

Can thiệp của chính phủ, đổi mới công nghệ xanh và tiêu thụ năng lượng tái tạo: Bằng chứng tại Việt Nam

NGÔ THÁI HƯNG ^{*},^a, NGUYỄN KHÁNH AN ^a

^a Trường Đại học Tài chính – Marketing

THÔNG TIN	TÓM TẮT
Ngày nhận: 13/08/2025 Ngày nhận lại: 12/12/2025 Duyệt đăng: 12/12/2025 Mã phân loại JEL: C32; Q55; Q56. Từ khóa: Can thiệp của chính phủ; Đổi mới xanh; Năng lượng tái tạo; Việt Nam. Keywords: Government Intervention; Green Innovation; Renewable Energy; Vietnam.	Hiệp định Paris năm 2015 đặt ra các cam kết toàn cầu về giảm phát thải khí nhà kính và ứng phó với biến đổi khí hậu, trong đó phát triển năng lượng tái tạo được xem là một trong những giải pháp quan trọng. Trong quá trình thực hiện các cam kết này, sự can thiệp của Chính phủ và đổi mới công nghệ xanh đóng vai trò là những công cụ hỗ trợ then chốt. Vì vậy, nghiên cứu hướng đến mục tiêu đo lường sự gắn kết của GOV–REN và TEC–REN. Từ kết quả phương pháp Wavelet Local Multiple Correlation (WLMC), nghiên cứu xác nhận tương quan tích cực giữa GOV và REN trong ngắn hạn và tiêu cực trong dài hạn. Trong khi tương quan giữa TEC và REN là tích cực từ ngắn hạn đến dài hạn. Sau đó, ảnh hưởng của tăng trưởng kinh tế (GDP) đến sự gắn kết của GOV–REN và TEC–REN được xem xét bổ sung. Kết quả cho thấy sự gắn kết giữa GDP và REN được xác định bởi GOV và TEC tại phần lớn thời gian và tần số. Những phát hiện này có ý nghĩa quan trọng về việc củng cố các chính sách hướng đến phát triển nguồn năng lượng và tăng trưởng kinh tế bền vững. Abstract The 2015 Paris Agreement highlights global commitments to reduce greenhouse gas emissions and strengthen climate change response efforts. In this context, renewable energy development is widely recognized as a key pathway to achieving climate goals, with government intervention and green technological innovation playing important facilitating roles. Therefore, this study aims to measure the linkages between GOV–REN and TEC–REN. Based on the Wavelet Local

^{*} Tác giả liên hệ.

Biên tập viên: Trần Lê Phúc Thịnh.

Email: hung.nt@ufm.edu.vn (Ngô Thái Hưng); 2121012544@sv.ufm.edu.vn (Nguyễn Khánh An).

Trích dẫn bài viết: Ngô Thái Hưng & Nguyễn Khánh An. (2025). Can thiệp của chính phủ, đổi mới công nghệ xanh và tiêu thụ năng lượng tái tạo: Bằng chứng tại Việt Nam. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 36(10), 115-128.

<https://doi.org/10.24311/jabes/2025.36.10.08>

Multiple Correlation (WLMC) method, the results indicate that government intervention exerts a positive correlation on renewable energy consumption in the short term but a negative correlation in the long term. In contrast, green technological innovation shows a consistently positive correlation with renewable energy consumption across both short- and long-term horizons. In addition, the impact of economic growth (GDP) on the linkages between GOV–REN and TEC–REN is also examined. The results highlight that the relationship between GDP and REN is determined by GOV and TEC across different time periods and frequencies. These findings have important implications for strengthening policies to achieve energy development and sustainable economic growth.

