
NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO, DẤU CHÂN VẬT CHẤT, TĂNG TRƯỞNG KINH TẾ VÀ Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG TẠI CÁC THỊ TRƯỜNG MỚI NỔI ĐÔNG NAM Á

Lê Thị Thuý Hằng
Trường Đại học Tài chính - Marketing
Email: ltt.hang@ufm.edu.vn

Mã bài báo: JED-1677
Ngày nhận: 20/01/2024
Ngày nhận bản sửa: 25/02/2024
Ngày duyệt đăng: 02/3/2024
Mã DOI: 10.33301/JED.V1.1677

Tóm tắt:

Các quốc gia đã có chiến lược để triển khai năng lượng tái tạo trong những năm gần đây. Mục tiêu chính của chiến lược mới này không chỉ là tham gia giảm phát thải khí nhà kính và tôn trọng các cam kết quốc tế về bảo vệ môi trường mà còn có thể giảm sự phụ thuộc vào năng lượng bằng cách kích thích sản xuất năng lượng sạch, đảm bảo an ninh năng lượng và cho phép tiếp cận rộng rãi năng lượng ở khu vực nông thôn. Nghiên cứu kiểm tra mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế, năng lượng tái tạo, khí thải CO₂ và dấu chân vật chất bằng cách sử dụng dữ liệu hàng năm của các thị trường mới nổi Đông Nam Á từ năm 2000 đến năm 2021. Để kiểm tra mối quan hệ nhân quả giữa tăng trưởng kinh tế và ô nhiễm môi trường, nghiên cứu sử dụng mô hình PVAR theo phương pháp hồi quy GMM. Nghiên cứu này có thể đóng góp vào các nghiên cứu thực nghiệm cụ thể: Thứ nhất, nghiên cứu nhấn mạnh sự đánh đổi giữa tăng trưởng kinh tế và biến đổi khí hậu, ô nhiễm môi trường ở các thị trường mới nổi. Thứ hai, Tăng cường sử dụng rộng rãi các nguồn năng lượng tái tạo theo từng giai đoạn, sự cần thiết của các quy trình và quy trình sản xuất sạch hơn là cần thiết vì không khí và các chỉ số sinh thái khác cũng có thể bị ảnh hưởng bởi mức độ sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo hiện tại.

Từ khóa: Ô nhiễm môi trường, dấu chân vật chất, PVAR, năng lượng tái tạo, Đông Nam Á.

Mã JEL: C23, G32, G34.

Renewable energy, material footprint, economic growth and environmental pollution in Southeast Asia emerging markets

Abstract:

Countries have had strategies to deploy renewable energy in recent years. The main goal of this new strategy is not only to participate in reducing greenhouse gas emissions and respect international commitments on environmental protection, but also to reduce energy dependence by stimulating energy production, ensuring energy security and allowing widespread access to energy in rural areas. The study examines the relationship between economic growth, renewable energy, CO₂ emissions and material footprint by using annual data for Southeast Asian emerging markets from 2000 to 2021. To test the causal relationship between economic growth and environmental pollution, the research employs the PVAR model using the GMM regression method. This study can contribute to specific empirical studies: (i) the study emphasizes the trade-off between economic growth and climate change and environmental pollution in emerging markets; (ii) increasing the widespread use of renewable energy sources in stages, the need for cleaner production processes and processes is necessary because air and other ecological indicators can also be affected by the current level of use of renewable energy sources.

Keywords: Environmental pollution, material footprint, PVAR, renewable energy, Southeast Asia.

JEL Codes: C23, G32, G34.

1. Giới thiệu

Cuộc cách mạng công nghiệp đã thành hiện thực trên thế giới vào đầu thế kỷ 19, đã mở rộng nhu cầu năng lượng vì các hoạt động sản xuất kinh doanh của các nền kinh tế mới nổi cần lượng năng lượng khổng lồ. Để đáp ứng các yêu cầu của hệ thống sản xuất và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế (GDP) ở nhiều quốc gia khác nhau, việc sử dụng các nhiên liệu hóa thạch, than và dầu thải ra một lượng lớn khí nhà kính và thúc đẩy biến đổi khí hậu. Việc đốt cháy các nhiên liệu hóa thạch tạo ra nhiều loại ô nhiễm không khí xung quanh như các loại khí độc khác nhau, điển hình là phát thải carbon dioxide (CO₂), làm suy yếu môi trường, tăng cường hiệu ứng nhà kính và gây ra hiện tượng nóng lên toàn cầu. Nhu cầu năng lượng ngày càng tăng thúc đẩy tăng trưởng kinh tế, nhưng việc sử dụng năng lượng cũng là nguồn gốc của việc thải khí nhà kính, gây tác động tiêu cực đến tính bền vững cũng như tiềm ẩn biến đổi khí hậu toàn cầu. Những hành vi tiêu thụ tài nguyên một cách không kiểm soát là nguyên nhân chính gây ra ba cuộc khủng hoảng khí hậu hành tinh, chẳng hạn như mất đa dạng sinh học, cạn kiệt tài nguyên và suy thoái sinh thái. Việc tính toán thích hợp tác động môi trường của việc tiêu thụ tài nguyên thiên nhiên là bắt buộc để đo lường tiến trình của các quốc gia hướng tới đạt được Mục tiêu phát triển bền vững (SDG) là “tiêu dùng và sản xuất tài nguyên có trách nhiệm”. Biện pháp đáng tin cậy là quản lý tài nguyên thiên nhiên được điều chỉnh theo thương mại (dấu chân vật chất dựa trên mức tiêu thụ làm đại diện (Arora & Mishra, 2021; Lenzen & cộng sự, 2022).

