



EVALUATION ON SUSTAINABLE LOGISTICS EFFICIENCY IN ASEAN BY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

Le Manh Hung*, Hoang Thi Minh Ha

Vietnam Maritime University, No. 484 Lach Tray, Le Chan Ward, Hai Phong, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 20/03/2025

Revised: 01/11/2025

Accepted: 10/11/2025

Published online: 15/12/2025

<https://doi.org/10.47869/tcsj.76.9.5>

* *Corresponding author*

Email: hunglm.kt@vimaru.edu.vn

Abstract. Sustainable logistics efficiency is the practically global issue due to the importance of logistics activities in forming national economic linkages with the sustainable tendency. ASEAN is currently experiencing impressive economic growth but challenging the uneven development of sustainable logistics performance among countries. This study focuses on comparing sustainable logistics efficiency among the 10 ASEAN countries using Sustainable Development Goal (SDG) and Logistics Performance Index (LPI). The comparison is conducted through Data Envelopment Analysis (DEA) method, utilizing secondary data from 64 observations collected from United Nations (UN) and World Bank (WB). The results indicate a significant difference in SDG scores among countries with high and low LPI scores. Notably, Singapore and Malaysia have the most potential to improve sustainable logistics efficiency, whereas Laos and Myanmar are making the most of their available national resources to achieve this. This study can serve as a foundation for national policymakers to develop logistics system planning aimed at social sustainability, particularly in ASEAN.

Keywords: sustainable logistics efficiency, ASEAN, SDG, LPI, DEA.

@ 2025 University of Transport and Communications



ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ LOGISTICS BỀN VỮNG TẠI ASEAN QUA MÔ HÌNH PHÂN TÍCH BAO DỮ LIỆU (DEA)

Lê Mạnh Hưng*, Hoàng Thị Minh Hà

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, Số 484 Lạch Tray, phường Lê Chân, Hải Phòng, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 20/03/2025

Ngày nhận bài sửa: 01/11/2025

Ngày chấp nhận đăng: 10/11/2025

Ngày xuất bản Online: 15/12/2025

<https://doi.org/10.47869/tcsj.76.9.5>

* Tác giả liên hệ

Email: hunglm.kt@vimaru.edu.vn

Tóm tắt. Hiệu quả logistics bền vững là một vấn đề toàn cầu thực tiễn bởi tầm quan trọng của hoạt động logistics trong việc hình thành mối liên kết kinh tế quốc gia với xu hướng phát triển bền vững. Khu vực Đông Nam Á hiện có tốc độ tăng trưởng kinh tế ấn tượng nhưng đang gặp thách thức về sự phát triển không đồng đều trong hiệu quả logistics bền vững giữa các quốc gia. Nghiên cứu này tập trung so sánh hiệu quả logistics bền vững giữa 10 quốc gia ASEAN thông qua chỉ số phát triển bền vững Sustainable Development Goal (SDG) và chỉ số hiệu quả logistics Logistics Performance Index (LPI). Sự so sánh này được thực hiện bằng phương pháp bao dữ liệu (DEA) với nguồn dữ liệu thứ cấp, 64 quan sát, thu thập từ Liên hiệp Quốc (UN) và Ngân hàng Thế giới (WB). Kết quả cho thấy sự khác biệt lớn về chỉ số SDG trong nhóm các quốc gia có chỉ số LPI cao so với nhóm có chỉ số LPI thấp. Trong đó, Singapore, Malaysia có tiềm năng cải thiện hiệu quả logistics bền vững nhiều nhất, còn Lào, Myanmar đang tận dụng tốt nguồn lực sẵn có quốc gia để đạt sự hiệu quả này. Nghiên cứu này có thể là một cơ sở để nhà hoạch định chính sách quốc gia tham khảo, xây dựng quy hoạch hệ thống logistics hướng đến sự bền vững xã hội, đặc biệt ở khu vực Đông Nam Á.

Từ khóa: hiệu quả logistics bền vững, ASEAN, SDG, LPI, phân tích bao dữ liệu.

@ 2025 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiệu quả logistics bền vững là một vấn đề thực tiễn mang tính toàn cầu đối với mọi quốc gia trên thế giới ngày nay khi xoay quanh tính hiệu quả kinh tế trong hoạt động logistics và

tính bền vững xã hội. Logistics được khái niệm hóa đa dạng theo tính chất ngành nghề đặc thù như nông nghiệp, du lịch, y tế, quân sự, nhân đạo nhưng cách hiểu phổ biến nhất là một sự tích hợp các hoạt động như lên kế hoạch, thực hiện, kiểm soát hiệu quả, hình thành dòng lưu chuyển hàng hóa, dịch vụ, thông tin để đáp ứng nhu cầu khách hàng [1]. Theo đó, hiệu quả logistics có thể được phản ánh qua kết quả tích cực nó mang lại cho xã hội. Với hiệu quả bền vững, nó giống một sự gắn kết – logistics đóng vai trò quan trọng – giữa hiệu quả chi phí theo quan điểm truyền thống và các lợi ích đối với môi trường sống [1, 2]. Như vậy, sự gia tăng hiệu quả logistics có thể giúp đạt được sự phát triển bền vững [3].

Đông Nam Á (ASEAN), một khu vực có tốc độ tăng trưởng kinh tế ấn tượng, từ 4,0% năm 2023 lên tới 4,7% năm 2024, cao hơn con số của thế giới, cho thấy tiềm năng phát triển logistics [4]. Không những thế, với tầm nhìn vươn lên thành một nền kinh tế lớn thứ 4 thế giới vào năm 2045, các quốc gia tại đây đồng tình thúc đẩy hoạt động logistics là điều cấp thiết để hiện thực hóa tầm nhìn [50]. Một thống kê tổng hợp cho thấy sự gia tăng đồng đều trong chỉ số đo lường hiệu quả logistics (Logistics Performance Index) và mức độ phát triển bền vững (Sustainable Development Goal) [5]. Tuy nhiên, khu vực này đang đối mặt với một số khó khăn: thứ nhất, sự chênh lệch đáng kể về hiệu quả logistics giữa các quốc gia; thứ hai, áp lực về các cam kết giảm phát thải, mục tiêu phát triển bền vững trong thời gian ngắn [6, 7, 8].

Bài viết này tập trung so sánh hiệu quả logistics bền vững giữa các quốc gia ASEAN thông qua chỉ số phát triển bền vững SDG và chỉ số hiệu quả logistics LPI. Một số câu hỏi nghiên cứu được đưa ra: Có sự khác biệt thế nào giữa các quốc gia thuộc nhóm có chỉ số LPI cao và thấp? Trong hai nhóm này, sự phát triển bền vững có tương đồng với nhau? Khoảng cách về hiệu quả logistics bền vững giữa các quốc gia thế nào?

Câu hỏi nghiên cứu trên được nhóm tác giả giải quyết theo cấu trúc 05 phần: đặt vấn đề trong phần 1; phần 2 tổng quan về các nghiên cứu liên quan đến hiệu quả logistics bền vững; phương pháp nhóm tác giả sử dụng để so sánh hiệu quả được đề cập trong phần 3; phần 4 thể hiện kết quả nghiên cứu; và kết luận lại vấn đề nghiên cứu trong phần cuối.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Dù hiệu quả logistics bền vững không dễ định nghĩa bởi khó lượng hóa nhưng chủ yếu đề cập đến hai khía cạnh: hiệu quả hoạt động logistics và sử dụng nguồn lực bền vững.