1. Giới thiệu

Từ lâu, các nền kinh tế đang phát triển đã trở thành yếu tố cốt lõi đóng góp vào tăng trưởng kinh tế toàn cầu (Nasir và cộng sự, 2020). Trong số đó, Việt Nam ghi nhận tốc độ tăng trưởng nổi bật và thu hút nguồn vốn đáng kể từ nước ngoài (Nguyen và cộng sự, 2017; Minh và cộng sự, 2023). Theo cơ sở dữ liệu WDI¹, tổng sản phẩm quốc nội (GDP: Gross Domestic Product) tại Việt Nam trong giai đoạn 2015–2023 ghi nhận mức tăng trưởng khoảng 80% khi tăng từ 239,26 tỷ USD lên 429,72 tỷ USD. Hơn nữa, tăng trưởng kinh tế tại Việt Nam thậm chí vượt qua các nền kinh tế khác tại Đông Nam Á, khu vực được công nhận là có tốc độ tăng trưởng đáng kể trên thế giới (Tan & Uprasen, 2021). Đáng chú ý, mối liên kết giữa tăng trưởng kinh tế và tiêu thụ năng lượng là không thể bác bỏ khi hoạt động kinh tế cần có nguồn năng lượng đầu vào (Pao & Fu, 2013; Ochi & Saidi, 2024). Trong đó, tỷ trọng tiêu thụ năng lượng theo cơ sở dữ liệu WDI² vào năm 2020 ghi nhận tỷ trọng hơn 80% trên toàn cầu và hơn 75% tại Việt Nam đến từ các nguồn năng lượng không tái tạo.

Thật vậy, việc sử dụng nguồn năng lượng không tái tạo sẽ mang đến những ảnh hưởng tiêu cực khi thúc đẩy sự gia tăng lượng khí nhà kính, từ đó ảnh hưởng tiêu cực đến khí hậu và chất lượng môi trường (Ahmad và cộng sự, 2021). Theo nghiên cứu của Khan và cộng sự (2021), kết quả tìm thấy việc tiêu thụ năng lượng không tái tạo làm suy giảm chất lượng môi trường, trong khi năng lượng tái tạo giúp cải thiện. Gần đây, Ochi và Saidi (2024) cũng cho thấy tác động đáng kể từ tăng trưởng kinh tế đến các vấn đề biến đổi khí hậu. Ngoài ra, hiện đã có lượng lớn tài liệu nghiên cứu cung cấp bằng chứng xác nhận rằng tăng trưởng kinh tế làm gia tăng lượng phát thải khí nhà kính (Heidari và cộng sự, 2015; Chen và cộng sự, 2016; Wang và cộng sự, 2024). Từ góc độ thảo luận trên, tách rời mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và các vấn đề về môi trường đang là một trong những thách thức lớn đối với nhà hoạch định chính sách (Ngô Thái Hưng & Nguyễn Khánh An, 2025), và thách thức này có thể được giải quyết bằng cách thúc đẩy năng lượng tái tạo.

Mặt khác, Hiệp định Paris (UNFCCC, 2015) đã buộc các quốc gia phải thực hiện các cam kết cụ thể nhằm giảm lượng phát thải khí nhà kính và mục tiêu nổi bật là phát triển và ứng dụng công nghệ

¹ Truy cập từ: data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD. Mức tăng trưởng trong giai đoạn 2015 – 2023: Việt Nam (79,60%), Singapore (62,80%), Indonesia (59,28%), Philippines (42,65%), Thái Lan (28,33%).

² Truy cập từ: data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS.

về năng lượng tái tạo (Tolliver và cộng sự, 2020; Hille và cộng sự, 2020). Sự kiện này cho thấy nỗ lực trong việc hạn chế biến đổi khí hậu với giải pháp trọng tâm là năng lượng tái tạo trên phạm vi toàn cầu. Tại Việt Nam, Quyết định số 2068/QĐ-TTg vào năm 2015 đã phê duyệt Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo với trọng tâm là phát triển công nghiệp năng lượng tái tạo và sử dụng, phát triển công nghệ. Như vậy, Hiệp định Paris 2015 và Quyết định số 2068/QĐ-TTg đã nhấn mạnh những nỗ lực của các Chính phủ trong việc sử dụng, phát triển năng lượng tái tạo với công cụ thực hiện quan trọng là công nghệ xanh. Vì vậy, nghiên cứu quan hệ giữa sự can thiệp của Chính phủ và đổi mới công nghệ đối với năng lượng tái tạo là cần thiết, phù hợp với các chính sách đang diễn ra. Hơn nữa, nghiên cứu của White và cộng sự (2013), Li và cộng sự (2024), Akhtaruzzaman và cộng sự (2024) cũng cho thấy sự quan trọng của Chính phủ và đổi mới công nghệ xanh trong chính sách phát triển năng lượng tái tạo.

