

## VAI TRÒ CỦA CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG NÂNG CAO HIỆU QUẢ HOẠT ĐỘNG VÀ CẠNH TRANH THỊ PHẦN CỦA CÁC CẢNG CONTAINER ĐIỂN HÌNH KHU VỰC ĐÔNG NAM Á (2019-2023)

### THE ROLE OF DIGITAL TRANSFORMATION IN ENHANCING OPERATIONAL EFFICIENCY AND MARKET SHARE COMPETITIVENESS OF MAJOR CONTAINER PORTS IN SOUTHEAST ASIA (2019-2023)

NGUYỄN THỊ HƯƠNG GIANG\*, NGUYỄN THỊ THANH BÌNH

Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

\*Email liên hệ: giangnh.kt@vimaru.edu.vn

#### Tóm tắt

Nghiên cứu này xem xét mối quan hệ giữa chuyển đổi số, hiệu quả hoạt động, và khả năng cạnh tranh thị phần của các cảng container điển hình tại Đông Nam Á từ năm 2019 đến 2023. Bằng cách sử dụng các chỉ số như tốc độ tăng trưởng, sản lượng thực tế, phân tích shift-share, và hiệu quả hoạt động, nghiên cứu làm rõ vai trò của chuyển đổi số trong việc nâng cao năng lực cạnh tranh của các cảng biển. Nghiên cứu nhấn mạnh rằng chuyển đổi số không chỉ là yếu tố then chốt để tối ưu hóa hiệu quả vận hành mà còn đóng vai trò quan trọng trong việc củng cố và gia tăng thị phần. Đặc biệt, chuyển đổi số cho phép các cảng nâng cao năng suất, giảm chi phí vận hành, và cải thiện khả năng kết nối logistics trong chuỗi cung ứng toàn cầu. Những phát hiện từ nghiên cứu này cung cấp cơ sở quan trọng để các cảng container tại Đông Nam Á xây dựng chiến lược phát triển bền vững, thúc đẩy vai trò và củng cố vị thế của khu vực trong thương mại hàng hải quốc tế.

**Từ khóa:** Chuyển đổi số, hiệu quả hoạt động, thị phần cảng biển, cảng container.

#### Abstract

This study analyzes the relationship between digital transformation, operational efficiency, and market share competitiveness of major container ports in Southeast Asia during the period 2019-2023. By utilizing indicators such as growth rate, actual throughput, shift-share analysis, and operational efficiency (DEA), the study clarifies the role of digital transformation in enhancing the competitive capacity of ports. The study emphasizes that digital transformation is not only a key factor in optimizing operational efficiency but also plays a crucial role in maintaining and increasing market share. Specifically, digital

transformation helps ports improve productivity, reduce operating costs, and enhance logistics connectivity in the global supply chain. The findings of this study provide important insights for container ports in Southeast Asia to develop sustainable strategies, contributing to strengthening the region's position in international maritime trade.

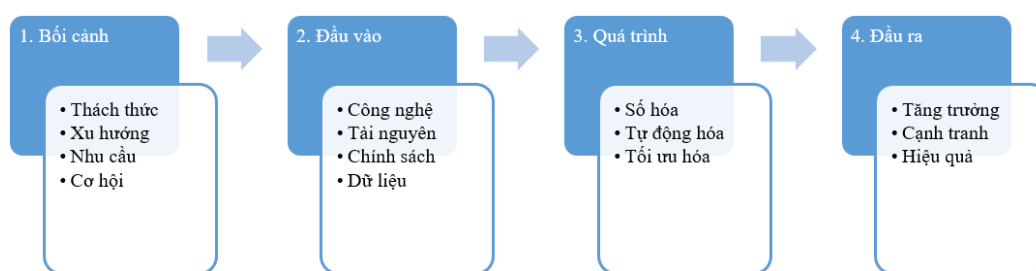
**Keywords:** Digital Transformation, operational Efficiency, port Market Share, container Ports.

#### 1. Đặt vấn đề

Chuyển đổi số đã trở thành một xu hướng tất yếu trong bối cảnh toàn cầu hóa và sự phát triển nhanh chóng của công nghệ [1]. Đặc biệt, trong ngành logistics và vận tải biển, chuyển đổi số đóng vai trò là nhân tố quan trọng nâng cao hiệu quả vận hành và cải thiện sự bền vững môi trường [2]. Các cảng biển, với vị trí là những điểm trung chuyển quan trọng trong chuỗi cung ứng toàn cầu, đang phải đối mặt với áp lực gia tăng về hiệu suất và tối ưu hóa quy trình [3].

Khu vực Đông Nam Á, với vai trò là một trong những trung tâm giao thương hàng đầu thế giới đang chứng kiến sự đổi mới toàn diện trong hoạt động của các cảng biển thông qua việc áp dụng các giải pháp công nghệ tiên tiến [4]. Tuy nhiên, mức độ và tốc độ chuyển đổi số giữa các cảng trong khu vực này không đồng đều. Một số cảng đã triển khai thành công các công nghệ mới, trong khi nhiều cảng khác vẫn còn gặp khó khăn trong việc cải thiện quy trình vận hành và hiệu quả môi trường [5].

