai các giải pháp số hóa. Ngoài ra, năng lực tài chính và nhân sự cũng đóng vai trò then chốt, bởi quá trình số hóa cảng biển đòi hỏi nguồn vốn đầu tư lớn và lực lượng lao động có kỹ năng công nghệ cao. Bên cạnh đó, khả năng chấp nhận công nghệ là yếu tố không thể bỏ qua, khi các hệ thống số hóa cần đảm bảo tính hiệu quả, dễ sử dụng và tương thích với hạ tầng sẵn có. Cuối cùng, yếu tố môi trường bên ngoài, đặc biệt là áp lực cạnh tranh và chính sách hỗ trợ từ chính phủ, có tác động đáng kể đến tốc độ và mức độ thành công của quá trình chuyển đổi số tại cảng biển.

Về mặt lý thuyết, nghiên cứu đã cung cấp một khung phân tích toàn diện dựa trên các lý thuyết tổ chức: Lý thuyết các bên liên quan, Lý thuyết nguồn lực, Lý thuyết thể chế, và Lý thuyết chấp nhận công nghệ. Việc tích hợp các lý thuyết này không chỉ giúp xác định

những yếu tố ảnh hưởng quan trọng mà còn mang lại góc nhìn sâu sắc về cách thức các yếu tố này tác động lẫn nhau trong quá trình chuyển đổi số.

Về mặt thực tiễn, nghiên cứu này mang lại các đóng góp quan trọng cho các nhà khai thác cảng, cơ quan quản lý và các bên liên quan trong ngành logistics. Những kết quả thu được có thể được sử dụng để xây dựng chiến lược số hóa, tối ưu hóa phân bổ nguồn lực, và hỗ trợ hoạch định chính sách nhằm thúc đẩy quá trình chuyển đổi số trong ngành cảng biển. Đồng thời, việc áp dụng phương pháp CFPR giúp đưa ra đánh giá định lượng khách quan, hỗ trợ các nhà quản lý ra quyết định dựa trên mức độ ưu tiên của từng yếu tố tác động. Nghiên cứu này không chỉ đóng góp vào lý luận về cảng thông minh và chuyển đổi số mà còn có giá trị thực tiễn trong việc định hướng chính sách và chiến lược phát triển cảng biển số hóa tại Việt Nam.

Với những đóng góp về mặt lý thuyết và thực tiễn thì nghiên cứu còn một số hạn chế, bao gồm việc chưa phân tích mối quan hệ giữa các yếu tố do giới hạn của phương pháp CFPR, đối tượng khảo sát chỉ gồm chuyên gia từ phía nhà khai thác cảng, và chưa đề cập đến các rủi ro tiềm ẩn trong chuyển đổi số như an ninh mạng hay bảo mật dữ liệu. Các nghiên cứu tương lai nên mở rộng phạm vi khảo sát, áp dụng các phương pháp như SEM hoặc DEMATEL để làm rõ tương tác giữa các yếu tố và tích hợp đánh giá rủi ro nhằm nâng cao tính thực tiễn.

## **Tuyên bố không xung đột lợi ích và cam kết bản quyền**

Các tác giả tuyên bố về sự không xuất hiện những xung đột tiềm ẩn từ nghiên cứu này, và cam kết bài báo chưa từng được công bố trước đây.

## **Chia sẻ dữ liệu theo yêu cầu**

Dữ liệu sẽ không được cung cấp theo yêu cầu.

## Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: DT24-25.103

---

1<sup>st</sup> Phạm Thị Yến\*. *Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam*

\*Corresponding author:  
phamyen@vamaru.edu.vn

---

## Tài liệu tham khảo

- [1] P. C. Verhoef *et al.*, “Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda,” *J Bus Res*, vol. 122, pp. 889–901, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
- [2] Henry Lucas, Ritu Agarwal, Eric K. Clemons, Omar A. El Sawy, and Bruce Weber, “Impactful Research on Transformational Information Technology: An Opportunity to Inform New Audiences,” *MIS Quarterly*, vol. 37, no. 2, pp. 371–382, Jun. 2013.
- [3] D. Heering, “Ensuring Cybersecurity in Shipping: Reference to Estonian Shipowners,” *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, vol. 14, no. 2, pp. 271–278, 2020, doi: 10.12716/1001.14.02.01.
- [4] V. Babica, D. Sceulovs, and E. Rustenova, “Digitalization in Maritime Industry: Prospects and Pitfalls,” 2020, pp. 20–27. doi: 10.1007/978-3-030-39688-6\_4.
- [5] V. Paulauskas, L. Filina-Dawidowicz, and D. Paulauskas, “Ports Digitalization Level Evaluation,” *Sensors*, vol. 21, no. 18, p. 6134, Sep. 2021, doi: 10.3390/s21186134.
- [6] A. Di Vaio and L. Varriale, “Digitalization in the sea-land supply chain: experiences from Italy in rethinking the port operations within inter-organizational relationships,” *Production Planning & Control*, vol. 31, no. 2–3, pp. 220–232, Feb. 2020, doi: 10.1080/09537287.2019.1631464.
- [7] N. Kapidani, S. Bauk, and I. E. Davidson, “Digitalization in Developing Maritime Business Environments towards Ensuring Sustainability,” *Sustainability*, vol. 12, no. 21, p. 9235, Nov. 2020, doi: 10.3390/su12219235.
- [8] Le Manh Hung and Nguyen Huu Hung, “Nghiên cứu các yếu tố tác động đến việc áp dụng hệ thống thông tin cảng biển tại các bến cảng container khu vực Hải Phòng,” *Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải*, vol. 77, pp. 74–80, 2024.
- [9] K. Wang, Q. Hu, M. Zhou, Z. Zun, and X. Qian, “Multi-aspect applications and development challenges of digital twin-driven management in global smart ports,” *Case Stud Transp Policy*, vol. 9, no. 3, pp. 1298–1312, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.cstp.2021.06.014.
- [10] C. A. Duran, C. Fernandez-Campusano, R. Carrasco, M. Vargas, and A. Navarrete, “Boosting the Decision-Making in Smart Ports by Using Blockchain,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 128055–128068, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3112899.
- [11] P. Serra, G. Fancello, R. Tonelli, and L. Marchesi, “Application Prospects of Blockchain Technology to Support the Development of Interport Communities,” *Computers*, vol. 11, no. 5, p. 60, Apr. 2022, doi: 10.3390/computers11050060.
- [12] Y. Han *et al.*, “A 5G-Based VR Application for Efficient Port Management,” *World Electric Vehicle Journal*, vol. 13, no. 6, p. 101, Jun. 2022, doi: 10.3390/wevj13060101.
- [13] H. Yao, Y. Yang, X. Fu, and C. Mi, “An Adaptive Sliding-Window Strategy for Outlier Detection in Wireless Sensor Networks for Smart Port Construction,” *J Coast Res*, vol. 82, pp. 245–253, Sep. 2018, doi: 10.2112/SI82-036.1.
- [14] Y. Bo and Y. Meifang, “Construction of the knowledge service model of a port supply chain enterprise in a big data environment,” *Neural Comput Appl*, vol. 33, no. 5, pp. 1699–1710, Mar. 2021, doi: 10.1007/s00521-020-05044-w.
- [15] M. Ozturk, M. Jaber, and M. A. Imran, “Energy-Aware Smart Connectivity for IoT Networks: Enabling Smart Ports,” *Wirel Commun Mob Comput*, vol. 2018, no. 1, Jan. 2018, doi: 10.1155/2018/5379326.
- [16] K.-L. A. Yau, S. Peng, J. Qadir, Y.-C. Low, and M. H. Ling, “Towards Smart Port Infrastructures: Enhancing Port Activities Using Information and Communications Technology,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 83387–83404, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2990961.
- [17] V. Bracke, M. Sebrechts, B. Moons, J. Hoebeke, F. De Turck, and B. Volckaert, “Design and evaluation of a scalable Internet of Things backend for smart ports,” *Softw Pract Exp*, vol. 51, no. 7, pp. 1557–1579, Jul. 2021, doi: 10.1002/spe.2973.
- [18] A. Rolan, P. Manteca, R. Oktar, and P. Siano, “Integration of Cold Ironing and Renewable Sources in the Barcelona Smart Port,” *IEEE Trans Ind Appl*, vol. 55, no. 6, pp. 7198–7206, Nov. 2019, doi: 10.1109/TIA.2019.2910781.
- [19] R. Castellano *et al.*, “Do Digital and Communication Technologies Improve Smart Ports? A Fuzzy DEA Approach,” *IEEE Trans Industr Inform*, vol. 15, no. 10, pp. 5674–5681, Oct. 2019, doi: 10.1109/TII.2019.2927749.
- [20] N. Sifakis, K. Kalaitzakis, and T. Tsoutsos, “Integrating a novel smart control system for outdoor lighting infrastructures in ports,” *Energy Convers Manag*, vol. 246, p. 114684, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.enconman.2021.114684.
- [21] R. Philipp, G. Prause, E. O. Olaniyi, and F. Lemke, “Towards Green and Smart Seaports: Renewable Energy and Automation Technologies for Bulk Cargo Loading Operations,” *Environmental and*