Cùng với nhu cầu năng lượng khổng lồ và tốc độ tăng trưởng nhanh chóng, những thách thức về môi trường đang buộc hầu hết các nền kinh tế phải hướng đến các nguồn năng lượng thay thế. Những nguồn năng lượng thay thế này sẽ đáp ứng nhu cầu năng lượng ngày càng tăng cũng như cải thiện chất lượng môi trường trên toàn cầu. Cùng với đó, việc đạt được các mục tiêu phát triển bền vững, một trong những mục tiêu là cung cấp các nguồn năng lượng sạch và giá cả phải chăng bằng cách khuyến khích sự đóng góp của năng lượng tái tạo, tăng cường đóng góp vốn cho các dự án năng lượng xanh sẽ khả thi trong giảm lượng khí thải, hướng đến phát triển bền vững. Đặc điểm chung của các nguồn năng lượng tái tạo như thủy điện, năng lượng mặt trời, gió, sinh khối, thủy triều, nhiên liệu sinh học và địa nhiệt đều được đánh giá là sạch, tự nhiên và thân thiện với môi trường, phù hợp tăng trưởng kinh tế bền vững trong tương lai (Apergis & cộng sự, 2017).

Các hoạt động của con người với định hướng tăng trưởng kinh tế dường như là mối đe dọa đối với hệ sinh thái đã được kiểm nghiệm ở các nước phát triển và đang phát triển (Mujtaba & cộng sự, 2022). Bất chấp mọi nỗ lực của các nhà hoạch định chính sách và những người bảo vệ môi trường, mức phát thải carbon trên toàn thế giới đã tăng 1,4% trong năm 2017. Về mặt tuyệt đối, mức tăng này ước tính là 460 triệu tấn. Trong tổng lượng phát thải ô nhiễm, tỷ trọng của các khu vực đang phát triển vẫn cao hơn đáng kể so với các nước phát triển (Acheampong, 2019). Theo báo cáo của OECD (2018), từ năm 2011 đến 2015, thu nhập bình quân đầu người ở các nước châu Á mới nổi tăng với tốc độ 7,1% mỗi năm và có khả năng tăng với tốc độ 6,3% mỗi năm trong 5 năm tới. Mức thu nhập bình quân đầu người tăng lên do chuyển đổi cơ chế chính sách đã cải thiện mức sống của người dân, từ đó có thể làm thay đổi các yếu tố nhân khẩu học như tuổi thọ và tỷ lệ sinh. Do có nhiều cơ hội việc làm, mật độ dân số ở các thành phố công nghiệp lớn ở Đông Nam Á đã tăng lên với tốc độ đáng kể, từ đó làm tăng mức tiêu thụ năng lượng không tái tạo như dầu thô, khí tự nhiên và than đá ở các thị trường mới nổi. Sự kết hợp giữa các chuyển đổi kinh tế và nhân khẩu học đã thúc đẩy quá trình mở rộng kinh tế, nhưng việc sử dụng ngày càng nhiều các nguồn năng lượng chứa nhiều carbon dường như là chất xúc tác làm tăng dấu chân sinh thái ở các nước đang phát triển ở Đông Nam Á. Trong danh sách 10 thành phố ô nhiễm nhất thế giới có tới 7 thành phố nằm ở khu vực Nam Á (Shahzad & cộng sự, 2020; Nathaniel & cộng sự, 2020). Một giải pháp khả thi khác để cải thiện chất lượng môi trường là giảm mức tiêu thụ năng lượng trong hoạt động sản xuất để có thể giảm thiểu tác động có hại của năng lượng đến chất lượng môi trường (Mujtaba & cộng sự, 2022). Chính phủ phải tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động nghiên cứu và phát triển năng lượng tái tạo. Mặt khác, việc sử dụng rộng rãi và không ngừng nhiên liệu hóa thạch trong các hoạt động kinh tế có thể tiếp tục đặt ra những thách thức lâu dài đối với sự mất cân bằng sinh thái (Zafar & cộng sự, 2019).

Ngày nay, vì mục tiêu bền vững, tăng trưởng kinh tế không thể tách rời khỏi vấn đề suy thoái môi trường và phải đạt được bằng cách tính đến các tác động khác nhau của các hoạt động kinh tế đối với môi trường. Một trong những mối quan tâm lớn về môi trường là sự nóng lên toàn cầu do sự tích tụ khí nhà kính. Trên thực tế, ngành năng lượng, dựa trên việc tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch, nguyên nhân chính tạo ra các loại khí

này, đã trải qua những thay đổi về cơ cấu về hiệu quả sử dụng năng lượng trong những năm gần đây bằng cách đưa vào sử dụng năng lượng tái tạo. Các tài liệu cho rằng các giải pháp năng lượng tái tạo vượt trội hơn so với nhiên liệu hóa thạch vì chúng gây ít ảnh hưởng xấu cho môi trường mà không làm cản trở quá trình tăng trưởng của nền kinh tế (Sarkodie & Strezov, 2019; Jebli & cộng sự, 2019; Shahbaz & cộng sự, 2019; Destek & Sinha, 2020). Trên cơ sở tình hình thực tế và các nghiên cứu thực nghiệm, nghiên cứu này xem xét mối quan hệ giữa năng lượng tái tạo, dấu chân vật chất, ô nhiễm môi trường và tăng trưởng kinh tế của các quốc gia Đông Nam Á. Phần còn lại của nghiên cứu bao gồm phần 2, cung cấp cái nhìn tổng quan về các nghiên cứu liên quan; phần 3 trình bày dữ liệu và phương pháp nghiên cứu. Phần 4 thảo luận về kết quả. Phần 5 kết luận nghiên cứu và đưa ra các khuyến nghị chính sách nhằm tăng cường đổi mới xanh, chuyển đổi năng lượng tái tạo và tăng trưởng kinh tế.

2. Các nghiên cứu mối liên hệ giữa các hoạt động kinh tế và môi trường

Lý thuyết đường cong môi trường EKC cho thấy có giai đoạn đầu và giai đoạn sau của quá trình phát triển kinh tế. Các giai đoạn đầu được xác định khả năng tái tạo hệ sinh thái giảm dần do hậu quả của việc sử dụng nhiều tài nguyên dẫn đến dấu chân sinh thái và ô nhiễm gia tăng. Các giai đoạn đầu có liên quan đến các quy định môi trường lỏng lẻo và khả năng chi trả thấp cho việc bảo tồn môi trường. Các giai đoạn sau được đặc trưng bởi việc giảm thiểu suy thoái môi trường do phổ biến công nghệ sạch và đổi mới, nhận thức về môi trường của xã hội, hiệu quả và chất lượng thể chế liên quan đến việc tăng mức thu nhập (Leal & Marques, 2022).