Vì logistics gồm vô số hoạt động khác nhau nên sự hiệu quả sẽ đến từ nhiều mục tiêu của một doanh nghiệp, chẳng hạn, tối đa hóa lợi nhuận, sự hài lòng của khách hàng, chất lượng dịch vụ, hay tối thiểu hóa chi phí, thời gian đáp ứng nhu cầu, rủi ro [9]. Tuy nhiên, điều này không phù hợp khi xét hiệu quả logistics tổng thể một quốc gia. Năm 2007, chỉ số LPI (Logistics Performance Index) ra đời, do Ngân hàng Thế giới xây dựng, cho phép một quốc gia có thể nhìn nhận vị trí của mình so với thế giới [6]. Bảng 1 thể hiện 06 thành phần cấu tạo chỉ số.

Khoảng giá trị của chỉ số LPI kéo dài từ 1 đến 5 và các quốc gia được phân loại thành 04 nhóm (kém hiệu quả, hiệu quả, hiệu quả tốt, rất hiệu quả) [6]. Chỉ số này đáng tin cậy khi được tính toán dựa vào dữ liệu thu thập từ gần 160 quốc gia và hàng nghìn chuyên gia trong lĩnh vực logistics trên toàn cầu để so sánh [10]. Chỉ số LPI được thông kê 02 năm 01 lần, và đã có 07 phiên bản kể từ 2007, trong đó, phiên bản 2023 là mới nhất. Với phiên bản 2023, LPI có tính cập nhật hơn, đảm bảo tính khách quan khi loại bỏ yếu tố tiềm ẩn về đánh giá thiên kiến của chuyên gia đối với quốc gia mà họ đang hoạt động, tức khảo sát về chất lượng dịch vụ logistics của quốc gia trên bị loại bỏ; đây là câu hỏi khó khăn với người tham gia [6].

Theo quan điểm truyền thống, hiệu quả logistics đem lại lợi ích kinh tế, phát triển xã hội nhưng điều này dần bị bác bỏ khi nó cũng tạo ra nhiều phát thải độc hại tới môi trường – vấn đề nguy cấp nhân loại đang đối mặt. Kết quả, hoạt động logistics xanh (green logistics) ra đời với mục tiêu giảm tác động của logistics tới môi trường thông qua giảm phát thải [11]. Mặt khác, vấn đề đặt ra là hoạt động logistics xanh tập trung nhiều vào môi trường mà bỏ qua lợi ích kinh tế. Đây là khởi điểm hình thành hiệu quả bền vững trong logistics.

Bảng 1. Thành phần cấu tạo của chỉ số LPI.

Thành phần	Mô tả
Cơ sở hạ tầng	Chất lượng hạ tầng giao thông cho thương mại trong nước và quốc tế
Dịch vụ hải quan	Hiệu quả thông quan hàng hóa quốc gia
Chất lượng dịch vụ	Năng lực cạnh tranh của các hoạt động logistics trong nước với quốc tế
Vận chuyển quốc tế	Năng lực cung ứng, vận chuyển hàng hóa xuyên biên giới
Thời gian giao hàng	Tần suất đáp ứng nhu cầu khách hàng theo đúng lịch trình
Khả năng truy vấn	Năng lực truy xuất, theo dõi hàng hóa ở mọi nơi

Nguồn: Arvis cùng các cộng sự (2023), Lê và Hoàng (2024)

Nói về hiệu quả bền vững, mỗi cá nhân, tổ chức cần hoạt động với tinh thần tích cực tạo dựng tương lai cho bản thân, tập thể bên cạnh sự hài lòng, năng suất công việc [12]. Nếu chỉ quan tâm hai khía cạnh sau, điều trên có thể giống với hiệu quả công việc hơn. Ở góc độ doanh nghiệp, hiệu quả trên chịu ảnh hưởng bởi giá trị bền vững (được xác định bằng giá trị mở rộng của doanh nghiệp so với doanh nghiệp tham chiếu) [13]. Mặt khác, phát triển bền vững còn được gọi là hiệu quả sinh thái với các chỉ tiêu (kinh tế, môi trường, xã hội) [13]. Hiệu quả bền vững cũng được chia theo 02 thành phần: hiệu quả kỹ thuật và hiệu quả phân bổ nguồn lực [2]. Chi tiết hơn, hiệu quả trên rất khó diễn giải nếu chỉ sử dụng các chỉ tiêu riêng lẻ về mặt kỹ thuật hay một khía cạnh mà cần sự kết hợp giữa chúng [15]. Vì sự đa dạng khía cạnh trong thuật ngữ “bền vững” nên sự nhất quán về phát triển bền vững chỉ hình thành vào năm 2015 khi Liên hợp Quốc đề xướng lần đầu ‘Mục tiêu phát triển bền vững’ (Sustainable Development Goal). Mục tiêu này gồm 17 chỉ tiêu (Bảng 2), mỗi chỉ tiêu gồm nhiều tiêu chí để đo lường, so sánh mức độ hiệu quả bền vững của mỗi quốc gia [16]. Các chỉ tiêu có thể được tóm lược thành 04 khía cạnh: nhân sinh, chính trị - xã hội, kinh tế, môi trường [17].

Như vậy, hiệu quả logistics bền vững cần xem xét hai chỉ số LPI và SDG, một mặt về hiệu quả logistics, mặt còn lại về phát triển bền vững. Đầu tiên, cần khẳng định logistics như công cụ thúc đẩy chỉ số SDG. Một nghiên cứu đã chứng tỏ điều này khi chỉ rõ 11 mối quan hệ nhân quả từ hoạt động logistics đem lại cho chỉ số SDG qua phân tích 43 ý kiến chuyên gia [17]. Thứ hai, LPI là thành phần quan trọng liên quan đến SDG [10]. SDG bị ảnh hưởng bởi 04 yếu tố (chất lượng sản xuất và tiêu thụ, sự minh bạch, giáo dục, phân phối xanh) [18]. Trong 04 yếu tố trên, yếu tố đầu tiên liên quan chặt chẽ với SDG12, trong khi yếu tố cuối gắn liền với SDG7, 8, 9 [19]. Với bối cảnh một quốc gia cụ thể, sự bền vững được thúc đẩy qua các yếu tố về sản xuất, tiêu thụ, hệ thống cung ứng – thuộc phạm vi logistics [20]. Bên cạnh đó, sự tương quan giữa SDG và LPI được nhìn thấy tại châu Âu, OECD, Đông Nam Á [3, 5,

21, 22, 23]. Sự tương quan này cho thấy sự ảnh hưởng của LPI đến SDG, và mạnh nhất đến SDG1, 7, 9, 12. Theo một nghiên cứu năm 2020, logistics bền vững là một khái niệm mới so với sản xuất bền vững, khi kỷ nguyên kinh tế tuần hoàn nở rộ, cho thấy logistics tác động đến SDG8, 9 [24]. SDG2, 4, 5, 6, 14, 15 cũng bị tác động bởi LPI [25, 26].

Bảng 2. Thông tin sơ lược về 17 mục tiêu phát triển bền vững SDG.

