

MỐI LIÊN KẾT GIỮA PHÁT TRIỂN CÔNG NGHIỆP VÀ TÍNH BỀN VỮNG MÔI TRƯỜNG: BẰNG CHỨNG TỪ CÁC NƯỚC ASEAN

Đỗ Thị Hoa Liên

Trường Đại học Lao động - Xã hội, Cơ sở thành phố Hồ Chí Minh

Email: Liendth@ldxh.edu.vn

Mã bài báo: JED-2058

Ngày nhận: 15/10/2024

Ngày nhận bản sửa: 15/01/2025

Ngày duyệt đăng: 17/02/2025

DOI: 10.33301/JED.VI.2058

Tóm tắt:

Nghiên cứu này nhằm đánh giá mối liên hệ giữa phát triển công nghiệp với tính bền vững môi trường ở các nước ASEAN bằng việc sử dụng dữ liệu bảng trong giai đoạn 1995-2022. Các kiểm định đồng tích hợp để xác định mối quan hệ cân bằng dài hạn giữa các biến, kỹ thuật hồi quy nhóm trung bình gộp (ARDL-PMG) và kiểm tra nhân quả để xác định các tác động dài hạn và ngắn hạn được thực hiện. Kết quả ước tính chính cho thấy tồn tại mối quan hệ dài hạn và các tác động tiêu cực và tích cực. Giá trị gia tăng công nghiệp (IVA) làm giảm tính bền vững môi trường (LCF) và giá trị gia tăng công nghiệp trên mỗi lao động (IPW) làm tăng LCF. Ngoài ra, kiểm định nhân quả cho thấy mối quan hệ hai chiều giữa LCF và các biến giải thích. Dựa trên những kết quả này, tác giả đưa ra các hàm ý chính sách.

Từ khóa: ASEAN, tính bền vững, giá trị gia tăng công nghiệp, năng suất lao động, LCF.

Mã JEL: O14, Q43, Q53, Q56.

The linkage between industrial development and environmental sustainability: Evidence from ASEAN countries

Abstract:

This study aims to identify the relationship between industrial development to environmental sustainability in ASEAN countries using panel data from 1995 to 2022. The research employs panel cointegration tests to establish whether there is a long-run equilibrium relationship among variables. It applies pooled mean group ARDL techniques and the causality test to determine the long and short-run effects. Cointegration tests show the existence of the long-run relationship between variables. Furthermore, the results indicate a significantly negative and positive long-run. The value added of industry reduced environmental sustainability (LCF), and the value added per worker of industry increased LCF. In addition, the causality test reveals a bidirectional relationship between LCF and explanatory variables. Based on the findings, several policy implications are proposed as well.

Keywords: ASEAN, environmental sustainability, industrial value added, labor productivity, LCF.

JEL codes: O14, Q43, Q53, Q56.

1. Giới thiệu

Mối quan hệ giữa phát triển công nghiệp và tính bền vững môi trường rất phức tạp và có thể thay đổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Có thực tế chung được quan sát thấy ở nhiều quốc gia là khi sản lượng ngành công nghiệp tăng lên, lượng khí thải CO₂ cũng tăng. Bởi vì, tăng trưởng kinh tế và các hoạt động công nghiệp thường đòi hỏi phải tiêu thụ năng lượng và phần lớn nguồn năng lượng này đến từ nhiên liệu hóa thạch,

giải phóng CO₂ khi đốt cháy (Shahzad & cộng sự, 2020). Song một số quốc gia có thể bắt đầu đạt được tăng trưởng kinh tế mà không cần tăng lượng khí thải. Có được kết quả này có thể do hiệu quả sử dụng năng lượng, chuyển sang sử dụng các nguồn năng lượng sạch hơn và có những thay đổi trong sản xuất công nghiệp.

Trong những thập kỷ gần đây, các quốc gia ASEAN (Association of Southeast Asian Nations) đã có sự tăng trưởng kinh tế nhanh chóng và dự kiến sẽ tiếp tục tăng trưởng trong dài hạn. Trong đó, công nghiệp hóa đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy tăng trưởng GDP của ASEAN (Claire & Widyawati, 2023). Song hầu hết các nước ASEAN đang ở giai đoạn đầu của quá trình công nghiệp hóa, có lượng khí thải CO₂ từ việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch cao hơn so với các nước phụ thuộc nhiều hơn vào ngành dịch vụ (ASEAN, 2021). Do đó, lượng khí thải từ các quốc gia này đã tăng 60,0% từ năm 2008 đến năm 2018 (IEA, 2020). Sự tăng trưởng theo cấp số nhân của công nghiệp hóa đã dẫn đến thiệt hại sinh thái đáng kể, đặc biệt là phản ứng với việc tiêu thụ năng lượng và phát thải khí CO₂ ở ASEAN 8 (Candra, 2018). Xuất phát từ các lý do nêu trên, bài viết tập trung vào phân tích mối liên hệ giữa phát triển công nghiệp với tính bền vững môi trường ở khu vực ASEAN, từ đó đề xuất hàm ý chính sách nhằm cải thiện tính bền vững môi trường.

2. Tổng quan nghiên cứu

Lý thuyết đường cong Kuznets về môi trường (EKC) cho rằng tăng trưởng kinh tế có mối quan hệ với chất lượng môi trường (Dasgupta & cộng sự, 2002). Ở giai đoạn đầu của quá trình phát triển công nghiệp, một quốc gia có thể tăng mức phát thải. Tuy nhiên, theo thời gian, khi quốc gia trở nên giàu có, quốc gia đó có thể kiểm soát được lượng phát thải bằng cách ủng hộ công nghệ phát thải thấp, tăng năng suất.

Tăng trưởng kinh tế toàn cầu làm gia tăng tình trạng khan hiếm tài nguyên, buộc các nước phải chuyển trọng tâm sang phát triển bền vững. Phát triển bền vững tích hợp các tính bền vững về mặt xã hội, môi trường và kinh tế. Tuy nhiên, phạm trù bền vững lại có mục tiêu rất rộng lớn trên tất cả các lĩnh vực nên khó đạt được cùng một lúc, điều này dẫn đến sự hình thành khái niệm tăng trưởng xanh. Tăng trưởng xanh có nghĩa là cải thiện sản xuất và lượng khí thải thông qua đổi mới công nghệ xanh để sản xuất và chuỗi cung ứng sạch hơn (Mensah & cộng sự, 2019).