Tiêu thụ nguyên liệu toàn cầu tiếp tục tăng trong những thập kỷ gần đây, với tốc độ tăng trưởng nhanh hơn trong những năm gần đây. Trước những lo ngại sâu sắc xung quanh việc sử dụng tài nguyên không bền vững, nền kinh tế tuần hoàn với việc sử dụng năng lượng tái tạo đã được đề xuất như một giải pháp thay thế cho mô hình truyền thống về sản xuất, tiêu dùng và thải bỏ. Nền kinh tế tuần hoàn nhằm mục đích giảm lượng nguyên liệu thô đầu vào và chất thải đầu ra, đồng thời duy trì tăng trưởng kinh tế. Mặt khác, mối quan hệ tiêu cực giữa tăng trưởng kinh tế và ô nhiễm môi trường cũng diễn ra đặc biệt là các quốc gia đang phát triển (Geissdoerfer & cộng sự, 2017; Shuai & Zhongying, 2009).

Sản xuất đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế toàn cầu nhưng nó cũng góp phần gây ra một phần lớn ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Đặc biệt, ô nhiễm không khí thông qua phát thải từ các hoạt động sản xuất là nguyên nhân chính làm tăng tác động môi trường. Vì vậy, cần phải điều chỉnh các chiến lược sản xuất để giảm bớt gánh nặng cho môi trường trong khi vẫn duy trì sự đóng góp quan trọng của ngành sản xuất vào sự giàu có của nền kinh tế. Cần có các phương pháp và công cụ phù hợp nhằm xác định các biện pháp khả thi giúp giảm mức tiêu thụ năng lượng và tài nguyên trong hệ thống sản xuất (Gutowski & cộng sự, 2013; Baloch & cộng sự, 2019).

Sahoo & cộng sự (2021) tìm hiểu mối quan hệ giữa tiêu thụ năng lượng tái tạo, đô thị hóa, vốn nhân lực, thương mại, tài nguyên thiên nhiên và dấu chân vật chất đối với các quốc gia BRICS từ năm 1990 đến năm 2016. Kết quả dài hạn chỉ ra rằng tăng trưởng kinh tế, tài nguyên thiên nhiên, năng lượng tái tạo và đô thị hóa đã làm giảm chất lượng môi trường của các nước BRICS trong trường hợp dấu chân vật chất được sử dụng để đo lường sự suy thoái môi trường. Stern (2011), Jami (2022) cũng đã cho thấy cần có sự đánh đổi của việc tiêu thụ năng lượng, đặc biệt là năng lượng gây ra tình trạng suy thoái môi trường để có được các lợi ích kinh tế.

Những chuyển đổi về kinh tế và nhân khẩu học nhằm đạt mục tiêu thu nhập bình quân đầu người tăng liên tục đã thách thức nỗ lực bảo vệ môi trường ở hầu hết các quốc gia đang phát triển. Do đó, trong những năm gần đây, các nhà hoạch định chính sách nhấn mạnh sự cần thiết phải điều hướng các tác động có hại của tăng trưởng kinh tế đối với hệ sinh thái. Về vấn đề này, việc sử dụng rộng rãi các giải pháp năng lượng tái tạo đã giúp khôi phục chất lượng môi trường ở cả các nước phát triển và đang phát triển (Steinmann & cộng sự, 2017). Sharma & cộng sự (2021) xem xét các tác động dài hạn và ngắn hạn của thu nhập bình quân đầu người, năng lượng tái tạo, tuổi thọ và mật độ dân số đối với dấu chân sinh thái ở tám quốc gia đang phát triển ở Nam và Đông Nam Á từ năm 1990 đến năm 2015. Các kết quả chứng minh rằng việc tăng cường sử dụng năng lượng tái tạo đã làm giảm đáng kể dấu chân sinh thái trong khu vực.

Trên bình diện quốc tế, tầm quan trọng của năng lượng sạch được đánh giá rất cao trong bối cảnh phát triển bền vững và bảo vệ bầu không khí. Việc mở rộng và cải thiện năng lượng tái tạo và năng lượng hạt nhân

là rất quan trọng để tránh hiện tượng nóng lên toàn cầu và biến đổi khí hậu cũng như thúc đẩy tăng trưởng kinh tế (Jahanger & cộng sự, 2022). Việc tiêu thụ khí đốt tự nhiên, năng lượng tái tạo và năng lượng hạt nhân cũng tác động đối với tăng trưởng kinh tế và lượng khí thải carbon dioxide ở mười quốc gia phát thải CO₂ cao nhất trong giai đoạn 1990-2014. Kết quả cho thấy khí đốt tự nhiên không góp phần vào tăng trưởng kinh tế và giảm CO₂ như năng lượng hạt nhân và năng lượng tái tạo (Azam & cộng sự, 2021).

Mức tiêu thụ cao tài nguyên thiên nhiên trong hàng hóa xuất khẩu làm tăng thêm những thách thức bảo tồn tài nguyên thiên nhiên và đẩy nhanh các tác động tiêu cực đến môi trường. Ozturk & cộng sự (2023) đánh giá tác động của quản trị môi trường, công nghệ xanh và chuyển đổi năng lượng tái tạo đến quản lý tài nguyên được điều chỉnh theo thương mại (thông qua dấu chân vật chất) ở các nước G-20 từ năm 1990 đến năm 2020. Các kết quả cho thấy quản trị môi trường làm giảm đáng kể dấu chân vật chất. Ngoài ra, công nghệ xanh và chuyển đổi năng lượng tái tạo giảm thiểu đáng kể dấu chân vật chất ở tất cả các phân vị với cường độ và mức độ quan trọng khác nhau. Kết quả cũng khẳng định Đường cong Kuznets môi trường dựa trên tài nguyên.