SDG	Tên gọi	Mô tả	Mục tiêu
1	Xóa nghèo	Xóa nghèo ở mọi nơi	7
2	Xóa nạn đói	Xóa nạn đói, đảm bảo an ninh lương thực, phát triển nông nghiệp bền vững	8
3	Chất lượng y tế	Đảm bảo đời sống, phúc lợi ở mọi lứa tuổi	13
4	Chất lượng giáo dục	Đảm bảo chất lượng giáo dục, giáo dục bình đẳng	10
5	Bình đẳng giới	Đảm bảo bình đẳng giới	9
6	Nguồn nước sạch	Quản lý tài nguyên nước bền vững	8
7	Năng lượng sạch	Đảm bảo nguồn năng lượng bền vững	5
8	Phát triển kinh tế	Đảm bảo tăng trưởng kinh tế bền vững	12
9	Cơ sở hạ tầng	Thúc đẩy công nghiệp hóa bền vững	8
10	Bất bình đẳng xã hội	Giảm bất bình đẳng giữa các quốc gia	10
11	Cộng đồng bền vững	Hình thành thành phố an toàn, bền vững	10
12	Sản xuất tiêu dùng trách nhiệm	Đảm bảo sản xuất, tiêu dùng bền vững	11
13	Hành động vì môi trường	Ứng phó hiệu quả với biến đổi khí hậu	5
14	Sinh thái biển	Bảo tồn và sử dụng tài nguyên biển bền vững	10
15	Sinh thái đất liền	Phát triển rừng bền vững	12
16	Xã hội công bằng	Thúc đẩy xã hội công bằng, hòa bình	12
17	Hợp tác quốc tế	Tăng cường hợp tác toàn cầu vì mục tiêu bền vững	19

Nguồn: Lafortune cùng các cộng sự (2018)

Tuy vậy, tổng quan nghiên cứu trên chỉ ra một hiện thực: dù nhiều công trình khoa học liên quan đến SDG và LPI nhưng cơ bản chỉ kiểm chứng tương quan giữa chúng trên các khu vực khác nhau hoặc lý luận về vai trò logistics trong phát triển bền vững [3, 5, 21]. Những điều này không phản ánh mức độ hiệu quả logistics bền vững vì sự thay đổi của hai chỉ số ở mỗi quốc gia không tương đồng, dẫn đến câu hỏi liệu một quốc gia tận dụng năng lực

logistics tốt có thúc đẩy sự bền vững tương ứng không. Để giải quyết khoảng trống, nghiên cứu này, qua phương pháp bao dữ liệu, sẽ diễn giả sự tương ứng trên.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Phương pháp bao dữ liệu

Phương pháp bao dữ liệu DEA (Data Envelopment Analysis) là một trong những phương pháp tham chiếu (benchmarking) phổ biến trong nhiều lĩnh vực. Cơ bản, phương pháp tham chiếu sẽ phân tích, đối sánh, đánh giá hiệu quả hoạt động của một tổ chức với tiêu chuẩn nhất định dựa vào số liệu [27]. Phương pháp tham chiếu gồm rất nhiều mô hình khác nhau nhưng DEA có chút khác biệt. DEA là một mô hình toán, phi tham số, cho phép linh hoạt so sánh hiệu quả giữa các quốc gia một cách tương đối dựa trên nhiều yếu tố đầu vào, đầu ra cùng lúc, và điều này không thể xảy ra đối với phương pháp tham chiếu truyền thống [28, 29].

DEA dựa trên biên hiệu suất để ra quyết định tối ưu, không căn cứ vào điểm so sánh sẵn có. Điều này được mô tả tương đồng với hình dạng đường giới hạn khả năng sản xuất [30]. Khởi đầu của DEA vào năm 1978 khi nhóm tác giả Charnes, Cooper, Rhodes đã đề xuất cách đo lường sự thiếu hiệu quả theo nguồn lực sẵn có và đưa ra khái niệm “đơn vị ra quyết định” DMU (decision making unit) [31]. Kể từ đó, nhiều mô hình DEA bùng nổ với việc chi tiết hóa theo các khía cạnh như phạm vi, kỹ thuật, quy trình, tính tuyến tính [32]. Dù mỗi mô hình đều có ưu, nhược điểm riêng nhưng đều được chia thành 02 loại khi xét đến tính biến động của dữ liệu: mô hình định hướng đầu vào (input-oriented) và mô hình định hướng đầu ra (output-oriented) [33]. Diễn giải dễ hiểu hơn, mô hình thứ nhất giảm thiểu đầu vào với sự đảm bảo về đầu ra không thay đổi trong khi mô hình thứ hai tăng đầu ra với đầu vào không đổi [34].

Theo DEA, giả định có nhiều đối tượng cần đánh giá, đồng nghĩa n DMU. Mỗi DMU có ít nhất 01 giá trị đầu vào x_i và 01 giá trị đầu ra y_j . Từ đây, DMU sẽ có một giá trị hiệu quả tương đối TE theo tỷ lệ giữa đầu vào x_i , đầu ra y_j , và giá trị dư thừa của chúng s_i, s_j . Sự hiệu quả tương đối này được so với 01 DMU tiêu chuẩn, quy ước DMU_0 . Với mục tiêu tối thiểu đầu vào, mô hình DEA định hướng đầu vào hoạt động theo công thức (1):

$$TE = 1 - (s_{i1} + s_{i2} + s_{i3} + \dots + s_{ik} + s_{j1} + s_{j2} + s_{j3} + \dots + s_{jl}) \quad (1)$$

Điều kiện ràng buộc của công thức (1):

$$(x_{1i} + x_{2i} + x_{3i} + \dots + x_{ni}) * w_n + s_i = x_{i0} \quad (2)$$

$$(y_{1j} + y_{2j} + y_{3j} + \dots + y_{nj}) * w_n - s_j = y_{j0} \quad (3)$$

$$w_n \geq 0 \quad (4)$$

Trong đó, $(s_{i1} + s_{i2} + s_{i3} + \dots + s_{ik} + s_{j1} + s_{j2} + s_{j3} + \dots + s_{jl})$ là tổng phần dư thừa; w_n là trọng số của DMU thứ n ; (2) thể hiện tổng giá trị đầu vào với trọng số so với đầu vào của DMU_0 , với $i = 1, 2, \dots, k$; (3) cho biết tổng giá trị đầu ra với trọng số so với đầu vào của DMU_0 , với $j = 1, 2, \dots, l$; (4) cho biết trọng số luôn không âm. Nếu tổng phần dư bằng 0, $TE = 1$, đồng nghĩa DMU thứ n hiệu quả, trong khi $TE < 1$, DMU không hiệu quả [33].

Gần như tương tự nhưng mục tiêu trái ngược, tối đa hóa đầu ra, mô hình DEA định hướng đầu ra hoạt động theo công thức (5):

$$TE = 1 + (s_{i1} + s_{i2} + s_{i3} + \dots + s_{ik} + s_{j1} + s_{j2} + s_{j3} + \dots + s_{jl}) \quad (5)$$

Điều kiện ràng buộc của công thức (5):

$$(x_{1i} + x_{2i} + x_{3i} + \dots + x_{ni}) * w_n + s_i = x_{i0} \quad (6)$$

$$(y_{1j} + y_{2j} + y_{3j} + \dots + y_{nj}) * w_n - s_j = y_{j0} \quad (7)$$

$$w_n \geq 0 \quad (8)$$

Trong đó, $(s_{i1} + s_{i2} + s_{i3} + \dots + s_{ik} + s_{j1} + s_{j2} + s_{j3} + \dots + s_{jl})$ là tổng phần dư thừa; w_n là trọng số của DMU thứ n ; (6) thể hiện tổng giá trị đầu vào với trọng số so với đầu vào của DMU₀, với $i = 1, 2, \dots, k$; (7) cho biết tổng giá trị đầu ra với trọng số so với đầu vào của DMU₀, với $j = 1, 2, \dots, l$; (8) cho biết trọng số luôn không âm. Nếu tổng phần dư bằng 0, $TE = 1$, đồng nghĩa DMU thứ n hiệu quả, trong khi $TE > 1$, DMU không hiệu quả [33].