2.1. Mối liên hệ giữa giá trị gia tăng công nghiệp (IVA) và tính bền vững môi trường

Nhiều nghiên cứu trước đây đã kiểm tra mối liên hệ giữa IVA và lượng khí thải CO₂. IVA ở Ấn Độ, đặc biệt là từ khu vực sản xuất, dẫn đến suy thoái môi trường (Sulaiman & cộng sự, 2022). Phát triển công nghiệp ở Úc làm tăng lượng khí thải CO₂ (Nasir & cộng sự, 2021). Các cuộc điều tra thực nghiệm đã chứng minh rằng mức tăng 1% trong công nghiệp hóa ở Trung Quốc dẫn đến mức tăng 0,3% trong lượng khí thải CO₂ (Liu & Bae, 2018). Công nghiệp hóa tác động tích cực đến lượng khí thải CO₂ ở 114 quốc gia giai đoạn 2000-2014 (Lin & Li, 2020), ở 30 quốc gia đang phát triển từ năm 1990 đến năm 2016 (Mirza & cộng sự, 2022). Tuy nhiên, cũng có những nghiên cứu ở các quốc gia khác cho thấy công nghiệp hóa có tác động tích cực đến chất lượng môi trường. Một nghiên cứu đã xem xét tác động của công nghiệp hóa lên môi trường ở 37 quốc gia châu Phi giai đoạn 2000-2016. Kết quả cho thấy công nghiệp hóa được phát hiện làm tăng suy thoái môi trường ở phân vị thứ 10-30, trong khi ở phân vị thứ 40-90 thì làm giảm suy thoái môi trường (Opoku & Aluko, 2021). Công nghiệp hóa tác động làm giảm dần lượng khí thải CO₂ ở hầu hết các phân vị (Ali & cộng sự, 2023). Kết quả kiểm định nhân quả cũng cho thấy bằng chứng về mối quan hệ giữa nhân quả một chiều giữa IVA và lượng khí thải CO₂ (Claire & Widyawati, 2023), mối quan hệ nhân quả hai chiều giữa lượng khí thải CO₂ và công nghiệp hóa (Appiah & cộng sự, 2021).

Trong phạm vi các nước ASEAN, phát triển công nghiệp được xác định là có những ảnh hưởng đến tính bền vững của môi trường. Công nghiệp hóa là nguyên nhân trực tiếp gây ra các vấn đề về tính bền vững của môi trường ở Malaysia, Indonesia, Thái Lan, Philippines, Singapore và Lào giai đoạn 1995-2015 (Jermstittiparsert, 2021). Trong bối cảnh của Indonesia, Kusumawardhani & cộng sự (2022) đã phát hiện ra mối quan hệ tích cực giữa IVA và lượng khí thải CO₂. Mối tương quan dài hạn giữa sản lượng công nghiệp và lượng khí thải CO₂ cũng được tìm thấy ở Malaysia (Tan & Tan, 2018). Lượng khí thải CO₂ tăng theo quá trình công nghiệp hóa ở 9 quốc gia ASEAN, nhưng vượt quá một mức độ công nghiệp hóa nhất định thì bắt đầu giảm. Có thể suy ra lập luận sau dựa trên các nghiên cứu đã lược khảo:

Giả thuyết 1: Giá trị gia tăng công nghiệp được dự kiến thể hiện mối liên hệ tiêu cực với tính bền vững môi trường.

2.2. Mối liên hệ giữa năng suất lao động và tính bền vững môi trường

Năng suất lao động công nghiệp được đo bằng giá trị gia tăng công nghiệp trên một đơn vị đầu vào lao động và được kỳ vọng có mối liên hệ với chất lượng môi trường. Kết quả nghiên cứu tại 36 quốc gia OECD và Trung Quốc giai đoạn 1990-2018 xác nhận mối quan hệ hình chữ N giữa năng suất lao động và lượng khí thải CO₂ bình quân. Điều này ngụ ý rằng ở giai đoạn đầu của quá trình phát triển thì lượng khí thải CO₂ tăng theo năng suất lao động. Tuy nhiên, sau khi đạt đến ngưỡng nhất định, lượng khí thải CO₂ bắt đầu giảm khi năng suất lao động tăng. Sau đó, lượng khí thải CO₂ bình quân đầu người lại tăng khi năng suất lao động liên tục tăng (Chen & cộng sự, 2022). Tương tự, mối quan hệ hình chữ N giữa lượng khí thải CO₂ và năng suất lao động cũng được tìm thấy ở 40 quốc gia phát thải nhiều nhất, từ năm 1992 đến năm 2018 (Al-Jafari & Altaee, 2023). Sự phát triển của cường độ phát thải (lượng khí thải GHG so với giá trị gia tăng được tạo ra) ở các ngành công nghiệp trong giai đoạn 2008-2020 tại Châu Âu cho thấy rằng năng suất lao động có tác động tiêu cực đến những thay đổi về cường độ phát thải GHG (Kaitila, 2023). Cường độ phát thải có thể giảm với tốc độ ngày càng tăng khi các ngành công nghiệp phát triển. Bởi vì, mức năng suất lao động cao hơn là bằng chứng của công nghệ sản xuất hiện đại hơn. Chính sách giảm phát thải CO₂ cần được tăng cường cùng với các chính sách cải thiện năng suất được thực hiện thành công (Ross & cộng sự, 2023). Giả thuyết được đề xuất trên cơ sở tổng quan các nghiên cứu như sau:

Giả thuyết 2: Mức năng suất lao động cao hơn được dự kiến thể hiện mối liên hệ tích cực với tính bền vững môi trường.