Abid & cộng sự (2022) nghiên cứu mối quan hệ giữa tiêu thụ năng lượng tái tạo và dấu chân sinh thái ở Ả Rập Saudi để từ đó xem xét vai trò quan trọng của tăng trưởng kinh tế đối với chức năng môi trường trong giai đoạn 1980-2017. Độ mở vốn và thương mại là những yếu tố quyết định sự suy thoái môi trường. Các kết quả thực nghiệm cho thấy việc tăng vốn nhân lực và tiêu thụ năng lượng tái tạo sẽ cải thiện chất lượng môi trường (giảm dấu chân sinh thái), trong khi sự gia tăng độ mở thương mại và GDP sẽ làm suy giảm chất lượng môi trường (tăng dấu chân sinh thái). Về lâu dài, tất cả các biến số một mặt gây ra mức tiêu thụ năng lượng tái tạo và mặt khác là độ mở thương mại. Trước những kết quả này, các nhà hoạch định chính sách quan tâm đến việc thực hiện các biện pháp thuận lợi nhằm giảm dấu chân sinh thái và cải thiện chất lượng môi trường bằng cách sử dụng tiêu thụ năng lượng tái tạo như một công cụ kinh tế.

Pata (2021) phân tích tác động của việc sản xuất bằng năng lượng tái tạo, toàn cầu hóa và các hoạt động nông nghiệp đối với dấu chân sinh thái và lượng khí thải carbon dioxide (CO₂) ở các nước BRIC (Brasil, Nga, Ấn Độ và Trung Quốc) trong giai đoạn 1971-2016. Kết quả cho thấy toàn cầu hóa làm tăng lượng khí thải CO₂, trong khi việc sản xuất năng lượng tái tạo giúp cải thiện chất lượng môi trường. Kết quả cho thấy tồn tại mối quan hệ nhân quả hai chiều giữa nông nghiệp và suy thoái môi trường; các mối quan hệ một chiều từ toàn cầu hóa đến dấu chân sinh thái và lượng khí thải CO₂; và sản xuất năng lượng tái tạo đến các chỉ số sinh thái. Nhìn chung, những phát hiện này cho thấy tầm quan trọng của năng lượng tái tạo trong việc chống suy thoái môi trường.

Việc triển khai các nguồn năng lượng được coi là một trong những giải pháp quan trọng để đạt được các mục tiêu phát triển bền vững của các quốc gia. Các quốc gia nên giữ cân bằng giữa khả năng chi trả, tiếp cận năng lượng và cân bằng sinh thái trong quá trình thực hiện các hoạt động kinh tế và mục tiêu thịnh vượng. Usman & Radulescu (2022) xem xét ảnh hưởng của năng lượng hạt nhân, đổi mới công nghệ, năng lượng tái tạo, năng lượng không tái tạo và tài nguyên thiên nhiên đến lượng khí thải carbon ở các quốc gia sản xuất năng lượng hạt nhân cao nhất từ năm 1990 đến năm 2019. Các phát hiện cho thấy rằng việc tiêu thụ năng lượng hạt nhân và tái tạo giúp cải thiện đáng kể môi trường. Điều này khuyến nghị các quốc gia này nên tích hợp các hoạt động chính sách năng lượng và phát triển tính nhất quán của chiến lược năng lượng bằng cách hài hòa các khía cạnh năng lượng hạt nhân quan trọng trên phạm vi toàn cầu để hỗ trợ cơ cấu năng lượng được hiệu chỉnh tốt.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Mô hình hồi quy PVAR

Mô hình PVAR không phân biệt biến nội sinh hay ngoại sinh, mô hình hồi quy hai hoặc nhiều hệ thống các hệ thống vec tơ ảnh hưởng lẫn nhau phù hợp cho việc xem xét tác động nhân quả hai chiều giữa các yếu tố. Mô hình tự hồi quy vectơ băng (PVAR) là một phương trình hệ thống đa biến giải quyết các vấn đề về biến nội sinh và độ trễ của chính nó. Sử dụng các công cụ ước lượng mô men tổng quát (GMM), hàm đáp ứng xung (IRF) và phân tích phương sai (FEVD), quá trình hồi quy sẽ mô tả một cách hiệu quả phản ứng ngắn hạn và xu hướng chuyển động dài hạn giữa các biến và phản ánh hiệu ứng tương tác giữa các biến vì vậy giúp đạt được mục tiêu nghiên cứu khi đo lường tác động của các nhân tố trong mô hình.

$$y_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p A_j y_{t-j} + f_i + d_i + \varepsilon_{it}$$

Trong đó khai triển y_{it} :

$$y_{it} = \begin{cases} GDP_{it} \\ REC_{it} \\ MF_{it} \\ CDE_{it} \end{cases}$$

y_{it} đại diện cho vectơ gồm các biến nội sinh của quốc gia thứ i trong năm thứ t , đó là tăng trưởng kinh tế, năng lượng tái tạo, dấu chân vật chất và hàm lượng cacbon trong môi trường. Chỉ số $i = (1, 2, \dots, 31)$ đại diện cho 10 quốc gia Đông Nam Á, t trong khoảng thời gian từ 2000 đến 2021, j đại diện cho độ trễ của từng biến, y_{t-j} đại diện cho các biến nội sinh, α_0 đại diện cho số hạng chặn, A_j đại diện cho ma trận hệ số hồi quy, f_i và d_i đại diện cho hiệu ứng cố định và hiệu ứng thời gian, và ε_{it} đại diện cho số hạng nhiễu ngẫu nhiên. Nghiên cứu tiến hành hồi quy PVAR bằng phần mềm tính toán Stata16.0. Các bước tiến hành hồi quy của mô hình bao gồm: (1) kiểm định tính dừng của các chuỗi (2) kiểm định độ trễ tối ưu của mô hình; (3) thực hiện các kiểm định của mô hình: kiểm định nhân quả và kiểm định tính ổn định của mô hình; (4) tiến hành hàm phản ứng xung và phân rã phương sai để phân tích kết quả mô hình.