Bên cạnh 02 mô hình phổ biến trên, cũng cần nhắc đến mô hình phân tích hiệu quả chéo (cross-efficiency) và bootstrap DEA [48, 49]. Mô hình thứ nhất được áp dụng khi DEA thông thường bị hoài nghi có sự thiên lệch về chỉ số hiệu quả, cụ thể, trọng số của một số yếu tố đầu vào hoặc đầu ra lớn hơn so với các yếu tố khác, dẫn đến giá trị DMU tốt hơn. Do vậy, mô hình này loại bỏ được sự thiên lệch trên, đảm bảo tính công bằng của các kết quả. Đối với mô hình còn lại, mục đích là đảm bảo độ vững của DEA thông qua chạy vòng lặp dữ liệu. Kết quả, nếu chỉ số hiệu quả từng DMU thay đổi ít, mô hình đó được nhận định có độ vững chắc.

3.2. Mô hình nghiên cứu

DEA được sử dụng đa dạng trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu về sự hiệu quả ở phạm vi quốc gia, khu vực (Bảng 3). Trong lĩnh vực ít phổ biến, phương pháp này cũng được áp dụng tại một số quốc gia châu Âu và châu Á [34, 35, 36, 37]. Trái ngược, lĩnh vực hàng hải, cảng biển, logistics vô cùng trọng dụng mô hình này [38, 39, 40, 41, 42, 43]. DEA rất linh hoạt trong việc chọn yếu tố đầu vào, đầu ra, có thể là dữ liệu sơ cấp hoặc thứ cấp từ cơ sở lý thuyết, ý kiến chuyên gia. Tuy vậy, các đề tài nghiên cứu về hiệu quả logistics bền vững chưa nhiều, đặc biệt với phạm vi khu vực các nước Đông Nam Á. Đây là một khoảng trống được giải quyết trong bài nghiên cứu này.

Từ cơ sở lý thuyết về phát triển bền vững và hiệu quả hoạt động logistics, mô hình nghiên cứu được xây dựng với các biến gồm chỉ số SDG, chỉ số LPI và 06 thành phần của chỉ số này. Với đối tượng nghiên cứu là hiệu quả logistics bền vững, SDG là yếu tố đầu ra trong khi các yếu tố còn lại là đầu vào. Các biến này cũng được mã hóa để dễ theo dõi như sau: SDG (chỉ số SDG), Cus (dịch vụ hải quan), Infr (cơ sở hạ tầng), Qual (chất lượng dịch vụ), Ship (vận chuyển quốc tế), Time (thời gian giao hàng), Trac (khả năng theo dõi), LPI (chỉ số LPI).

Nghiên cứu được xây dựng với bộ dữ liệu thứ cấp của Ngân hàng Thế giới và Liên hợp Quốc. Bộ dữ liệu này chủ yếu thu thập giá trị SDG, LPI của 10 quốc gia thuộc Đông Nam Á (Brunei Darussalam, Việt Nam, Indonesia, Malaysia, Myanmar, Thái Lan, Singapore, Lào, Campuchia, Philippines). Trong giai đoạn 2007-2024, LPI được tổng hợp 07 lần vào các năm (2007, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2023). Khác với LPI, SDG được tổng hợp mỗi năm, dẫn đến sự chênh lệch dữ liệu. Để đồng bộ dữ liệu, các năm không có dữ liệu LPI sẽ bị loại bỏ và tổng quan sát là 70. Chưa hết, trong các năm trên, có 06 năm giá trị LPI của Brunei, Myanmar không tồn tại. Vấn đề làm sạch là cần thiết vì các giá trị khuyết này có thể khiến DEA hiểu sai rằng sự thay đổi của SDG không liên quan đến LPI. Một kết quả được dự báo là Brunei và Myanmar sẽ hiệu quả nhất vì giá trị SDG thay đổi dù năm đó có hay không có LPI. Cuối cùng, kết quả sau làm sạch còn lại 64 quan sát. Tiếp theo, để chuẩn bị bộ dữ liệu đầu vào

cho DEA, nhóm tác giả đã lấy giá trị trung bình theo từng quốc gia, như vậy, chỉ còn 10 quan sát.

Bảng 3. Tổng quan về xây dựng mô hình nghiên cứu DEA.

Nghiên cứu	Lĩnh vực	Đầu vào	Đầu ra
[35]	Bất động sản	Vốn đăng ký, số lượng nhân viên, giá trị tài sản, chi phí vận hành	Lợi nhuận, doanh thu
[37]	Năng lượng/ môi trường	Nhân lực, vốn, năng lượng, dân số	Mức phát thải CO2, số dân thu nhập thấp/ trung bình/ cao
[38]	Hàng hải	Lực lượng lao động, mức phát thải	Sản lượng container, lợi ích xã hội
[40]	Cảng biển	Chiều dài cầu tàu, diện tích bến cảng, số lượng cầu bờ, số lượng cầu bãi, số lượng xe khung nâng	Sản lượng container thông qua
[41]	Cảng biển	Diện tích bãi, số lượng cầu bờ, độ sâu trước cầu tàu, chiều dài cầu tàu	Sản lượng container thông qua
[42]	Cảng biển	Số lượng nhân công, chiều dài cầu tàu, độ sâu trước bến, số lượng cầu bờ, diện tích bãi	Sản lượng container thông qua
[43]	Cảng biển	Số lượng cầu bờ, số lượng cầu phục vụ tàu, chiều dài cầu tàu, độ sâu trước bến	Số lượng hàng xếp dỡ, số lượng tàu cập cảng, thời gian phục vụ tàu
[44]	Nông nghiệp	Tốc độ xói mòn đất, mật độ đất nông nghiệp, mật độ đất chăn nuôi, tỷ trọng diện tích đất tưới tiêu	Năng suất lao động, vốn đầu tư nông nghiệp, tỷ lệ nông dân theo độ tuổi, tỷ lệ trình độ chuyên môn của nông dân
[45]	Điện lực	Kinh tế, môi trường, xã hội	Sản lượng sản xuất điện
[46]	Vận tải	Số lượng trạm dừng đường bộ, số lượng nhà ga đường sắt	SDG11
[47]	Vận tải	Hiệu quả cơ sở hạ tầng, chất lượng dịch vụ logistics, mật độ phát thải khu vực	Chỉ số hiệu quả tổng hợp

Ngoài ra, về vấn đề lựa chọn phương pháp DEA cụ thể, quan điểm được thống nhất là áp dụng DEA định hướng đầu ra. Trong bối cảnh nghiên cứu này, đầu vào là các thành phần của LPI. LPI thể hiện mức độ hiệu quả trong việc tổ chức, khai thác, quản lý hoạt động logistics, đồng nghĩa chỉ số này càng cao, càng hiệu quả. Nếu tối thiểu hóa giá trị LPI, tức giảm giá trị này càng nhiều càng tốt, kết quả dự kiến sẽ thiếu tính thực tế vì đẩy lùi tiến bộ của các hoạt động logistics quốc gia. Trái lại, nếu DEA định hướng đầu ra được áp dụng, kết quả sẽ là tăng giá trị SDG. Tương tự với LPI, SDG càng cao, mức độ phát triển bền vững càng tốt. Do vậy, DEA định hướng đầu ra được áp dụng trong nghiên cứu này sẽ phù hợp, thể hiện được tính logic suy luận, thực tiễn và đáp ứng mục tiêu đặt ra về đánh giá hiệu quả logistics bền vững.