Bên cạnh đó, nhiều tài liệu thực nghiệm về tăng trưởng bền vững tại Việt Nam (Nguyen và cộng sự, 2019; Hoa và cộng sự, 2023; Minh và cộng sự, 2023; Đoàn Ngọc Phúc, 2024) đã có các đóng góp đáng chú ý. Các nghiên cứu đều lập luận rằng năng lượng tái tạo và tăng trưởng bền vững cần có sự can thiệp từ Chính phủ và đổi mới công nghệ xanh. Mặc dù vậy, các nghiên cứu định lượng tác động của sự can thiệp Chính phủ và đổi mới công nghệ xanh tại Việt Nam hiện còn rất hạn chế. Như vậy, việc xem xét sự can thiệp của Chính phủ và đổi mới công nghệ xanh như một biến độc lập trong giải thích tiêu thụ năng lượng tái tạo mang ý nghĩa chính sách nhất định và bổ sung vào khoảng trống nghiên cứu hiện tại.

2. Tổng quan nghiên cứu

Tiêu thụ năng lượng tái tạo ngày càng trở thành trọng tâm trong chiến lược phát triển bền vững của nhiều quốc gia, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu và cạn kiệt tài nguyên năng lượng hóa thạch. Trong các nghiên cứu trước đây, hai nhóm yếu tố được nhấn mạnh như những động lực quan trọng thúc đẩy tiêu thụ năng lượng tái tạo, bao gồm sự can thiệp của Chính phủ và đổi mới công nghệ xanh. Phần này tổng hợp các nghiên cứu liên quan theo hai hướng tiếp cận chính nhằm làm rõ cơ sở lý thuyết và thực nghiệm cho mô hình nghiên cứu.

Dưới góc độ can thiệp thể chế, nhiều nghiên cứu cho rằng vai trò của Chính phủ trong việc xây dựng, thực thi và giám sát chính sách có ảnh hưởng quan trọng đến sự phát triển của năng lượng tái tạo. White và cộng sự (2013) nhấn mạnh rằng tính nhất quán và uy tín của chính sách công góp phần tạo môi trường thuận lợi cho đầu tư vào năng lượng tái tạo. Xu và cộng sự (2023) cho thấy hiệu quả Chính phủ, thể hiện qua chất lượng dịch vụ công và năng lực thực thi chính sách, có tác động tích cực đến quá trình chuyển đổi sang năng lượng sạch. Zhou và cộng sự (2023) cũng ghi nhận rằng các công cụ chính sách môi trường có vai trò thúc đẩy tiêu thụ năng lượng tái tạo trong cả ngắn hạn và dài hạn. Nhìn chung, các nghiên cứu này đều đồng thuận rằng sự can thiệp hiệu quả của Chính phủ là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy tiêu thụ năng lượng tái tạo.

Bên cạnh vai trò của Chính phủ, đổi mới công nghệ xanh được xem là yếu tố then chốt trong việc nâng cao hiệu quả khai thác và sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo. Akhtaruzzaman và cộng sự (2024) cho rằng đổi mới công nghệ xanh có tác động tích cực đến tỷ trọng tiêu thụ năng lượng tái tạo tại nhiều quốc gia. Ebaidalla (2024) lập luận rằng tiến bộ công nghệ giúp cải thiện hiệu quả đầu tư và mở rộng quy mô phát triển năng lượng tái tạo. Các bằng chứng thực nghiệm này củng cố quan điểm

đổi mới công nghệ xanh đóng vai trò trung tâm trong chiến lược phát triển năng lượng tái tạo và tăng trưởng bền vững.

Bên cạnh vai trò của sự can thiệp của Chính phủ và đổi mới công nghệ xanh, tăng trưởng kinh tế cũng được xem là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tiêu thụ năng lượng tái tạo. Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng tăng trưởng kinh tế làm gia tăng nhu cầu năng lượng nói chung và có thể thúc đẩy hoặc cản trở tiêu thụ năng lượng tái tạo tùy thuộc vào cấu trúc nền kinh tế và định hướng chính sách (Pea-Assounga và cộng sự, 2025). Trong bối cảnh các nền kinh tế đang phát triển, tăng trưởng kinh tế thường đi kèm với quá trình công nghiệp hóa và mở rộng nhu cầu năng lượng, qua đó ảnh hưởng đến sự lựa chọn giữa năng lượng tái tạo và không tái tạo. Do đó, nhiều nghiên cứu đưa tăng trưởng kinh tế vào mô hình phân tích như một biến kiểm soát quan trọng nhằm tách biệt tác động của các yếu tố chính sách và công nghệ đối với tiêu thụ năng lượng tái tạo.