3.2. Mô tả biến của mô hình

Đối tượng nghiên cứu tập trung nghiên cứu dấu chân vật chất, tiêu thụ năng lượng tái tạo, tăng trưởng kinh tế và biến đổi khí hậu ở các thị trường mới nổi Đông Nam Á. Nghiên cứu có 4 biến số, cụ thể là quy mô tăng trưởng kinh tế hàng năm tính theo năm gốc 2015 (GDP); Dấu chân vật chất (MF); Năng lượng tái tạo mà nền kinh tế tiêu thụ (REC) và Hàm lượng khí thải các bon ra môi trường (CDE). Nghiên cứu kiểm định mối quan hệ nhân quả giữa tiêu thụ năng lượng tái tạo và các hoạt động kinh tế với mức độ biến đổi khí hậu thông qua các biến, trong đó tốc độ tăng trưởng kinh tế hàng năm tính theo năm gốc 2015 (%); Hàm lượng khí thải các bon ra môi trường (USD/năm); Dấu chân vật chất (tấn) và Năng lượng tái tạo mà nền kinh tế tiêu thụ (tấn). Dấu chân vật chất (tấn) và Năng lượng tái tạo mà nền kinh tế tiêu thụ (tấn) được lấy logarit nhằm đưa về phân phối chuẩn, phù hợp và đáp ứng đầu vào của mô hình. Các thị trường mới nổi Đông Nam Á bao gồm 10 quốc gia: Brunei, Campuchia, Indonesia, Lào, Myanmar, Thái Lan, Đông Timor, Singapore, Malaysia và Việt Nam. Dữ liệu được lấy giai đoạn từ năm 2000 đến năm 2021. Dữ liệu được lấy từ thống kê tài chính của Ngân hàng Thế giới (WB).

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Các kiểm định của mô hình

4.1.1. Tính dừng của các chuỗi dữ liệu

Áp dụng phương pháp kiểm định nghiệm đơn vị Dickey – Fuller để kiểm định tính dừng cho lần lượt các chuỗi GDP, CDE, MF, REC.

Bảng 1: Kiểm định nghiệm đơn vị của chuỗi dữ liệu

Kiểm định nghiệm đơn vị	Bậc dừng	t-Statistic	Prob.*
Giả thuyết: GDP có nghiệm đơn vị	d=0	2,8128	0,0025
Giả thuyết: CDE có nghiệm đơn vị	d=0	-3,8421	0,0001
Giả thuyết: MF có nghiệm đơn vị	d=0	-3,7676	0,0001
Giả thuyết: REC có nghiệm đơn vị	d=1	-7,6382	0,0000

Nguồn: Tổng hợp từ các kết quả hồi quy.

Kết quả kiểm định nghiệm đơn vị cho thấy với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05\%$ thì đều bác bỏ giả thiết H_0 về việc tồn tại nghiệm đơn vị nên các chuỗi GDP, CDE, MF dừng và chuỗi REC dừng ở các mức sai phân bậc 1. Như vậy, các chuỗi dữ liệu đã không dừng cùng bậc sai phân nên không có đồng liên kết giữa các chuỗi. Mô hình PVAR theo hồi quy GMM được lựa chọn hồi quy

4.1.2. Kiểm định lựa chọn độ trễ tối ưu cho mô hình

Thông thường có thể sử dụng các tiêu chí J, J pvalue, MBIC, MAIC, MQIC để xác định độ trễ tối ưu cho mô hình. Trong trường hợp này sẽ dùng các tiêu chí MAIC để xác định độ trễ tối ưu cho mô hình: $p = 2$.

Bảng 2: Kiểm định lựa chọn độ trễ tối ưu cho mô hình

lag	CD	J	J pvalue	MBIC	MAIC	MQIC
1	,9998832	69,71153	,0219462	-178,4717	-26,28847	-88,01323
2	,9997953	15,66287	,9931820	-149,7926	-48,33713*	-89,48697
3	,9999105	7,002398	,9732148	-75,72535	-24,9976	-45,57252
4	,9999113

* cho biết độ trễ được chọn theo các tiêu chí.

Nguồn: Tổng hợp từ các kết quả hồi quy.

4.1.3. Kiểm định nhân quả Granger

Kiểm định Granger giúp xác định các biến đưa vào mô hình là biến nội sinh hay ngoại sinh, có cần thiết để đưa vào mô hình hay không. Các biến trong mô hình bao gồm: GDP, CDE, MF, dREC khi tiến hành kiểm định Granger.

Bảng 3: Kiểm định nhân quả GDP, CDE, MF, dREC

Biến	chi2	df	Giá trị p > chi2
GDP			
CDE	0,860	2	0,065
MF	2,589	2	0,027
DREC	0,222	2	0,089
ALL	4,103	6	0,066
CDE			
GDP	1,369	2	0,050
MF	7,144	2	0,002
DREC	0,794	2	0,067
ALL	9,030	6	0,017
MF			
GDP	1,023	2	0,060
CDE	0,648	2	0,072
DREC	2,966	2	0,022
ALL	6,608	6	0,035
dREC			
GDP	2,719	2	0,025
CDE	0,239	2	0,088
MF	6,852	2	0,003
ALL	11,827	6	0,006

Nguồn: Tổng hợp từ các kết quả hồi quy.

Kết quả cho thấy ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,1$ thì các chuỗi GDP, CDE, MF, dREC đều có tác động nhân quả với nhau. Kiểm định Granger Causality cho thấy các biến có quan hệ tác động qua lại lẫn nhau. Như vậy, kết quả trên cho thấy các biến đưa vào mô hình đều cần thiết cho mô hình.

4.1.4. Kiểm định tính ổn định của mô hình

Bảng 4: Kiểm định tính ổn định của mô hình

Giá trị riêng	Mô đun
,9639753	,9639753
,8939807	,8939807
,7062106	,7062106
-,7019874	,7019874
-,6180115	,6180115
,388065	,388065
,2422443	,2422443
-,166617	,166617
-,145678	,145678
,09516	,09516

Nguồn: Tổng hợp từ các kết quả hồi quy.