4. KẾT QUẢ

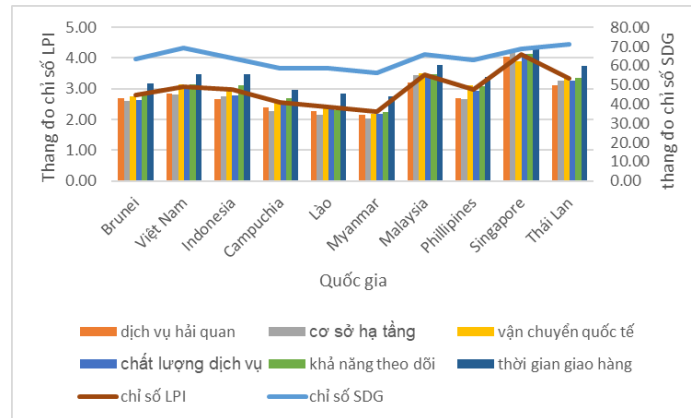
Bảng 4 mô tả khái quát dữ liệu DEA. Dễ thấy, số quan sát tương đồng và yếu tố SDG có giá trị lớn nhất với hai chữ số. Giá trị nhỏ nhất khá tương đồng, ở mức gần 2,00, bằng nửa giá

trị lớn nhất. Ngoài ra, nếu so sánh các yếu tố, ngoại trừ SDG, giá trị Time luôn lớn hơn, tính cả nhỏ nhất, lớn nhất, trung bình, nhưng lại có giá trị độ lệch chuẩn thấp nhất, ở mức 0,49.

Bảng 4. Thống kê mô tả dữ liệu của 10 quốc gia Đông Nam Á.

Dữ liệu	SDG	Cus	Infr	Ship	Qual	Trac	Time	LPI
Giá trị nhỏ nhất	56,25	2,14	2,03	2,19	2,19	2,23	2,76	2,26
Giá trị lớn nhất	71,34	4,04	4,25	3,88	4,14	4,13	4,35	4,12
Giá trị trung bình	63,99	2,80	2,82	3,00	2,92	3,03	3,39	3,00
Độ lệch chuẩn	5,07	0,55	0,67	0,51	0,58	0,56	0,49	0,55
Quan sát	10	10	10	10	10	10	10	10

Bao quát, Hình 1 thể hiện LPI và các thành phần khá tương đồng với SDG. Chi tiết hơn, Singapore có toàn bộ chỉ số trên đều ở ngưỡng cao nhất, gấp đôi so với Myanmar – quốc gia đang có vị trí thấp nhất về mọi mặt. Mặt bằng chung, giá trị LPI dao động ở mức 3,00 – giá trị trung bình của dữ liệu. Mức này là ranh giới phân định 02 nhóm quốc gia ASEAN để phân tích sự khác biệt hiệu quả logistics bền vững: nhóm quốc gia có LPI cao, gồm Việt Nam, Malaysia, Singapore, Thái Lan, các quốc gia còn lại thuộc nhóm có LPI thấp.



Hình 1. Biểu đồ xu hướng các yếu tố nghiên cứu của 10 quốc gia ASEAN.

Quan sát hai nhóm quốc gia, có thể chỉ ra nhóm quốc gia có LPI cao thì SDG cũng cao hơn nhóm còn lại. Đáng lưu ý trong nhóm thứ nhất, dù Singapore là quốc gia có LPI cao nhất nhưng SDG lại kém so với Thái Lan. Xét nhóm quốc gia có LPI thấp, sự chênh lệch giữa LPI và SDG khá tương đồng. Khía cạnh này xảy ra tương tự với Việt Nam và Thái Lan, ngoại trừ hai quốc gia còn lại cùng nhóm. Chênh lệch nhỏ nhất giữa LPI và SDG diễn ra ở Singapore.

Để kiểm tra độ tin cậy của bộ dữ liệu, áp dụng kiểm định tương quan Pearson giữa các biến độc lập với 01 biến phụ thuộc duy nhất, SDG. Với độ tin cậy 95%, Bảng 5 cho thấy các hệ số tương quan đều có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Chúng cũng thể hiện mức độ tương quan tương đối mạnh khi giá trị hệ số đều lớn hơn 0,70; các con số này phù hợp khi không vượt quá 0,90 – có thể xuất hiện tự tương quan. Ngoài ra, kết quả cũng thể hiện mối quan hệ tỷ lệ thuận giữa đầu vào và đầu ra, được phản ánh bởi giá trị dương của các hệ số tương quan.

Bảng 5. Kết quả tương quan Pearson của bộ dữ liệu đầu vào nghiên cứu.

Thành phần	SDG	Cus	Infr	Ship	Qual	Trac	Time	LPI
Hệ số tương quan	1,00	0,78	0,80	0,85	0,80	0,83	0,84	0,83
Giá trị p	2,2e-16	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00

Nghiên cứu được tiếp tục trình bày với kết quả từ mô hình DEA định hướng đầu ra ở Bảng 6. Bảng số liệu này phản ánh hiệu quả logistics bền vững của các quốc gia ASEAN, kèm theo xếp hạng và các yếu tố dư thừa trong nhiều khía cạnh khác nhau của logistics. Cột dữ liệu 2 và 3 dễ dàng cho thấy Singapore đang có giá trị cao nhất (1,305) và xếp vị trí thứ 1. Đây cũng là quốc gia có số liệu về các yếu tố dư thừa nhiều nhất, xấp xỉ 0,600. Trong khi đó, điều trái ngược xảy ra với Lào và Myanmar khi giá trị hiệu quả logistics bền vững và xếp hạng thấp nhất. Bên cạnh đó, các quốc gia thuộc nhóm LPI cao hầu như có giá trị hiệu quả logistics bền vững cao hơn so với nhóm LPI thấp.

Tương chừng điều trên chứng tỏ sự hiệu quả của nhóm thứ nhất, tuy nhiên, điều này không phù hợp với mô hình DEA định hướng đầu ra. Lưu ý thêm trong nghiên cứu này, các thứ hạng được xếp theo độ lớn của chỉ số hiệu quả và được nhấn mạnh rằng thứ hạng càng cao, quốc gia đó càng thiếu hiệu quả logistics bền vững. Theo lý thuyết, Lào và Myanmar được diễn giải là những quốc gia có hiệu quả (1,000), còn các nước có giá trị hiệu quả càng xa rời 1,000 thì càng thiếu hiệu quả. Đặt vào bối cảnh thực tế để diễn giải, dù Lào và Myanmar hiện là hai quốc gia có cả hai chỉ số LPI và SDG thấp nhất trong khu vực ASEAN nhưng được ghi nhận là đạt sự hiệu quả logistics bền vững.