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là tìm hiểu ảnh hưởng của chuyển đổi số đến cạnh tranh thị phần và hiệu quả hoạt động tại các cảng container điển hình khu vực Đông Nam Á trong giai đoạn 2019-2023. Nghiên cứu sẽ tập trung vào các yếu tố như tăng trưởng sản lượng, thay đổi thị phần, và hiệu quả hoạt



Hình 1. Khung tư duy quá trình chuyển đổi số ở cảng biển

động, nhằm cung cấp cái nhìn toàn diện và sâu sắc về sự chuyển mình của ngành cảng biển trong bối cảnh chuyển đổi số. Kết quả nghiên cứu sẽ mang lại những hiểu biết quan trọng về tác động của chuyển đổi số, đồng thời đề xuất các chính sách nhằm giúp nhà quản lý cảng nâng cao hiệu quả hoạt động trong môi trường cạnh tranh khốc liệt.

Giai đoạn 2019-2023 được chọn để đánh giá hiệu quả hoạt động của các cảng trong khu vực Đông Nam Á bởi đây là thời kỳ chứng kiến nhiều cột mốc quan trọng trong quá trình chuyển đổi số. Năm 2019 đánh dấu sự gia tăng mạnh mẽ của các sáng kiến số hóa trong ngành cảng biển, chẳng hạn như "The Circle of Digital Innovators (CDO)" tại Singapore - một nền tảng tập hợp các đối tác sáng tạo để thúc đẩy chuyển đổi số trong lĩnh vực logistics và hàng hải. Đây cũng là giai đoạn các quốc gia như Malaysia, Thái Lan và Việt Nam bắt đầu triển khai mạnh mẽ các giải pháp như hệ thống quản lý tàu biển thông minh, tự động hóa cầu cảng và tích hợp hệ thống dữ liệu. Giai đoạn này phản ánh sự bùng nổ của các công nghệ số hóa tại các cảng lớn nhằm đối phó với áp lực gia tăng từ thương mại toàn cầu và nhu cầu tối ưu hóa môi trường. Do đó, việc lựa chọn khoảng thời gian này không chỉ tập trung vào tính thời sự mà còn nhằm đánh giá mức độ thành công của các chiến lược chuyển đổi số đã được triển khai trong bối cảnh các cảng đối mặt với thách thức hội nhập quốc tế và chuyển đổi công nghệ.

## 2. Khung tư duy quá trình chuyển đổi số ở cảng biển

Chuyển đổi số đang định hình ngành logistics và cảng biển, đặc biệt tại Đông Nam Á, nơi khối lượng hàng hóa và áp lực cạnh tranh toàn cầu không ngừng gia tăng. Quá trình này bao hàm việc áp dụng công nghệ hiện đại và cải tiến toàn diện để nâng cao hiệu quả, tối ưu quy trình và cải thiện trải nghiệm khách hàng [6]. Khung tư duy của quá trình chuyển đổi số ở các cảng biển bao gồm bốn nội dung chính: bối cảnh của quá trình chuyển đổi số, các yếu tố đầu vào cần thiết, quy trình chuyển đổi diễn ra, và kết quả đầu ra đạt được sau quá trình này (Xem Hình 1).

### 2.1. Bối cảnh quá trình chuyển đổi số

Quá trình chuyển đổi số ở cảng biển diễn ra khi ngành logistics đang phải đương đầu với nhiều khó khăn và thách thức, xu hướng và nhu cầu mới. Các cảng biển khu vực Đông Nam Á, mặc dù có lợi thế cạnh tranh vượt trội nhờ vị trí địa lý đặc biệt quan trọng, nhưng vẫn phải vượt qua nhiều thách thức như thiếu nguồn lực tài chính và nhân lực có kỹ năng [6]. Trong khi đó, xu hướng toàn cầu hóa và yêu cầu về dịch vụ vận chuyển nhanh chóng đang gia tăng. Nhu cầu về sự minh bạch trong vận chuyển hàng hóa và các dịch vụ logistics hiệu quả hơn ngày càng trở nên cấp thiết. Đồng thời, việc chuyển đổi số cũng tạo ra các cơ hội khác nhau cho các cảng biển nhằm đạt được hiệu quả hoạt động tốt hơn, quản lý chi phí hiệu quả và tăng sức cạnh tranh trên thị trường [7].

### 2.2. Đầu vào

Các yếu tố đầu vào đóng vai trò then chốt để đảm bảo quá trình chuyển đổi số tại cảng biển đạt hiệu quả cao. Công nghệ là yếu tố then chốt, bao gồm việc áp dụng các giải pháp tự động hóa, IoT, và dữ liệu lớn nhằm tối ưu hóa quy trình vận hành [8]. Tài nguyên, bao gồm nguồn lực tài chính và con người, cũng cần được đầu tư hợp lý để đảm bảo triển khai thành công các giải pháp công nghệ. Các chính sách hỗ trợ từ chính phủ và cơ quan quản lý là nền tảng quan trọng cho quá trình chuyển đổi hiệu quả. Cuối cùng, dữ liệu chuẩn và đầy đủ là cần yếu cầu căn bản để phân tích, đánh giá quyết định và tối ưu hóa hoạt động.