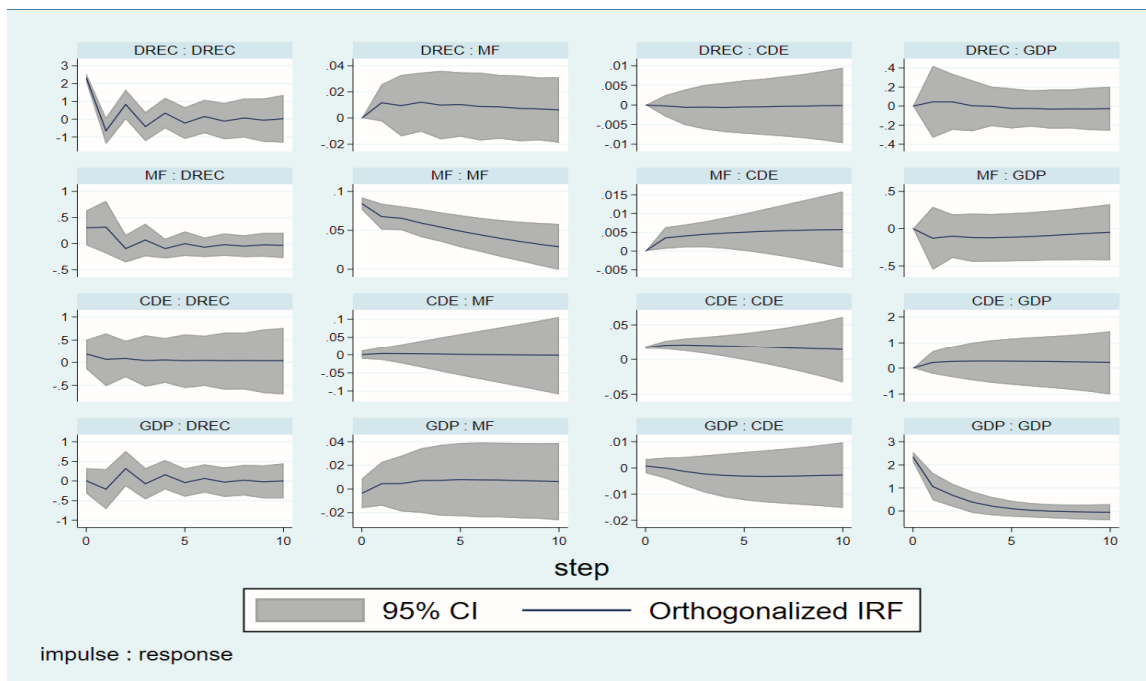
Để kiểm định tính ổn định của mô hình PVAR sử dụng AR Root Test để xem xét các nghiệm hay các giá trị riêng đều nhỏ hơn 1 hoặc đều nằm trong vòng tròn đơn vị thì mô hình PVAR đạt được tính ổn định.

Như vậy, các kiểm định cho thấy các chuỗi dừng ở các bậc sai phân khác nhau do đó sẽ không tồn tại đồng liên kết giữa các chuỗi, điều này đảm bảo cho việc lựa chọn mô hình PVAR là hợp lý. Với độ trễ thích hợp được lựa chọn là 2 đồng thời mô hình PVAR được đảm bảo là ổn định, thích hợp để hồi quy. Từ đó, tác giả tiến hành phân tích phân rã phương sai và các chức năng phản ứng xung là cơ sở cho các kết luận.

4.2. Kết quả của mô hình và thảo luận

4.2.1. Hàm phản ứng đẩy

Hình 1: Hàm phản ứng đẩy



Nguồn: Tổng hợp từ các kết quả hồi quy.

Các cú sốc biến động gây nên tác động nhân quả của các biến tốc độ tăng trưởng kinh tế hàng năm (GDP); Dầu chân vật chất (MF); Năng lượng tái tạo mà nền kinh tế tiêu thụ (REC) và Hàm lượng khí thải các bon ra môi trường (CDE). Hàm phản ứng xung cho thấy sự biến động của năng lượng tái tạo và dầu chân vật chất gây nên sự tác động rất lớn đến lượng khí thải CO₂ trong môi trường. Các tác động này đều được ghi nhận có ý nghĩa thống kê và mức tác động khá lớn. Điều này được lý giải do các quốc gia thị trường mới nổi là các quốc gia đang phát triển, khi nền kinh tế sử dụng nguồn nguyên liệu lớn cho hoạt động sản xuất kinh doanh, các nguồn năng lượng tái tạo ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng môi trường. Mặt khác, hàm lượng CO₂ bị tác động cùng chiều và mức tác động lớn từ dầu chân vật chất và tốc độ tăng trưởng của nền kinh tế. Như vậy, trên thực tế để đạt được tỷ lệ tăng trưởng kinh tế cần gia tăng mức tiêu thụ năng lượng, nguyên liệu đầu vào và phải chấp nhận đánh đổi lượng phát thải độc hại ra môi trường. Các thị trường mới nổi chú trọng vào các hoạt động kinh tế để tăng trưởng nóng mà chưa chú trọng đến môi trường và các biến đổi khí hậu.

4.2.2. Phân rã phương sai

Các kết quả phân rã phương sai phù hợp với kết quả hàm phản ứng xung và quan trọng hơn nữa là xác định mối quan hệ nhân quả của các biến tốc độ tăng trưởng kinh tế hàng năm (GDP); Dầu chân vật chất (MF); Năng lượng tái tạo mà nền kinh tế tiêu thụ (REC) và Hàm lượng khí thải các bon ra môi trường (CDE). Hướng tác động không có chiều hướng tắt dần mà kéo dài ở các kỳ sau đó. Kết quả cho thấy tăng trưởng kinh tế phải đánh đổi rất lớn với lượng khí thải CO₂ trong môi trường. Điều này phù hợp với tình hình thực tế các thị trường mới nổi thường chú trọng mục tiêu tăng trưởng nóng, đi kèm với đó là suy thoái môi trường từ các hoạt động kinh tế. Khi tăng trưởng kinh tế tăng lên 1% thì sẽ phải đánh đổi mức tăng lên đến

hơn 10% từ kỳ thứ 6 và không có dấu hiệu tắt dần sau đó. Lượng khí thải CO₂ có mối quan hệ tương quan chặt với năng lượng tái tạo, kết quả cho thấy việc sử dụng năng lượng tái tạo tạo ra hàm lượng phát thải rất thấp trong bầu khí quyển. Mặt khác, kết quả cũng cho thấy, dấu chân vật chất tăng 1% sẽ tác động đến hàm lượng khí thải CO₂ tăng trên 5% từ kỳ thứ 9. Kết quả này cho thấy các thị trường mới nổi sử dụng tài nguyên, nguyên liệu đầu vào trong hoạt động sản xuất kinh doanh chưa được hiệu quả, gây nên tình trạng tăng phát thải gây ô nhiễm môi trường. Kết quả nghiên cứu phù hợp lý thuyết đường cong môi trường Kuznets cũng như các nghiên cứu thực nghiệm trước đây (Stern, 2011; Jami, 2022; Ozturk & cộng sự, 2023). Các quốc gia đang phát triển thường chưa chú trọng các chính sách tăng trưởng kinh tế song song với bảo vệ môi trường