Điều này hoàn toàn phù hợp khi xét trong mô hình được lựa chọn trên vì mục tiêu là tối đa hóa chỉ số SDG. Diễn giải cho vấn đề có thể gây hiểu lầm này, cần nhận định sự hiệu quả trên đến từ mức độ kết quả đầu ra so với nguồn lực đầu vào hữu hạn từng quốc gia. Mô hình DEA sử dụng chung một yếu tố đầu ra, chỉ số SDG; nếu sự khác biệt giữa các quốc gia về chỉ số này không quá lớn và khoảng cách giữa yếu tố đầu ra và đầu vào của một quốc gia nhỏ, quốc gia đó có thể được coi là tiêu chuẩn trong mô hình này. Do đó, Lào và Myanmar đều không có sự dư thừa ở yếu tố đầu vào, dẫn đến mô hình nhận định hai quốc gia này đạt hiệu quả. Ngược lại, Singapore có chỉ số cao toàn diện nhưng khoảng cách về hiệu quả logistics bền vững cao (1,305) so với giá trị 1,000, tức được đánh giá là chưa hiệu quả. Sự thiếu hiệu quả này cần được diễn giải theo tiêu chuẩn tham chiếu trong mô hình là hai quốc gia đã nhắc trên. So với Lào hay Myanmar, các giá trị của Singapore đều cao hơn, dẫn đến kết quả tính toán từ mô hình là tồn tại sự dư thừa trong các yếu tố, ngoại trừ yếu tố thời gian 'time' (Bảng 6). Nói cách khác, với ngưỡng tiêu chuẩn của mô hình DEA được lựa chọn, Singapore đang chưa tạo ra chỉ số SDG tối ưu từ các yếu tố đầu vào của quốc gia này nên còn nhiều dư thừa. Tuy nhiên, ở góc độ thực tế, kết quả trên cũng không nên nhận định Lào hay Myanmar đã làm tốt và cần dừng lại. Nếu hai quốc gia này tiếp tục đầu tư trong tương lai, cải thiện các yếu tố đầu vào, chỉ số hiệu quả có thể thay đổi, thậm chí rơi vào tình trạng thiếu hiệu quả trong mô hình. Trái lại, Singapore có thể đang làm tốt nhưng vẫn còn tiềm năng phát triển hơn ở thời điểm này vì kết quả đầu ra chưa tương xứng với giá trị đầu vào, ví dụ đẩy mạnh khai thác yếu tố cơ sở hạ tầng 'infr' để cải thiện chỉ số hiệu quả logistics bền vững. Điều này cũng nên phản ánh tương tự trong cả hai nhóm quốc gia ASEAN. Theo đó, quốc gia ở nhóm LPI cao như Malaysia, Thái Lan cũng được nhận định còn nhiều tiềm năng tăng trưởng hiệu quả logistics bền vững hơn so với nhóm LPI thấp.

Bảng 6. Kết quả chạy mô hình DEA với 10 quốc gia Đông Nam Á.

Quốc gia	Chỉ số	Xếp hạng	Dư thừa cus	Dư thừa infr	Dư thừa ship	Dư thừa qual	Dư thừa trac	Dư thừa time	Dư thừa LPI
Brunei	1,033	7	0,169	0,203	0,005	0,020	0,255	0,000	0,103
Việt Nam	1,033	7	0,069	0,193	0,134	0,131	0,340	0,000	0,148
Indonesia	1,094	4	0,000	0,217	0,248	0,048	0,328	0,026	0,170
Campuchia	1,046	6	0,025	0,019	0,046	0,041	0,283	0,000	0,059
Lào	1,000	8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Myanmar	1,000	8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Malaysia	1,181	2	0,210	0,576	0,224	0,324	0,417	0,000	0,274
Phillipines	1,105	3	0,018	0,119	0,201	0,143	0,341	0,000	0,142
Singapore	1,305	1	0,578	0,957	0,112	0,556	0,607	0,000	0,444
Thái Lan	1,084	5	0,134	0,419	0,100	0,178	0,311	0,000	0,179

Tương ứng với sự chưa tận dụng hiệu quả logistics bền vững trên, Bảng 6 phản ánh các yếu tố dư thừa hay mức độ chưa tối ưu trong từng khía cạnh của mỗi quốc gia. Hiên nhiên, vì Lào và Myanmar đang có hiệu quả logistics bền vững nên sẽ không có dư thừa nào. Sự dư thừa này diễn ra mạnh nhất ở Singapore và Malaysia, đều thuộc nhóm LPI cao, đặc biệt cao ở yếu tố cơ sở hạ tầng, lần lượt là 0,957 và 0,576. Điều này cho thấy dù hệ thống logistics ở hai quốc gia tốt nhưng vẫn chưa được sử dụng tối ưu. Vẫn trong nhóm trên, Việt Nam và Thái Lan có nhiều điểm tương đồng về hiệu quả logistics bền vững, lần lượt ở mức 1,033 và 1,084, và các yếu tố dư thừa.

Xét về sự dư thừa, yếu tố về khả năng truy vấn hàng hóa (trac) dường như có mặt bằng chung cao nhất đối với các quốc gia trong khi yếu tố thời gian giao hàng (time) lại thấp nhất. Yếu tố về thời gian giao hàng chỉ ghi nhận Indonesia có dư thừa (0,026).

Nghi ngờ về các chỉ số kết quả có tính thiên lệch, thiếu chính xác đối với một số quốc gia như Lào hay Myanmar, áp dụng phương pháp mô hình DEA phân tích hiệu quả chéo nhằm đánh giá tính công bằng của các kết quả và phương pháp bootstrap để kiểm tra độ vững của mô hình DEA định hướng đầu ra trên. So sánh các kết quả ở Bảng 7, dễ thấy các giá trị hiệu quả chéo phản ánh thứ hạng về hiệu quả logistics bền vững của 10 nước Đông Nam Á thay đổi rất ít, trong đó, 06 thứ hạng đầu dường như không đổi, còn lại có chút điều chỉnh. Nếu xét ở góc độ phân nhóm chỉ số LPI cao và thấp như đề cập trước đó, các nước ở nhóm chỉ số cao có ít sự thay đổi trong kết quả tính toán thứ hạng hơn.

Bổ sung thêm bootstrap với vòng lặp 100 lần, kết quả tương tự vẫn diễn ra. Điều này cho thấy độ vững cũng như tính nhạy của mô hình này. Bên cạnh đó, mô hình DEA bootstrap thể hiện giới hạn trên và giới hạn dưới của chỉ số hiệu quả logistics bền vững. Đáng chú ý, tất cả giá trị của mô hình phân tích hiệu quả chéo hay bootstrap đều nằm trong khoảng giới hạn này,

cho thấy độ tin cậy của mô hình DEA định hướng đầu ra được kiểm chứng.

Bảng 7. So sánh kết quả các mô hình DEA.