### 2.3. Quá trình chuyển đổi số

Thực hiện chuyển đổi số ở cảng biển bao gồm nhiều giai đoạn quan trọng như số hóa, tự động hóa và tối ưu hóa [7]. Số hóa giúp chuyển đổi các quy trình và dữ liệu từ dạng truyền thống sang dạng số, từ đó cải thiện khả năng theo dõi và quản lý. Tự động hóa cho phép các cảng tự động hóa nhiều quy trình, từ kiểm tra hàng hóa đến quản lý container, góp phần đảm bảo độ chính xác cao hơn và rút ngắn thời gian xử lý. Tối ưu hóa, thông qua phân tích dữ liệu lớn và

các thuật toán tiên tiến, giúp nâng cao hiệu quả vận hành, cắt giảm chi phí, tiết kiệm tài nguyên và cải thiện chất lượng dịch vụ vượt trội.

## 2.4. Đầu ra

Kết quả của quá trình chuyển đổi số ở cảng biển thể hiện qua nhiều chỉ tiêu quan trọng. Sản lượng thông qua, được đo lường qua sự thay đổi thị phần, cho thấy khả năng cạnh tranh và hiệu quả hoạt động của cảng [9]. Bên cạnh đó, hiệu quả hoạt động được đánh giá qua các chỉ số như thời gian xử lý, chi phí vận hành, và độ tin cậy trong dịch vụ. Cuối cùng, hiệu quả môi trường cũng là một yếu tố quan trọng, công nghệ mới mang lại giải pháp giảm thiểu tác động môi trường và tạo tiền đề cho sự phát triển bền vững của các cảng biển trong khu vực.

## 3. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu

### 3.1. Phương pháp nghiên cứu

#### Phân tích Shift-share

Phân tích shift-share, lần đầu tiên được áp dụng cho hệ thống cảng bởi Lombaerde và Verbeke (1989), chia sự thay đổi trong lượng hàng hóa container tại một cảng thành hai thành phần: hiệu ứng chia sẻ (share effect) và hiệu ứng dịch chuyển (shift effect) [10].

Hiệu ứng chia sẻ (SHARE): Phản ánh sự tăng trưởng dự kiến của lưu lượng container dựa trên tốc độ tăng trưởng của cụm cảng tham chiếu [11].

$$SHARE_i = \left( \frac{\sum_{t=1}^n TEU_{it1}}{\sum_{t=1}^n TEU_{it0}} - 1 \right) * TEU_{it0}$$

Hiệu ứng dịch chuyển (SHFT): Cho thấy sự khác biệt giữa hiệu suất của một cảng và phần tổng sự thay đổi trong cụm cảng. Nó phản ánh tổng số container mà cảng đã mất hoặc thu được từ các cảng cạnh tranh, so với lưu lượng container dự kiến [11].

$$SHFT_i = TEU_{it1} - \frac{\sum_{t=1}^n TEU_{it1}}{\sum_{t=1}^n TEU_{it0}} * TEU_{it0}$$

#### Mô hình DEA super-efficiency

Charnes và cộng sự (1978) đã phát triển phương pháp DEA để đánh giá hiệu quả của các đơn vị quyết định (DMUs) dựa trên biến đầu vào và đầu ra [12].

Super DEA, một mở rộng của DEA, xem xét các biến dư thừa và cho phép đánh giá hiệu quả chi tiết hơn khi có nhiều DMUs hiệu quả. Phương pháp này được áp dụng để đánh giá hiệu quả của các cảng container, giúp so sánh và xác định các điểm yếu trong hoạt động của cảng, từ đó đề xuất chiến lược cải thiện hiệu quả.

Nghiên cứu này sử dụng mô hình DEA super-efficiency với định hướng tối đa hóa đầu ra, nhằm tối đa hóa lưu lượng container trong khi đầu vào cố định. Mô hình này sử dụng các yếu tố đầu vào như chiều dài bến cảng, số lượng cần trục, và diện tích cảng, trong khi các đầu ra gồm sản lượng container (TEUs). DEA super-efficiency giúp đánh giá năng suất tương đối của các cảng và định lượng hiệu quả vận hành. Mô hình này đánh giá khả năng của các cảng trong việc đạt được lưu lượng cao hơn với đầu vào tối thiểu cần thiết.

$$\text{Min } U^{sup}$$

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^n \lambda_i X_i - U^{sup} X_0 \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i \lambda_i - Y_0 \geq 0$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad i = 1, 2, 3 \dots n \quad (\text{DEA super-efficiency})$$

### 3.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu nghiên cứu được thu thập từ mười cảng container lớn nhất về khối lượng hàng hóa thông qua tại khu vực Đông Nam Á; các cảng này nằm ở Singapore, Malaysia, Thái Lan, Việt Nam, Philippines và Indonesia. Thống kê mô tả về dữ liệu sử dụng trong mô hình DEA được trình bày ở Bảng 1.

## 4. Kết quả và thảo luận

### 4.1. Thực thi chuyển đổi số ở các cảng biển khu vực Đông Nam Á

Chuyển đổi số đã trở thành xu hướng thiết yếu trong ngành logistics và quản lý cảng biển tại khu vực Đông Nam Á, với nhiều cảng lớn như Singapore, Tân Cảng (Việt Nam), và Klang (Malaysia) tích cực áp dụng công nghệ mới.