Bảng 5: Phân rã phương sai

Biến phân rã				
GDP				
Kỳ	GDP	CDE	MF	DREC
1	1	0	0	0
2	,9901515	,0070727	,0024747	,0003012
3	,9804364	,0153255	,0036833	,0005547
4	,9694304	,0245150	,0055156	,0005389
5	,9584172	,0336632	,0073892	,0005304
6	,9480044	,0423715	,0090259	,0005982
7	,9385026	,0504664	,0103601	,0006709
8	,9300134	,0578737	,0113186	,0007943
9	,9225242	,0646092	,011969	,0008976
10	,9159369	,0706997	,0123573	,0010061
CDE				
1	,0016173	,9983827	0	0
2	,0006467	,9830267	,0162541	,0000725
3	,0019147	,974393	,0233682	,0003241
4	,0045491	,9660209	,0290194	,0004106
5	,0076173	,9577206	,0341521	,0005099
6	,0104126	,9499717	,0390812	,0005346
7	,0128002	,9426465	,0440073	,000546
8	,0146946	,9358671	,0489078	,0005305
9	,0161726	,9295269	,0537915	,0005091
10	,0172857	,9236259	,0586063	,000482
MF				
1	,0019170	7,43e-06	,9980756	0
2	,0027785	,0010543	,9846701	,0114970
3	,0033195	,0014029	,9813393	,0139383
4	,0052343	,0014777	,9745689	,0187191
5	,0068465	,0014128	,9712592	,0204814
6	,0086482	,0013133	,9673941	,0226444
7	,0101172	,0012188	,9649397	,0237243
8	,0114871	,0011496	,9625268	,0248366
9	,0126014	,0011138	,9607732	,0255116
10	,0135778	,0011125	,9591671	,0261426
1	6,14e-06	,0058224	,016357	,9778144
2	,0070476	,0059342	,0310472	,9559709
3	,0205611	,0061721	,0287622	,9445046
4	,0207038	,0062102	,0287025	,9443834
5	,0237376	,0064166	,0293330	,9405127
6	,0237897	,0065286	,0291303	,9405513
7	,0242511	,0067261	,0296480	,9393748
8	,0243173	,0068665	,0296401	,9391761
9	,0243493	,0070406	,0299194	,9386907
10	,0243984	,0071805	,0299632	,9384579

Nguồn: Tổng hợp từ các kết quả hồi quy.

5. Kết luận

Kết quả thực nghiệm của nghiên cứu cho thấy về sự tồn tại của mối liên hệ dài hạn giữa các biến liên quan đến hoạt động kinh tế và ô nhiễm môi trường. Cụ thể, tăng trưởng kinh tế sẽ gây thiệt hại cho môi trường, sự đánh đổi này xảy ra phổ biến ở các thị trường mới nổi Đông Nam Á. Trong điều kiện khí hậu hiện nay, hậu quả sinh thái của tăng trưởng kinh tế cần được ưu tiên tối đa trong quá trình hoạch định chính sách nhằm đạt được một môi trường tự nhiên bền vững. Chính phủ cần có các biện pháp để đạt được mục tiêu nền kinh tế không có carbon trong tương lai, các hoạt động kinh tế cần gắn liền với mục tiêu giảm thiểu lượng khí thải độc hại ra môi trường. Đồng thời, cần chú trọng đầu tư vào các dự án bền vững hơn cũng như tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển bền vững. Kết quả thực nghiệm của chúng tôi cho thấy rằng việc tiêu thụ năng lượng không hiệu quả sẽ ảnh hưởng theo chiều hướng tiêu cực đến môi trường của các thị trường mới nổi Đông Nam Á. Điều này phản ánh tầm quan trọng của việc sử dụng năng lượng tái tạo không chỉ trong việc tạo thuận lợi cho hoạt động kinh tế mà còn cả những hậu quả sinh thái của nó.

Vai trò quan trọng của năng lượng tái tạo và sử dụng hiệu quả các nguồn vật chất, tài nguyên đối với tình trạng suy thoái môi trường được ghi nhận ở các thị trường mới nổi Đông Nam Á. Vì vậy, các hoạt động sử dụng năng lượng và phát triển kinh tế cần tập trung vào việc cải thiện chất lượng môi trường, đồng thời khuyến khích các hình thức tài chính hóa bền vững hơn. Kinh tế xanh và bền vững phải là trọng tâm của việc hoạch định chính sách công và kinh tế vĩ mô. Không nên khuyến khích phân bổ nguồn lực tài chính cho các lĩnh vực kém hiệu quả hơn về mặt môi trường, đồng thời nên phân bổ nguồn lực cho các lĩnh vực bền vững hơn. Do đó, trong việc thiết lập chính sách và đặc biệt là hạn chế lượng khí thải carbon, điều quan trọng là phải tập trung vào chính sách công và phân bổ nguồn lực cho nghiên cứu và phát triển các nguồn năng lượng tái tạo. Điều này sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho những nỗ lực cắt giảm lượng khí thải carbon xuống mức 0.