Quốc gia	Chỉ số	Xếp hạng	Hiệu quả chéo	Xếp hạng	Boot	Xếp hạng	Giới hạn dưới	Giới hạn trên
Brunei	1,033	7	1,061	7	1,054	8	1,035	1,092
Việt Nam	1,033	7	1,059	8	1,048	9	1,034	1,079
Indonesia	1,094	4	1,134	3	1,123	4	1,095	1,167
Campuchia	1,046	6	1,063	6	1,070	6	1,048	1,112
Lào	1,000	8	1,003	10	1,045	10	1,002	1,111
Myanmar	1,000	8	1,011	9	1,064	7	1,003	1,126
Malaysia	1,181	2	1,233	2	1,193	2	1,182	1,223
Phillipines	1,105	3	1,128	4	1,125	3	1,108	1,162
Singapore	1,305	1	1,391	1	1,319	1	1,306	1,348
Thái Lan	1,084	5	1,119	5	1,101	5	1,086	1,129

5. KẾT LUẬN

Kết quả cho thấy quốc gia ở nhóm LPI cao có sự khác biệt lớn về SDG so với nhóm LPI thấp, đồng nghĩa chưa có sự phát triển bền vững đồng đều ở các quốc gia. Xét hiệu quả logistics bền vững, ở nhóm LPI cao, các nước đều có tiềm năng tăng trưởng nhiều hơn so với nhóm LPI thấp. Trong đó, Singapore và Malaysia có dư thừa đáng kể, đồng nghĩa tiềm năng cải thiện hiệu quả nhiều nhất, đặc biệt khi tận dụng yếu tố cơ sở hạ tầng. Cùng nhóm với hai quốc gia này, Việt Nam và Thái Lan cũng có mức dư thừa trung bình, phản ánh sự cần thiết trong cải thiện một số khía cạnh nhất định. Ở nhóm LPI thấp, không có mức dư thừa ở Lào và Myanmar, tức đang đạt hiệu quả logistics bền vững. Tuy nhiên, cần nhấn mạnh rằng các kết quả này mang tính tương đối với điều kiện nguồn lực nhất định tại thời điểm nghiên cứu hay nguồn lực sẵn có hiện tại. Đồng nghĩa, ở thời điểm này, Lào và Myanmar đang khai thác tốt nguồn lực hạn chế của quốc gia trong khi Singapore, Malaysia hay quốc gia tương tự có hiệu quả chưa tốt do nguồn lực sẵn có lớn nhưng chưa tận dụng hết trong khai thác; nếu các quốc gia này tiếp tục gia tăng nguồn lực quốc gia thì vẫn có tiềm năng thay đổi sự hiệu quả này.

Bài viết này là sự đóng góp của nhóm tác giả với các nghiên cứu về hiệu quả logistics bền vững cũng như một cơ sở để các nhà hoạch định chính sách quốc gia tham khảo, xây dựng quy hoạch hệ thống logistics hướng đến sự bền vững xã hội, đặc biệt ở khu vực Đông Nam Á.

Xét tổng thể khu vực Đông Nam Á, chiến lược quan trọng nhất là hợp tác cấp quốc gia về phát triển dịch vụ logistics và bền vững. Theo phân loại LPI, các quốc gia có chỉ số thấp được khuyến khích đầu tư vốn, nâng nguồn lực nội tại quốc gia, gia tăng hiệu quả tổng thể trong

khi các quốc gia có chỉ số cao cần tập trung vào chính sách vận tải với năng lượng sạch do tỷ trọng hoạt động này lớn nhất trong hệ thống logistics và khả năng gây ô nhiễm nhiều nhất, tạo ra sự thật lòi đoi với phát triển bền vững. Riêng với Việt Nam, chính sách ưu tiên là phát triển dịch vụ logistics ứng dụng thành tựu khoa học kỹ thuật. Các công nghệ như kết nối vạn vật, trí tuệ nhân tạo, dữ liệu lớn,... có thể thúc đẩy hoạt động logistics giá trị gia tăng, tự động hóa, minh bạch quy trình, cải thiện yếu tố dư thừa được đề cập ở kết quả nghiên cứu.

Nhóm tác giả cũng nhìn nhận một số hạn chế mà nghiên cứu chưa thể giải quyết. Thứ nhất, hiệu quả logistics bền vững từng quốc gia trong nghiên cứu chỉ dừng lại sự so sánh tương đối trong khu vực Đông Nam Á, nếu giữ nguyên các yếu tố đầu vào, đầu ra và thay đổi phạm vi, bổ sung thêm các quốc gia khác sẽ khiến kết quả này đổi khác. Thứ hai, phương pháp DEA áp dụng trong nghiên cứu chỉ xét đến các yếu tố định lượng rõ ràng, các yếu tố định tính như chính sách thương mại, chính trị nằm ngoài khả năng của mô hình nên sự hiệu quả logistics bền vững trên có thể cần cân nhắc thêm.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: DT24-25.100.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. D. Kukovic, D. Topolsek, B. Rosi, B. Jereb, A comparative literature analysis of definitions for logistics: between general definition and definitions of subcategories, in 14th international scientific conference: business logistics in modern management, 2014, Ekonomski vjesnik, Osijek, Croatia, pp. 111-122.
- [2]. V. N. Hoang, D. P. Rao, Measuring and decomposing sustainable efficiency in agricultural production: A cumulative exergy balance approach, Ecological Economics, 69 (2010) 1765-1776. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.014>
- [3]. M. V. Rosario, V. P. Eliseo, T. A. Ricardo, Role of logistics performance in the achievement of the SDGs, in IISE annual conference & Expo, 2019, Florida, pp. 18-21.
- [4]. E. Phanthavong, K. A. Prasetya, N. Imlati, ASEAN economic integration brief no. 16, 2024, ASEAN, Jakarta, pp. 1-8.
- [5]. M. H. Lê, T. M. H. Hoàng, Đánh giá mối quan hệ giữa mục tiêu phát triển bền vững (SDG) và chỉ số hiệu quả logistics (LPI): trường hợp của các nước Đông Nam Á (ASEAN), Khoa học công nghệ hàng hải, 80 (2024) 93-99.
- [6]. J. F. Arvis, L. Ojala, B. Shepherd, D. Ulybina, C. Wiederer, Connecting to compete 2023: trade logistics in an uncertain global economy, World Bank, Washington D.C., 2023.
- [7]. A. P. Muyasyaroh, ASEAN at the Crossroads: Progress Towards SDG Targets by 2030. <https://www.eria.org/news-and-views/asean-at-the-crossroads-progress-towards-sdg-targets-by-2030/>, 2023, accessed 13/03/2025.
- [8]. The ASEAN secretariat, ASEAN sustainable development goals indicators baseline report, ASEAN, Jakarta, 2020.
- [9]. G. Chow, T. D. Heaven, L. E. Henriksson, Logistics performance: definition and measurement, International journal of physical distribution & logistics management, 24 (1994) 17-28.
- [10]. J. F. Arvis, D. Ulybina, C. Wiederer, From survey to Big data: the new logistics performance index, no. 10772, World Bank, Washington D.C., 2024.
- [11]. E. E. Blanco, Y. Sheffi, Green logistics, in: Y. Bouchery, C. J. Corbett, J. C. Fransoo, T. Tan (eds.), Sustainable Supply Chains, Springer, Cham, 2017, pp. 147-187.