Quá trình này bao gồm việc số hóa dữ liệu, tự động

Bảng 1. Dữ liệu cho nghiên cứu

| Chỉ tiêu                                   | Mean   | STD    | Min    | Max     |
|--------------------------------------------|--------|--------|--------|---------|
| Sản lượng container (10 <sup>3</sup> TEUs) | 9241.2 | 9915.3 | 1110.0 | 39010.0 |
| Chiều dài bến (mét)                        | 7203.9 | 6334.4 | 890.0  | 22550.0 |
| Số lượng cần trục (chiếc)                  | 62.1   | 59.6   | 8.0    | 209.0   |
| Tổng diện tích (hec-ta)                    | 3425.1 | 2534.9 | 600    | 8850.0  |

**Bảng 2. Quá trình chuyển đổi số ở các cảng biển của khu vực Đông Nam Á**

| Quốc gia        | Công cụ thực hiện và năm triển khai                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Singapore       | 2019 - The circle of digital innovators (CDO)                                 |
|                 | 2020 - The digitalPORT@SG™                                                    |
|                 | 2019 - The digital acceleration index (DAI)                                   |
|                 | 2021 - The digitalOCEANS™                                                     |
| Malaysia        | 2023 - The maritime single windows (MSW)                                      |
|                 | 2021 - The vessel traffic management system                                   |
|                 | 2016 - The vessel traffic monitoring and information system (VTMIS)           |
|                 | 2022 - The innovez one's AI-powered port management information system (PMIS) |
| Thái Lan        | 2023 - The Eastern Economic Corridor (EEC)                                    |
|                 | 2023 - The AI as a Service (AIaaS)                                            |
|                 | 2018 - Automated Crane Systems                                                |
| Việt Nam        | 2015 - The container management system software TOPOVN                        |
|                 | 2019 - Port security management system (PSMS)                                 |
|                 | 2016 - Oracle transportation management (OTM)                                 |
| Indonesia       | 2020 - Online Payment Systems                                                 |
|                 | 2019 - Integrated Port Community Systems                                      |
| The Philippines | 2017 - Electronic Data Interchange (EDI)                                      |

*Nguồn: Website các cảng*

hóa quy trình và tối ưu hóa hoạt động thông qua các công nghệ như Internet vạn vật (IoT) và trí tuệ nhân tạo (AI). Số hóa giúp thu thập và phân tích thông tin hiệu quả, trong khi tự động hóa nâng cao độ chính xác và giảm thời gian xử lý hàng hóa. Quá trình này cải thiện sự phối hợp giữa các bên liên quan, bao gồm chủ hàng và nhà vận chuyển, góp phần gia tăng mức độ hài lòng của khách hàng. Bằng chứng về việc thực hiện quy trình chuyển đổi số nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động tại một số cảng biển lớn trong khu vực Đông Nam Á được trình bày trong Bảng 2.

## **4.2. Kết quả hoạt động của hệ thống cảng biển**

### **4.2.1. Phân tích tăng trưởng và thị phần**

Trong giai đoạn 2019-2023, các cảng container chính Đông Nam Á thể hiện sự phân hóa rõ rệt về tốc độ tăng trưởng, sản lượng thực tế và khả năng cạnh tranh thị phần. Tanjung Pelepas là cảng nổi bật nhất với tốc độ tăng trưởng bình quân ấn tượng 3,59%/năm, tăng trưởng sản lượng thực tế đạt 1.380,5 nghìn TEUs trong khi hiệu ứng thị phần (tăng trưởng so với mức trung bình của khu vực - tăng trưởng kỳ vọng) chỉ là 438,5 nghìn TEUs. Thành công của Tanjung Pelepas đến từ việc áp dụng hiệu quả các công nghệ như hệ thống quản lý thông tin cảng tích hợp bằng AI (PMIS) và hệ thống quản lý giao thông tàu biển (VTMIS). Việc ứng dụng chuyển đổi số không chỉ thúc đẩy năng suất và hiệu quả xử lý hàng hóa mà còn tạo lợi thế cạnh tranh mạnh mẽ, khẳng định vai trò của Tanjung

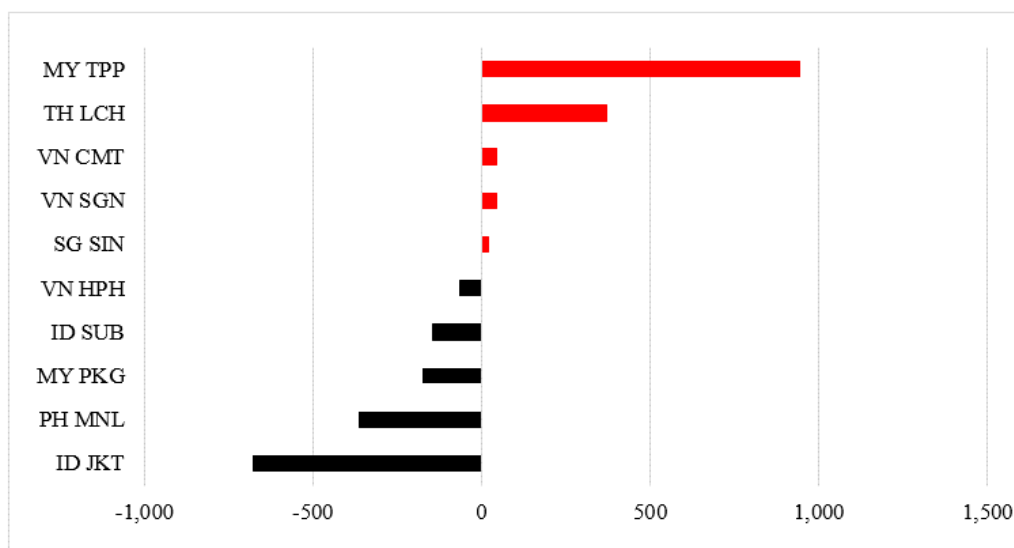
Pelepas như một hình mẫu trong ngành logistics.