- [22] A. Othman, S. El-gazzar, and M. Knez, “A Framework for Adopting a Sustainable Smart Sea Port Index,” *Sustainability*, vol. 14, no. 8, p. 4551, Apr. 2022, doi: 10.3390/su14084551.
- [23] A. Molavi, J. Shi, Y. Wu, and G. J. Lim, “Enabling smart ports through the integration of microgrids: A two-stage stochastic programming approach,” *Appl Energy*, vol. 258, p. 114022, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.114022.
- [24] L. Heilig, E. Lalla-Ruiz, and S. Voß, “Digital transformation in maritime ports: analysis and a game theoretic framework,” *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, vol. 18, no. 2–3, pp. 227–254, Dec. 2017, doi: 10.1007/s11066-017-9122-x.
- [25] A. Rodrigo González, N. González-Cancelas, B. Molina Serrano, and A. Orive, “Preparation of a Smart Port Indicator and Calculation of a Ranking for the Spanish Port System,” *Logistics*, vol. 4, no. 2, p. 9, May 2020, doi: 10.3390/logistics4020009.
- [26] X. Jia and Y. Cui, “Examining interrelationships of barriers in the evolution of maritime port smartification from a systematic perspective,” *Transp Policy (Oxf)*, vol. 114, pp. 49–58, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.tranpol.2021.09.004.
- [27] Y. Yang, X. Xue, Y. Gao, H. Zhang, and X. Du, “Constructing Sustainable Coastal Ecological Environment: A Hierarchical Structure for Sustainable Smart Ports,” *J Coast Res*, vol. 99, no. sp1, p. 358, May 2020, doi: 10.2112/SI99-049.1.
- [28] H. Min, “Developing a smart port architecture and essential elements in the era of Industry 4.0,” *Maritime Economics & Logistics*, vol. 24, no. 2, pp. 189–207, Jun. 2022, doi: 10.1057/s41278-022-00211-3.
- [29] M. Jović, E. Tijan, D. Vidmar, and A. Pucihar, “Factors of Digital Transformation in the Maritime Transport Sector,” *Sustainability*, vol. 14, no. 15, p. 9776, Aug. 2022, doi: 10.3390/su14159776.
- [30] E. Herrera-Viedma, F. Herrera, F. Chiclana, and M. Luque, “Some issues on consistency of fuzzy preference relations,” *Eur J Oper Res*, vol. 154, no. 1, pp. 98–109, Apr. 2004, doi: 10.1016/S0377-2217(02)00725-7.