Các báo cáo gần đây chỉ ra rằng mức phát thải trong khu vực ASEAN vẫn đáng lo ngại. Sự chênh lệch về lượng khí thải bình quân đầu người giữa các nước ASEAN phản ánh mức độ đa dạng của phát triển kinh tế, công nghiệp hóa và chính sách môi trường trong khu vực. Sự tồn tại của các phát hiện về các mối quan hệ không nhất quán giữa IVA và lượng khí thải CO₂ tạo nên động lực cho nghiên cứu này. Thêm vào đó, cho đến thời điểm này, theo hiểu biết của tác giả, các nghiên cứu xem xét tác động của năng suất lao động ngành công nghiệp đến tính bền vững môi trường (đại diện là LCF) còn rất ít, đặc biệt ở các nước ASEAN. Vì vậy nghiên cứu này là cần thiết nhằm cung cấp thêm bằng chứng thực nghiệm liên quan đến mối liên kết giữa phát triển công nghiệp và tính bền vững môi trường ở các nước ASEAN.

3. Mô hình và dữ liệu

3.1. Mô hình

Trên cơ sở kết quả tổng quan các nghiên cứu, tác giả bài viết phát triển một mô hình để nghiên cứu đánh giá tác động của các yếu tố liên quan của phát triển công nghiệp đối với LCF:

$$LLCF_{it} = \beta_0 + \beta_1 LIVA_{it} + \beta_2 LIND_{it} + \beta_3 LIPW_{it} + \beta_4 LEC_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Trong phương trình (1), FLC, IVA, IPW, EC biểu thị cho hệ số khả năng chịu tải, giá trị gia tăng công nghiệp, năng suất lao động công nghiệp, mức tiêu thụ điện bình quân. β và μ lần lượt biểu thị hệ số hồi quy và sai số của mô hình. Trong mô hình, các biến được chuyển đổi thành logarit tự nhiên. Phương trình (1) minh họa cho các ước tính dài hạn. Tuy nhiên, nghiên cứu này quan tâm đến cả ước tính ngắn hạn và dài hạn và cách tốt nhất để tiến gần hơn đến mục tiêu của nghiên cứu là ước tính mối quan hệ bằng mô hình sau:

$$\begin{aligned} \Delta LLCF_{it} = & \alpha_0 + \sum_{p=1}^{n1} \alpha_{1p} \Delta LLCF_{it-p} + \sum_{p=0}^{n2} \alpha_{2p} \Delta LIVA_{it-p} + \sum_{p=0}^{n3} \alpha_{3p} \Delta LIND_{it-p} + \sum_{p=0}^{n4} \alpha_{4p} \Delta \\ & LIPW_{it-p} + \sum_{p=0}^{n5} \alpha_{5p} \Delta LEC_{it-p} + \delta_1 LLCF_{it-1} + \delta_2 LIVA_{it-1} + \delta_3 LIND_{it-1} + \delta_4 LIPW_{it-1} + \delta_5 LEC_{it-1} + \mu_{it} \quad (2) \end{aligned}$$

Pesaran & cộng sự (1999) mô tả phương trình (2) là Panel ARDL - Phân phối trễ tự hồi quy trên dữ liệu bảng. Cách tiếp cận này hấp dẫn hơn khi so sánh với mô hình bảng động khác (xem Arrelano & Bover, 1995), vì có thể tạo ra giá trị ước tính trung bình ổn định hơn bằng cách mô phỏng PMG (Nhóm trung bình gộp) hoặc MG (Nhóm trung bình). Ngoài ra, phương pháp này có thể ước tính hiệu quả đối với số lượng quan sát nhỏ và có thể xử lý các tính chất tích hợp của các biến (các biến có I(0) và I(1)).

Cách tiếp cận truyền thống là sử dụng lượng khí thải CO₂ làm đại diện cho mức ô nhiễm môi trường vì CO₂ chiếm tỷ lệ cao nhất trong tổng mức phát thải. Tuy nhiên, một nhóm nhà nghiên cứu lập luận rằng mặc dù suy thoái môi trường là một vấn đề phức tạp, nhưng mức phát thải khí CO₂ chỉ tập trung vào một chiều

của ô nhiễm môi trường. Do đó, họ đã đề xuất sử dụng dấu chân sinh thái (EF) vì EF xem xét các chiều khác của suy thoái môi trường (Erdogan & Okumus, 2021). Tuy nhiên, một số nghiên cứu gần đây (như Pata & Isik, 2021; Jin & Huang, 2023) đã áp dụng hệ số khả năng chịu tải (LCF) do Siche & cộng sự (2010) phát triển và coi đây là chỉ số vượt trội về hiệu suất môi trường vì mô hình hóa cả chiều cầu và cung của môi trường. LCF cho thấy khả năng của một quốc gia có vượt qua giới hạn bền vững của họ hay không. LCF được ước tính bằng cách chia năng lực sinh học cho EF của quốc gia đó. Dựa trên chỉ số này, môi trường được coi là bền vững nếu LCF bằng 1 hoặc cao hơn và không bền vững nếu LCF nhỏ hơn 1. Giới hạn bền vững là 1 (Pata & Isik, 2021).

Phát triển công nghiệp là nội dung quan trọng và gắn bó chặt chẽ với sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa ở các quốc gia ASEAN. Do đó, nghiên cứu này sử dụng chỉ tiêu IVA (như Demiral & cộng sự, 2023; Mitić & cộng sự, 2020), IND (như Mitić & cộng sự, 2024; Appiah & cộng sự, 2021; Jin & Huang, 2023) sẽ mang lại một số lợi thế, cho phép đánh giá tập trung hơn vào tác động đến LCF của các hoạt động công nghiệp ở các quốc gia ASEAN. Điều này rất có giá trị khi giải quyết các vấn đề liên quan đến tính bền vững môi trường bởi vì khu vực công nghiệp ngày càng mở rộng ở ASEAN và công nghiệp hóa có vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy tăng trưởng GDP của ASEAN, là thước đo tốt hơn cho tiến bộ kinh tế (Rahman & Alam, 2022).