Tương tự, các cảng lớn như Singapore, Laem Chabang, Tân cảng Cát Lái, Tân cảng Cái Mép đều có tốc độ tăng trưởng bình quân cao hơn tốc độ tăng trưởng của khu vực, điều này khiến tăng trưởng sản lượng thực tế của những cảng này cao hơn mức sản lượng tăng kỳ vọng (Share-effect). Singapore, thông qua các nền tảng chuyển đổi số tiên tiến như DigitalPORT@SG™ và DigitalOCEANS™, đã triển khai thành công hệ sinh thái số toàn diện cho các hoạt động cảng. Hệ thống này cho phép tích hợp dữ liệu từ nhiều bên liên quan, nâng cao hiệu suất vận hành và tăng tính minh bạch. Laem Chabang đang khai thác hệ thống cần cầu tự động (Automated Crane Systems) và dịch vụ AI (AIaaS) để tối ưu hóa vận hành và nâng cao năng lực xử lý container. Trong khi đó, Tân cảng Cái Mép sử dụng phần mềm quản lý container TOPOVN và hệ thống an ninh cảng (PSMS) để cải thiện hiệu quả hoạt động và đảm bảo an toàn vận hành. Lợi ích của số hóa cũng được minh chứng trong Hình 2 khi những cảng này đang giành được thị phần từ các đối thủ cạnh tranh trong khu vực.

Nhóm cảng còn lại có tốc độ tăng trưởng trung bình thấp hơn tốc độ tăng trưởng bình quân của khu vực nên

*Bảng 3. Tăng trưởng và hiệu ứng thị phần của các cảng khu vực Đông nam Á giai đoạn 2019-2023*

| Cảng                      | Tốc độ tăng trưởng bình quân | Tăng trưởng sản lượng thực tế | Share-effect   |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Singapore (SG SIN)        | 1.20%                        | 1,814.4                       | 1,792.5        |
| Tanjung Pelepas (MY TPP)  | 3.59%                        | 1,380.5                       | 438.5          |
| Laem Chabang (TH LCH)     | 2.27%                        | 761.3                         | 390.7          |
| Tân cảng Cát Lái (VN SGN) | 1.39%                        | 287.1                         | 243.1          |
| Tân cảng Cái Mép (VN CMT) | 1.79%                        | 128.9                         | 84.7           |
| Tanjung Priok (ID JKT)    | -1.04%                       | -310.0                        | 366.2          |
| Manila (PH MNL)           | -0.50%                       | -106.1                        | 256.2          |
| Haiphong (VN HPH)         | -0.07%                       | -3.5                          | 61.2           |
| Tanjung Perak (ID SUB)    | 0.31%                        | 50.0                          | 195.2          |
| Port Kelang (MY PKG)      | 0.87%                        | 480.3                         | 654.5          |
| <b>Southeast Asia</b>     | <b>1.18%</b>                 | <b>4,482.7</b>                | <b>4,482.7</b> |



*Hình 2. Shift-effect các cảng biển khu vực Đông Nam Á*

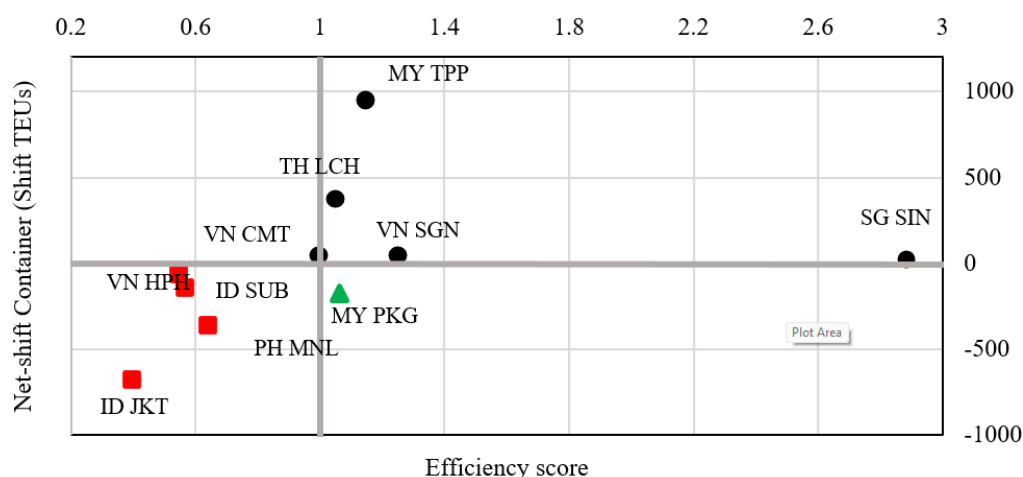
mức tăng trưởng thực tế thấp hơn mức tăng trưởng kỳ vọng (5 cảng từ vị trí 6 đến 10 trong Bảng 2). Điều này cũng khiến những cảng này mất dần thị phần vào tay đối thủ. Những cảng này vẫn đang tiến hành quá trình chuyển đổi số ở cảng biển nhưng việc thực hiện gặp khó khăn, chẳng hạn như việc chậm trễ triển khai hệ thống thanh toán trực tuyến (Online Payment Systems) và hệ thống tích hợp cộng đồng cảng (Integrated Port Community Systems) ở các cảng biển Indonesia là nguyên nhân khiến những cảng này kém hấp dẫn so với các cảng khác trong khu vực.