Tài liệu tham khảo:

- Abid, M., Gheraia, Z. & Abdelli, H. (2022), 'Does renewable energy consumption affect ecological footprints in Saudi Arabia? A bootstrap causality test', *Renewable Energy*, 189, 813-821.
- Acheampong, A.O. (2019), 'Modelling for insight: does financial development improve environmental quality?', *Energy Economics*, 83, 156-179.
- Apergis, N., Christou, C. & Gupta, R. (2017), 'Are there environmental Kuznets curves for US state-level CO2 emissions?', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 551-558.
- Arora, N.K. & Mishra, I. (2021), 'COP26: more challenges than achievements', *Environmental Sustainability*, 4, 585-588.
- Azam, A., Rafiq, M., Shafique, M., Zhang, H. & Yuan, J. (2021), 'Analyzing the effect of natural gas, nuclear energy and renewable energy on GDP and carbon emissions: A multi-variate panel data analysis', *Energy*, 219, p.119592.
- Baloch, M.A., Mahmood, N. & Zhang, J.W. (2019), 'Effect of natural resources, renewable energy and economic development on CO2 emissions in BRICS countries', *Science of the Total Environment*, 678, 632-638.
- Destek, M.A. & Sinha, A. (2020), 'Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries', *Journal of cleaner production*, 242, p.118537.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M. & Hultink, E.J. (2017), 'The circular economy - a new sustainability paradigm?', *J. Clean. Prod.*, 143, 757-768.
- Gutowski, T.G., Allwood, J.M., Herrmann, C. & Sahni, S. (2013), 'A global assessment of manufacturing: Economic development, energy use, carbon emissions, and the potential for energy efficiency and materials recycling', *Annual Review of Environment and Resources*, 38(1), 81-106. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-041112-110510>.
- Jahanger, A., Usman, M. & Balsalobre-Lorente, D. (2022), 'Linking institutional quality to environmental sustainability', *Sustainable Development*, 30(6), 1749-1765.

-
- Jamil, M.N. (2022), 'Critical analysis of energy consumption and its impact on countries economic growth: an empirical analysis base on countries income level', *J. Environ. Sci. Econ*, 1, 1-12.
- Jeblí, M., Ben Youssef, S. & Apergis, N. (2019), 'The dynamic linkage between renewable energy, tourism, CO2 emissions, economic growth, foreign direct investment, and trade', *Latin American Economic Review*, 28(1), 1-19.
- Leal, P.H. & Marques, A.C. (2022), 'The evolution of the environmental Kuznets curve hypothesis assessment: A literature review under a critical analysis perspective', *Heliyon*, 8(11), e11521.
- Lenzen, M., Geschke, A., West, J., Fry, J., Malik, A., Giljum, S., Canals, L., Piñero, P., Lutter, S., Wiedmann, T., Li, M., Sevenster, M., Potočník, J., Teixeira, I., Voore, M., Nansai, K. & Schandl, H. (2022), 'Implementing the material footprint to measure progress towards Sustainable Development Goals 8 and 12', *Nature Sustainability*, 5(2), 157-166.
- Mujtaba, A., Jena, P.K., Bekun, F.V. & Sahu, P.K. (2022), 'Symmetric and asymmetric impact of economic growth, capital formation, renewable and non-renewable energy consumption on environment in OECD countries', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 160, 112300.
- Nathaniel, S., Nwodo, O., Sharma, G. & Shah, M. (2020), 'Renewable energy, urbanization, and ecological footprint linkage in CIVETS', *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 19616-19629.
- Pata, U.K. (2021), 'Linking renewable energy, globalization, agriculture, CO2 emissions and ecological footprint in BRIC countries: A sustainability perspective', *Renewable Energy*, 173, 197-208.
- Sahoo, M., Saini, S. & Villanthenkodath, M.A. (2021), 'Determinants of material footprint in BRICS countries: an empirical analysis', *Environmental Science and Pollution Research*, 28(28), 37689-37704.
- Sarkodie, S.A. & Strezov, V. (2019), 'A review on environmental Kuznets curve hypothesis using bibliometric and meta-analysis', *Science of the total environment*, 649, 128-145.
- Shahbaz, M., Balsalobre-Lorente, D. & Sinha, A. (2019), 'Foreign direct investment - CO2 emissions nexus in Middle East and North African countries: Importance of biomass energy consumption', *Journal of cleaner production*, 217, 603-614.
- Shahzad, U., Ferraz, D., Doğan, B. & do Nascimento Rebelatto, D.A. (2020), 'Export product diversification and CO2 emissions: Contextual evidences from developing and developed economies', *Journal of Cleaner Production*, 276, 124146.
- Sharma, R., Sinha, A. & Kautish, P. (2021), 'Does renewable energy consumption reduce ecological footprint? Evidence from eight developing countries of Asia', *Journal of Cleaner Production*, 285, 124867.
- Shuai, S.H.A.O. & Zhongying, Q.I. (2009), 'Energy exploitation and economic growth in Western China: An empirical analysis based on the resource curse hypothesis', *Frontiers of Economics in China*, 4(1), 125-152.
- Steinmann, Z.J., Schipper, A.M., Hauck, M., Giljum, S., Wernet, G. & Huijbregts, M.A. (2017), 'Resource footprints are good proxies of environmental damage', *Environ. Sci. Technol.*, 51, 6360-6366.
- Stern, D.I. (2011), 'The role of energy in economic growth', *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219(1), 26-51.
- OECD (2018), *Asymmetric decentralisation: trends, challenges and policy implications*, OECD, Paris.
- Ozturk, I., Razzaq, A., Sharif, A. & Yu, Z. (2023), 'Investigating the impact of environmental governance, green innovation, and renewable energy on trade-adjusted material footprint in G20 countries', *Resources Policy*, 86, 104212.
- Usman, M. & Radulescu, M. (2022), 'Examining the role of nuclear and renewable energy in reducing carbon footprint: does the role of technological innovation really create some difference?', *Science of The Total Environment*, 841, 156662.
- Zafar, M.W., Zaidi, S.A.H., Khan, N.R., Mirza, F.M., Hou, F. & Kirmani, S.A.A. (2019), 'The impact of natural resources, human capital, and foreign direct investment on the ecological footprint: the case of the United States', *Resources Policy*, 63, 101428.