Tiếp theo các công trình của Chen & cộng sự (2022); Al-Jafari & Altaee (2023), nghiên cứu này cũng sử dụng IPW làm thước đo hoạt động kinh tế. Tính hợp lệ của việc sử dụng IPW làm chỉ số phát triển kinh tế xuất phát từ thực tế rằng tăng trưởng năng suất là động lực chính của tăng trưởng thu nhập bền vững và giảm nghèo (Dieppe, 2021). Hơn nữa, để xác nhận tính hợp lý của giả thuyết EKC, IPW được đưa vào như một biến giải thích để giảm thiểu các vấn đề môi trường (Andriamahery & Qamruzzaman, 2022).

Quá trình công nghiệp hóa đòi hỏi sử dụng năng lượng nhiều hơn và do đó kích thích phát thải đã được tìm thấy ở nhiều nghiên cứu trong phân tổng quan. Tiêu thụ điện đã được đưa vào như một biến giải thích ảnh hưởng đến phát thải CO₂ ở một số nghiên cứu (như Lin & Li, 2020; Mitić & cộng sự, 2024)

3.2. Dữ liệu

Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu chuỗi thời gian hàng năm, trải dài từ năm 1995 đến năm 2022 cho 8 quốc gia ASEAN (Brunei Darussalam, Vietnam, Cambodia, Indonesia, Philippines, Singapore, Thailand, Malaysia). Khoảng thời gian và quốc gia được chọn là do sự có sẵn của dữ liệu. Dữ liệu sử dụng được lấy từ một số nguồn được quốc tế công nhận. Bảng 1 trình bày việc đo lường và các nguồn dữ liệu tương ứng của các biến.

Bảng 1: Mô tả biến

Biến	Ký hiệu	Đo lường	Nguồn
Hệ số khả năng chịu tải	LCF	<i>Năng lực sinh học</i> <i>Dấu chân sinh thái</i>	Global Footprint Network
Giá trị gia tăng công nghiệp	IVA	Giá trị gia tăng công nghiệp (giá cố định năm 2015, USD)	World Development Indicators
Tỷ trọng giá trị gia tăng công nghiệp	IND	Tỷ trọng giá trị gia tăng công nghiệp so với GDP (% GDP)	
Năng suất lao động công nghiệp	IPW	Giá trị gia tăng công nghiệp trên mỗi lao động (giá cố định năm 2015, USD)	
Tiêu thụ điện	EC	Mức tiêu thụ điện bình quân (kWh)	International Energy Agency

Nguồn: Tổng hợp của tác giả.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Phân tích thống kê mô tả

Bảng 2 trình bày thống kê mô tả của các biến trong mô hình nghiên cứu. Từ mẫu nghiên cứu cho thấy giá trị trung bình của biến LCF là 0,56287, với giá trị nhỏ nhất là 0,0059 được tìm thấy ở Singapore và giá trị lớn nhất là 2,47345 được tìm thấy ở Philippines. Tất cả tám quốc gia đều có giá trị trung bình của LFC nhỏ hơn 1, cho thấy các điều kiện môi trường hiện tại là không bền vững. IVA lớn nhất thuộc về Indonesia vào

năm 2022. Những quốc gia có IVA lớn hơn giá trị trung bình là Indonesia, Philippines, Malaysia. ASEAN là khu vực có mức độ công nghiệp hóa cao, tỷ lệ giá trị gia tăng công nghiệp trong GDP trung bình là 38,40%. Năng suất lao động công nghiệp công nghiệp trên mỗi lao động trung bình là 26.484,53 USD. Năng suất lao động hàng năm tăng nhưng có sự chênh lệch lớn giữa các quốc gia, cao nhất là 209.866,9 USD thuộc về Singapore, thấp nhất là 1.988,325 USD thuộc về Brunei. Tuy nhiên, mức tăng trưởng năng suất lao động tại các quốc gia thành viên ASEAN là do tăng cường vốn. Vai trò của vốn con người còn tương đối hạn chế trong việc thúc đẩy năng suất lao động. Singapore đạt được hiệu suất vốn con người tốt nhất trong số các quốc gia thành viên ASEAN. Một số quốc gia ASEAN như Singapore, Malaysia và Việt Nam đã ưu tiên phát triển các hệ thống sản xuất tiên tiến. Điều này thể hiện rõ qua việc công bố lộ trình phát triển công nghiệp và các kế hoạch, chiến lược đầu tư trong ngành công nghiệp thông minh, công nghiệp Internet vạn vật (IoT), robot tiên tiến và các ứng dụng điện toán đám mây cho sản xuất. Tiêu thụ điện bình quân đầu người là 3,1797 kWh, trong đó Brunei, Malaysia, Singapore, Thailand là các quốc gia có mức tiêu thụ điện bình quân lớn hơn mức trung bình chung của tám quốc gia. Các quốc gia có mức tiêu thụ điện bình quân lớn cũng là các quốc gia có LCF thấp hơn, ngoại trừ trường hợp của Malaysia, Philippines.

Bảng 2: Thống kê mô tả

	LCF	IVA	IND	IPW	EC
Giá trị trung bình	0,5567157	8.76e+10	38,40149	26484,53	3,179688
Giá trị lớn nhất	2,47345	4.22e+11	74,11302	209866,9	11,983
Giá trị nhỏ nhất	0,0058535	5.43e+08	14,26204	1988,325	0,013
Độ lệch chuẩn	0,3067743	8.81e+10	12,07966	35941,62	3,366828
Số quan sát	224	224	224	224	224

Nguồn: Tính toán của tác giả.

Bảng 3: Phân tích tương quan và đa cộng tuyến

	LLCF	LIVA	LIND	LIPW	LEC	VIF	1/VIF
LLCF	1,0000						
LIVA	-0,0880	1,0000				4,20	0,238368
LIND	0,2917**	0,1891**	1,0000			3,18	0,314918
LIPW	-0,6072**	0,1360**	-0,6790**	1,0000		2,11	0,474753
LEC	-0,5358**	0,2957**	0,5053**	0,0381	1,0000	1,20	0,834142
Mean VIF						2,67	

*Ghi chú: ** $p < 0,05$.*

Nguồn: Tính toán từ tác giả.