Như vậy, chuyển đổi số đóng vai trò trung tâm trong việc cải thiện tăng trưởng và thị phần. Những cảng như Singapore, Tanjung Pelepas, và Laem Chabang đã khẳng định lợi ích từ việc áp dụng công nghệ mới, trong khi các cảng như Tanjung Priok và Manila cần khẩn trương đầu tư vào số hóa để bắt kịp

sự cạnh tranh ngày càng gay gắt nhất là khi các cảng lớn ở Trung Quốc (Thượng Hải, Ningbo) và châu Âu (Rotterdam, Hamburg) đã tiên phong trong việc ứng dụng các giải pháp công nghệ như trí tuệ nhân tạo, tự động hóa cảng, và hệ thống quản lý thông minh. Những cải tiến này không chỉ mang lại lợi thế về tốc độ xử lý hàng hóa mà còn giảm chi phí, tăng cường tính bền vững, tạo ra áp lực cạnh tranh lớn hơn cho các cảng Đông Nam Á. Điều này đặt ra yêu cầu cấp bách cho khu vực phải thúc đẩy chuyển đổi số mạnh mẽ hơn để duy trì và mở rộng thị phần trong chuỗi cung ứng toàn cầu.

#### 4.2.2. Hiệu quả hoạt động

Hiệu quả hoạt động là một yếu tố quan trọng trong việc duy trì và gia tăng thị phần, và chuyển đổi số đã chứng minh là chìa khóa để đạt được điều đó,



Hình 3. Mối quan hệ giữa shift-effect và hiệu quả hoạt động của các cảng biển khu vực Đông Nam Á

Singapore đã sử dụng Digital Acceleration Index (DAI) để đánh giá hiệu suất chuyển đổi số và ứng dụng nhiều công nghệ mới như AI nhằm tối ưu hóa luồng hàng hóa và blockchain để đảm bảo tính minh bạch trong giao dịch logistics. Tanjung Pelepas, nhờ vào PMIS tích hợp AI, đã cải thiện đáng kể năng lực xử lý container, giảm thời gian vận chuyển và đảm bảo vận hành bền vững. Kết quả là các cảng này không chỉ gia tăng thị phần mà còn thể hiện vai trò nòng cốt trong hệ thống chuỗi cung ứng toàn cầu.

Hình 3 minh họa mối quan hệ giữa shift-effect, tức sự thay đổi trong thị phần của các cảng do tác động của các yếu tố chuyển đổi, và điểm hiệu quả hoạt động. Mô hình DEA super-efficiency được sử dụng để đánh giá hiệu quả hoạt động của các cảng biển thông qua so sánh hiệu suất giữa các cảng. Các biến đầu vào bao gồm chiều dài bến cảng, số lượng cần trục, và tổng diện tích, trong khi các biến đầu ra gồm sản lượng container. Mô hình này định hướng tối đa hóa đầu ra, tính toán điểm hiệu quả của từng cảng, trong đó các cảng đạt điểm >1 được coi là vượt trội. Kết quả từ mô hình giúp xác định mức độ hiệu quả và tác động của chuyển đổi số đến năng lực vận hành cảng. Shift-effect dương cho thấy cảng đã đạt được lợi thế cạnh tranh, thu hút thêm thị phần từ các đối thủ, trong khi shift-effect âm phản ánh sự suy giảm năng lực cạnh tranh. Khi kết hợp với điểm hiệu quả cao, shift-effect dương là minh chứng rõ ràng về vai trò tích cực của chuyển đổi số trong việc cải thiện hiệu quả hoạt động của các cảng. Biểu đồ này làm nổi bật sự khác biệt giữa các cảng đã đầu tư hiệu quả vào chuyển đổi số so với các cảng chậm triển khai.

Laem Chabang, thông qua khu vực hành lang kinh tế phía Đông (EEC), đang phát triển năng lực

công nghệ để nâng cao hiệu suất. Tân cảng Cát Lái đã triển khai hệ thống Oracle Transportation Management (OTM) để quản lý giao thông và nâng cao năng lực logistics, giúp cảng thu hút thêm thị phần trong khu vực. Tuy nhiên, các cảng này vẫn gặp hạn chế về nguồn lực và cơ sở hạ tầng công nghệ, khiến hiệu suất vận hành thấp hơn so với các cảng hàng đầu.