- [12]. G. Spreitzer, C. Porath, Creating sustainable performance, *Harvard business review* 90 (2012) 92-99.
- [13]. S. V. Passel, F. Nevens, E. Mathijs, G. V. Huylenbroeck, Measuring farm sustainability and explaining differences in sustainable efficiency, *Ecological economics*, 6 (2007) 149-161.
- [14]. R. G. G. Caiado, R. de Freitas Dias, L. V. Mattos, O. L. G. Quelhas, W. Leal Filho, Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency: a systematic literature review, *Journal of cleaner production*, 165 (2017) 890-904.
- [15]. A. Warhurst, Sustainability indicators and sustainability performance management, International institute for environment and development (IIED), England, 2002.
- [16]. G. Lafortune, G. Fuller, J. Moreno, G. Schmidt-Traub, C. Kroll, SDG index and dashboards, Detailed methodological paper, Sustainable development solutions network (SDSN), 2018.
- [17]. O. Y. Matantseva, I. V. Spirin, N. M. Ulitskaya, I. S. Kazantsev, Logistics as a tool to achieve sustainable development goals, in *Second Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories (IFT 2021)*, 11/2021, Atlantis Press, 196-201.
- [18]. J. H. Spangenberg, Sustainable development and social, ecological, and economic transformation in Vietnam: insights for policy, *VNU journal of science: policy and management studies*, 35 (2019) 9-25. <https://doi.org/10.25073/2588-1116/vnupam.4186>
- [19]. T. H. Nguyễn, Phát triển bền vững logistics Việt Nam trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Giao thông*, 2 (2022) 35-46.
- [20]. A. Helfaya, P. Bui, Exploring the status quo of adopting the 17 UN SDGs in a developing country - evidence from Vietnam, *Sustainability*, 14 (2022) 1-29.
- [21]. E. Loucanova, V. Kaputa, M. Nosalova, M. Olsiakova, The logistics and sustainability in the European Union, *Acta logistica - international scientific journal about logistics*, 11 (2024) 317-323.
- [22]. M. H. Le, The assessment on the sustainable logistics performance: a case study on ASEAN countries, in *International conference on Advanced intelligent maritime safety and technology (Ai-MAST)*, 2024, Haiphong, pp. 231-235.
- [23]. M. H. Le, Sustainable development goals and Logistics performance: insights from ASEAN countries, *International journal of e-navigation and maritime economy*, 23 (2024) 036-040.
- [24]. K. Grzybowska, A. Awasthi, Literature review on sustainable logistics and sustainable production for industry 4.0, in: K. Grzybowska, A. Awasthi, R. Sawhney (eds.), *Sustainable logistics and production in industry 4.0: new opportunities and challenges*, Springer, Cham, 2020, pp. 1-18.
- [25]. V. P. Eliseo, M. V. Rosario, T. A. Ricardo, K. Caroline, R. Javier, B. Daniel, The impact of logistics performance on the achievement of the UN sustainable development goal 2: zero hunger, *Center for open science*, 2023, pp. 1-24.
- [26]. Eurocham, *Sách trắng 2024: Thúc đẩy đầu tư hướng tới nền kinh tế xanh và bền vững*, Eurocham Việt Nam, Hà Nội, 2024.
- [27]. G. Anand, R. Kodali, Benchmarking the benchmarking models, *Benchmarking: an international journal*, 15 (2008) 257-291.
- [28]. OECD, *OECD compendium of productivity indicators 2024*, OECD publishing, Paris, 2024.
- [29]. M. Nardo, A. Saltelli, S. Tarantola, A. Hoffman, E. Giovannini, *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*, OECD Statistics Directorate, Paris, 2005.
- [30]. C. L. Nguyễn, T. H. Quách, Đánh giá vai trò và hiệu quả khai thác hệ thống cảng cạn Việt Nam, *Tạp chí Nghiên cứu kinh tế*, 2 (2021) 75-83.
- [31]. A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes, Measuring the efficiency of decision making units, *European journal of operational research*, 2 (1978) 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

- [32]. A. Charnes, W. Cooper, A. Lewin, L. Seiford, Basic DEA Models, in: A. Charnes, W. Cooper, A. Lewin, L. Seiford (eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*, Springer, Dordrecht, 1994, pp. 23-47.
- [33]. W. F. Bowlin, A. Charnes, W. W. Cooper, H. D. Sherman, Data envelopment analysis and regression approaches to efficiency estimation and evaluation, *Annals of operations research*, 2 (1984) 113-138.
- [34]. I. U. Khan, F. W. Karam, Intelligent business analytics using proposed input/output oriented data envelopment analysis DEA and slack based DEA models for US-airlines, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 37 (2019) 8207-8217.
- [35]. X. Zheng, K.W. Chau, E.C.M. Hui, Efficiency assessment of listed real estate companies: an empirical study of China, *International journal of strategic property management*, 15 (2011) 91-104.
- [36]. A. Chitnis, O. Vaidya, Efficiency ranking method using DEA and TOPSIS (ERM-DT): case of an Indian bank, *Benchmarking: An International Journal*, 23 (2016) 165-182.
- [37]. Y. Iftikhar, Z. Wang, B. Zhang, B. Wang, Energy and CO2 emissions efficiency of major economies: a network DEA approach, *Energy*, 147 (2018) 197-207.
- [38]. E. Chi, B. Jiang, L. Peng, Y. Zhong, Uncertain Network DEA Models with Imprecise Data for Sustainable Efficiency Evaluation of Decentralized Marine Supply Chain, *Energies*, 15 (2022) 5313.
- [39]. Y. Roll, Y. Hayuth, Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA), *The flagship journal of international shipping and port research*, 20 (2006) 153-161.
- [40]. T. F. Wang, D. W. Song, K. Cullinane, Container port production efficiency: a comparative study of DEA and FDH approaches, *Journal of the eastern asia society for transportation studies*, 5 (2003) 698-713.
- [41]. M. H. Lê, H. V. Nguyễn, Phân tích so sánh hiệu quả khai thác của các bến cảng container khu vực cảng biển Hải Phòng giai đoạn 2016-2022, *Khoa học công nghệ hàng hải*, 73 (2023) 72-78.
- [42]. M. H. Le, A comparative analysis on operational efficiency of container terminals by basic and malmquist DEA models: a case of Haiphong Port, *International journal of e-navigation and maritime economy*, 21 (2023) 009-020.
- [43]. T. L. H. Nguyen, S. Park, Y. Kim, G. Yeo, An efficiency analysis of container terminals in southern Vietnam using DEA dynamic efficiency evaluation, *The asian journal of shipping and logistics*, 37 (2021) 329-336.
- [44]. J. C. Gerdessen, S. Pascucci, Data envelopment analysis of sustainability indicators of European agricultural systems at regional level, *Agricultural systems*, 118 (2013) 78-90.
- [45]. A. Galan-Martin, G. Guillen-Gosalbez, L. Stamford, A. Azapagic, Enhanced data envelopment analysis for sustainability assessment: a novel methodology and application to electricity technologies, *Computers & chemical engineering*, 90 (2016) 188-200.
- [46]. G. Georgiadis, A. Kopsacheilis, I. M. Andreadis, I. Politis, Analyzing efficiency and built environment factors for achieving convenient access to public transport: a Europe-wide DEA application, *Environmental science & policy*, 158 (2024) 103792. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103792>
- [47]. C. lo Storto, P. Evangelista, Infrastructure efficiency, logistics quality and environmental impact of land logistics systems in the EU: a DEA-based dynamic mapping, *Research in transportation business & management*, 46 (2023) 100814.
- [48]. J. Doyle, R. Green. Efficiency and cross efficiency in DEA: derivations, meanings and the uses, *Journal of Operational Research Society*, 45(1994) 567–578.
- [49]. L. Simar, P.W. Wilson. Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*, 44(1998) 49-61.
- [50]. AEC, ASEAN economic community (AEC) strategic plan 2026-2030 of the ASEAN community vision 2045, 2025, ASEAN secretariat, Jakarta.