Kết quả ở Bảng 2 cũng cho thấy độ lớn của các hệ số tương quan giữa các biến độc lập đều nhỏ hơn 0,7 và có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 5%. Hơn nữa, kết quả kiểm định đa cộng tuyến theo Bảng 3 cho thấy các giá trị hệ số VIF đều nhỏ hơn 5, do đó tất cả đều nằm trong phạm vi được chấp nhận.

4.2. Phân tích kết quả nghiên cứu

Trong bối cảnh toàn cầu hóa, các quốc gia ASEAN ngày càng trở nên phụ thuộc lẫn nhau, đặc biệt khi họ có sự gần gũi về mặt địa lý và liên kết kinh tế. Sự tác động của các cú sốc xuyên biên giới là một ví dụ rõ ràng về sự kết nối này. Chẳng hạn như những thay đổi trong chính sách công, áp dụng công nghệ mới, đầu tư vào môi trường, các hiệp định thương mại, tất cả đều có thể tác động đến các quốc gia khác trong khu vực. Do đó, điều cần thiết là phải xem xét các tác động lan tỏa tiềm ẩn của sự phụ thuộc khi phân tích dữ liệu trong bối cảnh các quốc gia phụ thuộc lẫn nhau. Xét đến các đặc điểm của tập dữ liệu, nghiên cứu sử dụng thử nghiệm Pesaran để kiểm tra sự phụ thuộc chéo của các đối tượng. Kết quả $Pr = 1,0750 > 5\%$, chứng tỏ với dữ liệu này cho thấy không có sự phụ thuộc chéo giữa các đối tượng.

Trước khi đi vào việc kiểm định đồng tích hợp, nghiên cứu thực hiện các kiểm nghiệm gốc đơn vị khác nhau. Ba kiểm tra gốc đơn vị được thực hiện là Levin, Lin và Chin (LLC), Im, Pesaran và Shin (IPS) và Harris-Tzavalis (HT). Kết quả được trình bày trong Bảng 4, cho thấy hầu hết các biến đều dừng ở $I(0)$, $I(1)$

với cả ba kiểm nghiệm đơn vị.

Bảng 4: Kiểm định nghiệm đơn vị

	LLC			IPS			HT		
	I(0)	I(1)		I(0)	I(1)		I(0)	I(1)	
LLCF	-3,4801	-12,2097 ***	I(1)	-0,0836	-8,6392 ***	I(1)	0,6450	-0,4617***	I(1)
LIVA	-1.5533*	-6,6116***	I(0)	2,0802	-7,4875***	I(1)	0,9761	0,0278***	I(1)
LIND	-0,5678	-6,2122***	I(1)	0,3371	-7,6491 ***	I(1)	0,9113	0,0459***	I(1)
LIPW	0,3513	-6,2507***	I(1)	1,4918	-8,2885***	I(1)	0,9744	-0,0887***	I(1)
LEC	-2,6075***	-7,0867***	I(0)	-0,6767	-7,3929***	I(1)	0,9748	0,0270***	I(1)

Ghi chú: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Nguồn: Tính toán của tác giả.

Kiểm định đồng tích hợp Pedroni và kiểm định đồng tích hợp Kao được thực hiện, kết quả Bảng 5 cho thấy giữa các biến trong mô hình có mối quan hệ đồng tích hợp trong dài hạn. Nghiên cứu sử dụng phương pháp vòng lặp để tìm độ trễ tối ưu cho các biến, theo đó nghiên cứu ước lượng mô hình ARDL (1,0,0,0,0).

Kết quả ở Bảng 6 cho thấy hệ số ước tính của ECM(-1) có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 1% và bằng -0,479,

Bảng 5: Kiểm định đồng tích hợp

Kiểm định	Thống kê t	Giá trị p
<i>Pedroni:</i>		
- Modified Phillips–Perron t	1,9757**	0,0241
- Phillips–Perron t	-7,3514***	0,0000
- Augmented Dickey–Fuller t	-4,7811***	0,0000
<i>Kao:</i>		
Modified Dickey–Fuller t	-0,2557	0,3991
Dickey–Fuller t	3,7916***	0,0001
Augmented Dickey–Fuller t	2,3077**	0,0105
Unadjusted modified Dickey–Fuller t	-11,1021***	0,0000
Unadjusted Dickey–Fuller t	-9,8638***	0,0000

Ghi chú: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Nguồn: Tính toán của tác giả.

Bảng 6: Bảng ước tính ARDL – PMG

Biến	Hệ số	Giá trị p
Ước lượng dài hạn		
LIVA	-0,2370695***	0,001
LIND	-0,0221842	0,762
LIPW	0,4541474 ***	0,000
LEC	-0,1860451***	0,000
Ước lượng ngắn hạn		
ECM(-1)	-0,4790106	0,001
Δ LLCF(-1)	-0,1111243	0,403
Δ LIVA	-0,2577441	0,510
Δ LIND	-0,2577441	0,894
Δ LIPW	0,0235506	0,904
Δ LEC	0,2397166	0,400
C	0,5220794	0,063
Pesaran's test	Pesaran's test = -0,094, Prob = 1,0750	

Ghi chú: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Nguồn: Tính toán của tác giả.

điều này cho phép các ước tính dài hạn. Kết quả trong dài hạn cho thấy các hệ số ước tính của LIVA, LEC có ý nghĩa và ảnh hưởng tiêu cực, nghĩa là tăng 1% trong LIVA, LEC làm giảm LLCF tương ứng là 0,237%; 0,186%. Còn hệ số ước tính của LIPW là dương và có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 1%, tức là tăng 1% của LIPW làm tăng LLCF 0,454%. Kết quả cho thấy, phát triển công nghiệp thể hiện ở sự gia tăng của IVA làm giảm tính bền vững môi trường, nhưng IPW tăng lên lại làm tăng tính bền vững môi trường. Tác động của LIND đến sự bền vững môi trường không có ý nghĩa thống kê ở nhóm các quốc gia nghiên cứu. Trong ngắn hạn, tác động của LIVA, LIND, LIPW cùng chiều với sự tác động của các biến này trong dài hạn, tuy nhiên sự tác động được tìm thấy không có ý nghĩa thống kê. Do đó, có thể kết luận rằng trong ngắn hạn, kết quả không thuyết phục đối với các biến chính và điều tương tự cũng đúng đối với các biến kiểm soát (LEC).