Các cảng như Tanjung Priok, Manila, và Hải Phòng gặp nhiều thách thức về hiệu quả hoạt động khi Shift-Effect ở mức âm và hiệu hiệu quả hoạt động thấp. Việc thiếu áp dụng các giải pháp chuyển đổi số như hệ thống EDI (Electronic Data Interchange) và tối ưu hóa vận hành bằng dữ liệu đang khiến các cảng này trở nên kém cạnh tranh. Để đảo ngược tình thế, các cảng này cần khẩn trương triển khai các giải pháp số hóa để cải thiện năng lực vận hành, giảm chi phí và thu hút thêm khách hàng.

Port Kelang, mặc dù đạt hiệu quả vận hành tốt, nhưng lại có Shift-Effect âm do áp lực cạnh tranh ngày càng lớn. Chuyển đổi số có thể là giải pháp hiệu quả để các cảng này duy trì vị thế. Việc áp dụng hệ thống quản lý bãi container thông minh (Smart Yard Management) và các nền tảng đặt chỗ trực tuyến sẽ giúp cải thiện tốc độ xử lý, nâng cao chất lượng dịch vụ và giữ vững thị phần.

Các công nghệ chuyển đổi số như DigitalPORT@SG™, PMIS, OTM, và AIaaS đã và đang khẳng định vai trò thiết yếu trong việc nâng cao hiệu quả hoạt động và mở rộng thị phần tại các cảng biển Đông Nam Á. Tuy nhiên, mức độ triển khai không đồng đều giữa các cảng cho thấy sự cần thiết của việc tăng cường đầu tư và nâng cấp cơ sở hạ tầng công nghệ. Các cảng lớn như Singapore và Tanjung

Pelepas tiếp tục dẫn đầu trong việc ứng dụng công nghệ số, trong khi các cảng như Tanjung Priok, Manila, và Haiphong cần đẩy nhanh quá trình chuyển đổi để không bị bỏ lại phía sau. Không chỉ là một xu thế hiện đại, chuyển đổi số đã trở thành yếu tố cốt lõi để tồn tại để nâng cao vị thế trong thương mại toàn cầu.

## 5. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu này chỉ ra rằng hai yếu tố tăng trưởng và hiệu quả có mối liên hệ chặt chẽ, và chuyển đổi số đóng vai trò trung tâm trong cả hai khía cạnh này. Chuyển đổi số đóng vai trò cốt lõi trong việc tối ưu hóa vận hành, nâng cao hiệu suất và cải thiện sức cạnh tranh thị phần của các cảng container trong hệ thống chuỗi cung ứng toàn cầu. Các cảng như Singapore và Tanjung Pelepas đã chứng minh hiệu quả vượt trội nhờ vào việc triển khai thành công các công nghệ hiện đại như AI, Big Data, và cảng thông minh (Smart Port). Trong khi đó, các cảng như Tanjung Priok, Manila, và Haiphong vẫn đang đối mặt với thách thức về hiệu suất và sự suy giảm thị phần do thiếu đầu tư vào chuyển đổi số.

Để đáp ứng yêu cầu cạnh tranh ngày càng khốc liệt hướng đến việc khai thác triệt để tiềm năng chuyển đổi số, nghiên cứu đề xuất các chính sách cụ thể như sau:

- Xây dựng chiến lược chuyển đổi số toàn diện: Các nhà quản lý cảng cần phát triển kế hoạch dài hạn về chuyển đổi số, bao gồm đầu tư vào tự động hóa quy trình, tích hợp hệ thống quản lý hiện đại, và khai thác công nghệ mới như blockchain và AI nhằm tối ưu hóa vận hành và giảm chi phí.

- Ưu tiên nâng cấp hạ tầng công nghệ: Đầu tư vào hệ thống quản lý cảng tự động, bãi container thông minh (Smart Yard Management), và các nền tảng giao dịch trực tuyến sẽ giúp cải thiện hiệu quả xử lý hàng hóa, giảm thời gian vận chuyển, và tăng năng suất.

- Hỗ trợ phát triển nguồn nhân lực: Các chương trình đào tạo kỹ năng công nghệ cho nhân viên cảng là cần thiết để đảm bảo quá trình chuyển đổi số diễn ra thuận lợi. Nâng cao năng lực quản lý và vận hành công nghệ sẽ giúp tận dụng tối đa các lợi ích từ số hóa.

- Thúc đẩy hợp tác khu vực và quốc tế: Các cảng cần tăng cường hợp tác với các tổ chức khu vực và quốc tế để học hỏi kinh nghiệm, chia sẻ công nghệ, và mở rộng mạng lưới logistics, tạo ra giá trị gia tăng trong chuỗi cung ứng toàn cầu.

- Chính sách hỗ trợ tài chính và khuyến khích đầu

tư: Chính phủ và các cơ quan quản lý nên cung cấp các ưu đãi về tài chính, như giảm thuế hoặc các khoản vay ưu đãi, nhằm khuyến khích các cảng đẩy mạnh đầu tư vào hạ tầng công nghệ và chuyển đổi số.