4.3. Thảo luận kết quả nghiên cứu

IVA ảnh hưởng tiêu cực đến LCF vì IVA cao hơn hay tăng sẽ làm tăng lượng khí thải và giảm tính bền vững môi trường. Ảnh hưởng tiêu cực đáng kể của IVA đối với tính bền vững môi trường cũng được chứng thực bởi nghiên cứu do Kusumawardhani & cộng sự (2022) thực hiện trong trường hợp của Indonesia (có mối quan hệ tích cực đáng kể giữa IVA và lượng khí thải CO₂) hay trường hợp các quốc gia ASEAN 9 trong nghiên cứu của Claire & Widyawati (2023) (IVA có mối quan hệ tích cực đáng kể với lượng khí thải CO₂ ở giai đoạn đầu của quá trình công nghiệp hóa). Các kết quả này cho thấy gia tăng IVA ở các nước ASEAN có tác động tiêu cực đến tính bền vững môi trường vì hầu hết các nước ASEAN đều là các nước đang phát triển và đang mở rộng quy mô ngành công nghiệp. Hơn nữa, lý thuyết đường cong Kuznets môi trường giải thích rằng các quốc gia trong giai đoạn công nghiệp hóa có xu hướng khai thác mạnh các nguồn tài nguyên để thúc đẩy các hoạt động kinh tế, dẫn đến tác động tiêu cực đến môi trường. Đồng thời, Cahyadin & cộng sự (2021) cũng giải thích rằng động lực của nền kinh tế toàn cầu sẽ ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng môi trường vì các nước đang phát triển như các nước ASEAN đang tích cực phát triển kinh tế nhằm đưa nền kinh tế của quốc gia lên quy mô toàn cầu.

Nghiên cứu đưa ra bằng chứng thực nghiệm hỗ trợ mối quan hệ trực tiếp giữa IPW và LCF. Điều này làm nổi bật vai trò quan trọng của năng suất lao động trong việc thúc đẩy tính bền vững của môi trường. IPW có tác động tích cực và có ý nghĩa đến LCF, ngụ ý rằng IPW càng cao thì tính bền vững môi trường cũng được cải thiện. Năng suất cao hơn có thể cho thấy ngành công nghiệp đang hoạt động gần hơn với ranh giới công nghệ. Nói cách khác ngành công nghiệp có khả năng phát triển và tiếp thu công nghệ mới nhất, có thể tiết kiệm năng lượng hơn và phát thải thấp hơn. Kết quả của nghiên cứu này cũng tương tự kết quả trong nghiên cứu của Kaitila (2023), Chen & cộng sự (2022), Al-Jafari & Altaee (2023) đều cho rằng lượng khí thải bắt đầu giảm khi năng suất lao động tăng.

Bảng 7 trình bày kết quả phân tích nhân quả, cho thấy các biến độc lập như IVA, IND và biến kiểm soát

Bảng 7: Kiểm định nhân quả

Giả thuyết	W-statistic	Z-bar statistic	Giá trị p
LIVA → LLCF	3,0582	4,1164***	0,0000
LLCF → LIVA	5,9067	9,8133***	0,0000
LIND → LLCF	25,3785	13,8928***	0,0000
LLCF → LIND	12,7540	4,3496***	0,0000
LIPW → LLCF	15,4348	6,3761***	0,0000
LLCF → LIPW	2,8241	3,6482***	0,0003
LEC → LLCF	10,2173	2,4320**	0,0150
LLCF → LEC	14,0078	5,2974***	0,0000

Ghi chú: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Nguồn: Tính toán của tác giả.

EC đều có mối quan hệ nhân quả hai chiều với LCF. Điều này có nghĩa là trong khi LCF được tạo ra bởi IVA, IND, EC thì LCF cũng chịu trách nhiệm cho IVA, IND, EC. Kết quả này chỉ rõ rằng phát triển công nghiệp là nguyên nhân gây ra những tác động bất lợi đến môi trường, những phát hiện này tương thích với nghiên cứu của Appiah & cộng sự (2021), Mirza & cộng sự (2022). Bởi ngành công nghiệp là ngành tiêu tốn nhiều năng lượng, phụ thuộc nhiều vào nhiên liệu hóa thạch, và phát thải lớn. Đồng thời, sự gia tăng hoạt động

công nghiệp có thể làm cho mức tiêu thụ điện tăng, dẫn đến lượng khí thải CO₂ từ các nhà máy điện tăng lên. Do đó, mối quan hệ giữa IVA, IND, EC và tính bền vững môi trường được quan sát thấy trong nghiên cứu trở nên hợp lý. Điều này cũng cho thấy nhu cầu chuyển đổi sang các hoạt động công nghiệp tiết kiệm năng lượng và công nghệ tiên tiến để có được sự bền vững môi trường ở các nước ASEAN. Nghiên cứu cũng xác nhận mối quan hệ nhân quả hai chiều từ IPW đến LCF, điều này chứng minh tầm quan trọng của IPW trong việc thúc đẩy tính bền vững môi trường.

5. Kết luận và hàm ý chính sách

Nghiên cứu này được tiến hành nhằm xác định mối quan hệ giữa giá trị gia tăng công nghiệp (IVA), năng suất lao động công nghiệp (IPW), tỷ trọng giá trị gia tăng công nghiệp so với GDP (IND), tiêu thụ điện bình quân (EC) và tính bền vững môi trường (LCF). Dữ liệu bảng của tám nước ASEAN trong giai đoạn 1995-2022 được sử dụng cho phân tích. Kỹ thuật hồi quy nhóm trung bình gộp (PMG-ARDL) và kiểm tra nhân quả được sử dụng để xác định các mối quan hệ dài hạn và ngắn hạn giữa các biến. Kết quả ước tính cho thấy tồn tại của mối quan hệ dài hạn giữa các biến và chỉ ra các tác động tiêu cực và tích cực trong dài hạn. IVA, ELE làm giảm LCF và IPW làm tăng LCF. Ngoài ra, kiểm định nhân quả cho thấy mối quan hệ hai chiều giữa LCF và các biến giải thích. Các phát hiện thực nghiệm của nghiên cứu cung cấp những hiểu biết có giá trị để xác định các yếu tố quyết định đến tính bền vững môi trường ở các nước ASEAN. Những kết quả này có thể là những căn cứ có giá trị giúp các nhà hoạch định chính sách ở ASEAN xây dựng các biện pháp chiến lược hướng tới đạt được mục tiêu phát triển công nghiệp bền vững.

Kết quả của nghiên cứu cho thấy rằng gia tăng sản xuất công nghiệp và việc tiêu thụ điện đang làm giảm tính bền vững môi trường ở khu vực ASEAN. Điều này nhấn mạnh nhu cầu cấp thiết về các chính sách thúc đẩy hiệu quả năng lượng, đầu tư vào các nguồn năng lượng tái tạo và thực thi các quy định về phát thải để giảm thiểu tác động đến môi trường. Năng lượng mặt trời, gió, địa nhiệt, sinh khối, thủy điện và sóng thủy triều đều có sẵn với số lượng lớn ở tất cả các nước ASEAN. Chuyển đổi năng lượng có thể được coi là giải pháp quan trọng. Tuy nhiên, chi phí cho quá trình này thường cao nên các nhà hoạch định chính sách cần đa dạng hóa lộ trình và sử dụng các công cụ chính sách khác nhau. Thêm vào đó là thiết kế các ưu đãi kinh tế hiệu quả nhằm thúc đẩy trách nhiệm với môi trường và kích thích đổi mới công nghệ bền vững. Những nỗ lực hợp tác trong việc chia sẻ công nghệ, kiến thức cũng có thể tạo điều kiện cho hành động tập thể hướng tới mục tiêu giảm phát thải trong khu vực ASEAN.

Mối liên hệ chặt chẽ giữa năng suất lao động tăng và tính bền vững môi trường ủng hộ quan điểm cho rằng năng suất lao động trong công nghiệp có thể thúc đẩy bền vững môi trường. Do đó, thứ nhất, các nhà hoạch định chính sách ở các quốc gia ASEAN nên thúc đẩy đầu tư vào các giải pháp công nghệ mới. Trong đó, đặc biệt tăng cường đầu tư vào R&D thông qua thu hút các nhà đầu tư nước ngoài để tài trợ cho nhu cầu phát triển công nghệ và tăng chi tiêu của chính phủ cho R & D. Tăng cường đầu tư vào R&D sẽ kích thích đổi mới và tạo ra nhiều công nghệ thân thiện với môi trường, giảm sự phụ thuộc vào các quốc gia tiên tiến về sản xuất công nghệ và đảm bảo tính bền vững môi trường. Thêm vào đó, phát triển các công nghệ mới sẽ khuyến khích ngành công nghiệp sản xuất các sản phẩm có giá trị gia tăng cao (như máy móc và thiết bị điện tử...) và thúc đẩy tăng năng suất. Thứ hai, các quốc gia ASEAN có thể cần phân bổ nguồn lực hiệu quả để phát triển vốn con người thông qua đào tạo, giáo dục và nâng cao kỹ năng, khuyến khích khu vực tư nhân và các doanh nghiệp tham gia vào đào tạo nhân lực công nghiệp chất lượng cao để vừa phát triển công nghiệp vừa đảm bảo tính bền vững môi trường. Điều quan trọng là phát triển kỹ năng không chỉ để đáp ứng nhu cầu hiện tại của ngành công nghiệp mà còn thúc đẩy tái cấu trúc kinh tế. Do đó, đặc biệt là phát triển các kỹ năng cấp cao, kỹ năng mới cho sự phát triển của các ngành công nghiệp mới do công nghệ mới tạo ra.

Tài liệu tham khảo:

- Ali, U., Guo, Q., Nurgazina, Z., Sharif, A., Kartal, M.T., Depren, S.K. & Khan, A. (2023), 'Heterogeneous impact of industrialization, foreign direct investments, and technological innovation on carbon emissions intensity: Evidence from Kingdom of Saudi Arabia', *Applied Energy*, 336, 120804. doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.120804.
- Al-Jafari, M.K. & Altaee, H.H.A. (2023), 'The role of labor productivity in reducing carbon emission utilizing the method of moments quantile regression: Evidence from top 40 emitter countries', *International Journal of Economics and Finance*, 15(3). doi.10.5539/ijef.v15n3p1.
- Andriamahery, A. & Qamruzzaman, M. (2022), 'A symmetry and asymmetry investigation of the nexus between environmental sustainability, renewable energy, energy innovation, and trade: Evidence from environmental Kuznets curve hypothesis in selected MENA countries', *Energy Res*, 9, 778202. doi.10.3389/fenrg.2021.778202.
- Appiah, M., Li, F. & Korankye, B. (2021), 'Modeling the linkages among CO2 emission, energy consumption, and industrialization in Sub-Saharan African (SSA) countries', *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 38506-38521. doi:10.1007/s11356-021-12412-z.
- Arellano, M. & Bover, O. (1995), 'Another look at the instrumental variable estimation of error-components models', *Journal of Econometrics*, 68(1), 29-51.
- ASEAN (2021), *ASEAN State of Climate Change Report*, ASCCR-e-publication-Correction_8-June.pdf (asean.org)
- Cahyadin, M., Sari, V.K. & Juwita, A.H. (2021), 'New evidence of environmental Kuznets Curve hypothesis in developing countries', *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 22(2), 251-262. DOI:10.23917/jep.v22i2.15794.
- Candra, K.A. (2018), 'Analysis of the influence of economic growth and foreign investment on carbon dioxide emissions in eight ASEAN countries for the 2004-2013 period', *Calyptra*, 7(1), 2646-2661.
- Chen, X., Ma, W. & Valdmanis, V. (2022), 'Can labor productivity growth reduce carbon emission? Evidence from OECD countries and China', *Management of Environmental Quality*, 33(3), 644-656. doi.10.1108/MEQ-10-2021-0240.
- Claire, B. & Widyawati, D. (2023), 'Impact of industrialization and renewable energy on carbon dioxide emission in 9 ASEAN countries', *Economic Journal of Emerging Markets*, 15(2), 183-198. doi.10.20885/ejem.vol15.iss2.art6.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H. & Wheeler, D. (2002), 'Confronting the environmental Kuznets curve', *Journal of economic perspectives*, 16(1), 147-168. DOI: 10.1257/0895330027157.
- Demiral, M., Haykır, Ö. & Emine Dilara Aktekin-Gök, E.D. (2023), 'Environmental pollution effects of economic, financial, and industrial development in OPEC: Comparative evidence from the environmental Kuznets curve perspective', *Environment, Development and Sustainability*, 26(10), 24905-24936. doi.org/10.1007/s10668-023-03663-6.
- Dieppe, A. (2021), *Global Productivity: Trends, Drivers, and Policies*, Washington, DC: World Bank.
- Erdogan, S. & Okumus, I. (2021), 'Stochastic and club convergence of ecological footprint: An empirical analysis for different income group of countries', *Ecological Indicators*, 121, 107123.
- IEA (2020), *Sustainable Recovery: World Energy Outlook Special Report*, IEA, Paris.
- Jermisittiparsert, K. (2021), 'Does urbanization, industrialization, and income unequal distribution lead to environmental degradation? Fresh evidence from ASEAN', *International Journal of Economics and Finance Studies*, 13(2), 253-272.
- Jin, G. & Huang, Z. (2023), 'Asymmetric impact of renewable electricity consumption and industrialization on environmental sustainability: Evidence through the lens of load capacity factor', *Renewable Energy*, 212, 514-522.
- Kaitila, V. (2023), *Labour productivity and development of carbon competitiveness industry-level evidence from Europe*, ETLA Report, pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-139.pdf.
- Kusumawardhani, H.A., Susilowati, I. & Melati, F.C. (2022), 'Analysis of environmental degradation in Indonesia based on value added industry, economic growth, and energy consumption', *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(6), 17211726.
- Lin, B. & Li, Z. (2020), 'Is more use of electricity leading to less carbon emission growth? An analysis with a panel threshold model', *Energy Policy*, 137, doi.10.1016/j.enpol.2019.111121.

-
- Liu, X. & Bae, J. (2018), 'Urbanization and industrialization impact of CO2 emissions in China', *Journal of Cleaner Production*, 172, 178-186.
- Mensah, C.N., Long, X., Dauda, L., Boamah, K.B., Salman, M., Appiah-Twum, F. & Tachie, A.K. (2019), 'Technological innovation and green growth in the organization for economic cooperation and development economies', *Journal of Cleaner Production*, 240, 118204.
- Mirza, F.M., Sinha, A., Khan, J.A., Kalugina, O.A. & Zafar, M. (2022), 'Impact of energy efficiency on CO2 emissions: Empirical evidence from developing countries', *Gondwana Research*, 106, 64-77. doi.10.1016/j.gr.2021.11.017.
- Mitić, P., Fedajev, A., Radulescu, M., Hudea, O.S. & Streimikiene, D. (2024), 'Fostering green transition in Central and Eastern Europe: Carbon dioxide emissions, industrialization, financial development, and electricity nexus', *Technological and Economic Development of Economy*, 30(4), 1009-1036. doi.10.3846/tede.2024.20630.
- Mitić, P., Kostić, A., Petrović, E. & Cvetanović, S. (2020), 'The relationship between CO2 emissions, industry, services and gross fixed capital formation in the Balkan countries', *Engineering Economics*, 31(4), 425-436. doi.org/10.5755/j01.ee.31.4.24833.
- Nasir, M.A., Canh, N.P. & Le, T.N.L. (2021), 'Environmental degradation & role of financialization, economic development, industrialization and trade liberalization', *J. Environ. Manag.*, 277, 111471. doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25681.
- Opoku, E.E.O. & Aluko, O.A. (2021), 'Heterogeneous effects of industrialization on the environment: Evidence from panel quantile regression', *Struct. Change Econ. Dyn.*, 59, 174-184.
- Pata, U.K. & Isik, C. (2021), 'Determinants of the load capacity factor in China: A novel dynamic ARDL approach for ecological footprint accounting', *Resou. Policy*, 74, 102313. doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102313.
- Pesaran, M.H., Shin, Y. & Smith, R.P. (1999), 'Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels', *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621-634. doi.10.1080/01621459.1999.10474156.
- Rahman, M.M. & Alam, K. (2022), 'Impact of industrialization and non-renewable energy on environmental pollution in Australia: Do renewable energy and financial development play a mitigating role?', *Renewable Energy*, 195, 203-213. doi.org/10.1016/j.renene.2022.06.012.
- Ross, A.G., McGregor, P.G., Swales, J.K. & Roy, G. (2023), 'Examining the interplay of labour productivity policies and industrial-energy-environmental policy goals', *International Journal of Energy Research*, 1-12. doi.10.1155/2023/6622968.
- Shahzad, U., Ferraz, D., Dogan, B. & Rebelatto, D.A.N. (2020), 'Export product diversification and CO2 emissions: Contextual evidence from developing and developed economies', *Journal of Cleaner Production*, 276, 124146.
- Siche, R., Pereira, L., Agostinho, F. & Ortega, E. (2010), 'Convergence of ecological footprint and emergy analysis as a sustainability indicator of countries: Peru as case study', *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15(10), 3182-3192.
- Sulaiman, C., Abdul-Rahim, A.S., Samad, A.S.A., Muhammad-Jawad, I., Zainal Abidin, N.S. & Shaari, N.F. (2022), 'Impact of manufacturing value added on environmental degradation: Empirical evidence from India', *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1102, 012035. doi:10.1088/1755-1315/1102/1/012035.
- Tan, C.C. & Tan, S. (2018), 'Energy consumption, CO2 emissions, and economic growth: A causality analysis for Malaysian industrial sector', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(4), 254-258.