- Đẩy mạnh tính bền vững trong vận hành: Ngoài số hóa, các cảng cần tích hợp các công nghệ xanh và giảm thiểu tiêu thụ năng lượng để đáp ứng các yêu cầu về môi trường, đồng thời nâng cao uy tín trong thương mại quốc tế.

Như vậy, chuyển đổi số không chỉ là xu hướng mà còn là yếu tố sống còn để các cảng container điển hình tại Đông Nam Á nâng cao hiệu quả hoạt động, cải thiện khả năng cạnh tranh, và củng cố vị thế trong thương mại hàng hải quốc tế. Việc triển khai các chính sách đề xuất trên sẽ giúp các cảng tối ưu hóa nguồn lực, gia tăng giá trị trong chuỗi cung ứng, và đóng góp vào sự phát triển bền vững của khu vực. Ngoài chuyển đổi số, nhiều yếu tố khác cũng ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả hoạt động và khả năng cạnh tranh của các cảng biển. Vị trí địa lý quyết định mức độ thuận lợi trong việc tiếp cận các tuyến vận tải chính và kết nối với các thị trường lớn, trong khi chất lượng cơ sở hạ tầng như bến cảng, thiết bị bốc dỡ, và diện tích bãi chứa đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa vận hành và giảm thời gian xử lý hàng hóa. Bên cạnh đó, chính sách quản lý và sự hỗ trợ từ cơ quan chức năng, như ưu đãi thuế, đầu tư công nghệ, hay khuyến khích thương mại, cùng với trình độ nguồn nhân lực, bao gồm kỹ năng công nghệ và năng lực quản lý của đội ngũ vận hành, cũng là những yếu tố quyết định khả năng áp dụng thành công các giải pháp chuyển đổi số.

Trong tương lai, nghiên cứu có thể mở rộng bằng cách xem xét ảnh hưởng của chuyển đổi số đến hoạt động và cạnh tranh cảng biển, và so sánh ảnh hưởng của chuyển đổi số với các yếu tố khác. Các phương pháp có thể được mở rộng như hồi quy hay ứng dụng phương pháp máy học chuyên sâu để xem xét mối quan hệ này.

## Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: **DT24-25.122**.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] A. Parfenov, L. Shamina, J. Niu, and V. Yadykin (2021), *Transformation of Distribution Logistics Management in the Digitalization of the Economy*, Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, Vol.7, No.1, p.58.

doi: 10.3390/joitmc7010058.

- [2] G. D'Amico, K. Szopik-Depczyńska, I. Dembińska, and G. Ioppolo (2021), *Smart and sustainable logistics of Port cities: A framework for comprehending enabling factors, domains and goals*, *Sustain Cities Soc*, Vol.69, p.102801.  
doi: 10.1016/j.scs.2021.102801.
- [3] X. Shi and H. Li (2016), *Developing the port hinterland: Different perspectives and their application to Shenzhen Port, China*, *Research in Transportation Business & Management*, Vol.19, pp.42-50.  
doi: 10.1016/j.rtbm.2016.05.004.
- [4] P. N. Nguyen, S. H. Woo, A. Beresford, and S. Pettit (2020), *Competition, market concentration, and relative efficiency of major container ports in Southeast Asia*, *J Transp Geogr*, Vol.83, No.83.  
doi: 10.1016/j.jtrangeo.2020.102653.
- [5] H.-S. Nguyen, C.-D. Huynh, and N.-Q. Bui (2023), *Digital transformation for shipping container terminals using automated container code recognition*, *Telecommunication Computing Electronics and Control*, Vol.21, No.3, p.535.  
doi: 10.12928/telkomnika.v21i3.24137.
- [6] F. Almeida (2023), *Challenges in the Digital Transformation of Ports*, *Businesses*, Vol.3, No.4, pp.548-568.  
doi: 10.3390/businesses3040034.
- [7] L. Heilig, E. Lalla-Ruiz, and S. Voß (2017), *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.  
doi: 10.1007/s11066-017-9122-x.
- [8] B. Lu and X. Xu (2024), *Digital transformation and port operations: Optimal investment under incomplete information*, *Transp Policy (Oxf)*, Vol.151, pp.134-146.  
doi: 10.1016/j.tranpol.2024.04.008.
- [9] P. Alzate et al. (2024), *Operational efficiency and sustainability in smart ports: a comprehensive review*, *Marine Systems & Ocean Technology*, Vol.19, No.1-2, pp.120-131.  
doi: 10.1007/s40868-024-00142-z.
- [10] P. DE Lombaerde and A. Verbeke (1989), *Assessing international seaport competition: a tool for strategic decision making*, *International Journal of Transport Economics*, Vol.16, No.2, pp.175-192.
- [11] T. Notteboom (1997), *Concentration and load centre development in the European container port system*, *J Transp Geogr*, Vol.5, No.2, pp.99-115.
- [12] A. Charnes, W. W. Cooper, and E. Rhodes (1978), *Measuring the efficiency of decision making units*, *Eur J Oper Res*, Vol.2, No.6, pp.429-444.  
doi: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Ngày nhận bài:     | 23/12/2024 |
| Ngày nhận bản sửa: | 22/01/2025 |
| Ngày duyệt đăng:   | 11/02/2025 |