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu xem xét vai trò của sự can thiệp của Chính phủ và đổi mới công nghệ xanh đối với năng lượng tái tạo, phần lớn các nghiên cứu trước đây tập trung vào phân tích dữ liệu bảng ở nhiều quốc gia hoặc sử dụng các mô hình hồi quy truyền thống. Trong khi đó, các nghiên cứu chuyên sâu cho từng quốc gia, đặc biệt là Việt Nam, vẫn còn hạn chế. Hơn nữa, mối quan hệ giữa các yếu tố này có thể thay đổi theo thời gian và miền tần số, điều mà các phương pháp truyền thống khó nắm bắt. Do đó, nghiên cứu này đóng góp vào tài liệu hiện có bằng cách sử dụng mô hình Wavelet Local Multiple Correlation (WLMC) để phân tích sự gắn kết theo thời gian và miền tần số giữa sự can thiệp của chính phủ, đổi mới công nghệ xanh và tiêu thụ năng lượng tái tạo tại Việt Nam.

Trên cơ sở tổng hợp các nghiên cứu trước và các lý thuyết nền về tăng trưởng bền vững, đổi mới công nghệ xanh và hiệu quả quản trị công, nghiên cứu này xây dựng khung lý thuyết nhằm làm rõ mối quan hệ giữa sự can thiệp của chính phủ, đổi mới công nghệ xanh và tiêu thụ năng lượng tái tạo. *Thứ nhất*, theo lý thuyết hiệu quả quản trị công, sự can thiệp của Chính phủ thông qua xây dựng và thực thi chính sách có thể tạo môi trường thuận lợi cho đầu tư và phát triển năng lượng tái tạo. Tuy nhiên, trong dài hạn, hiệu quả của sự can thiệp này có thể suy giảm do các rào cản thể chế, độ trễ chính sách hoặc sự thiếu nhất quán trong thực thi. Do đó, nghiên cứu kỳ vọng tác động của sự can thiệp của Chính phủ lên tiêu thụ năng lượng tái tạo có thể khác nhau theo thời gian. *Thứ hai*, theo lý thuyết đổi mới công nghệ xanh, tiến bộ công nghệ giúp nâng cao hiệu quả khai thác, giảm chi phí và mở rộng khả năng ứng dụng của năng lượng tái tạo. Vì vậy, đổi mới công nghệ xanh được kỳ vọng có tác động tích cực đến tiêu thụ năng lượng tái tạo trong cả ngắn hạn và dài hạn. Từ các lập luận trên, nghiên cứu đề xuất các giả thuyết sau:

Giả thuyết H₁: Sự can thiệp của Chính phủ tác động đến tiêu thụ năng lượng tái tạo.

Giả thuyết H₂: Đổi mới công nghệ xanh tác động tích cực đến tiêu thụ năng lượng tái tạo.

3. Phương pháp và dữ liệu nghiên cứu

3.1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp WLMC do Polanco-Martínez và cộng sự (2020) phát triển nhằm phân tích sự gắn kết động giữa các biến theo thời gian và miền tần số. Phương pháp này đặc biệt phù hợp với nghiên cứu mối quan hệ giữa sự can thiệp của chính phủ, đổi mới công nghệ xanh và tiêu thụ năng lượng tái tạo, bởi vì các mối quan hệ này có thể không ổn định theo thời gian và khác

nhau giữa ngắn hạn và dài hạn. Phương pháp WLMC được lựa chọn vì cho phép phân tích mối quan hệ giữa các biến không chỉ theo thời gian mà còn theo miền tần số, qua đó làm rõ sự khác biệt giữa tác động ngắn hạn và dài hạn. So với các phương pháp hồi quy truyền thống, WLMC phù hợp hơn trong bối cảnh các mối quan hệ giữa chính sách, công nghệ và năng lượng có thể thay đổi theo thời gian và không ổn định.

(1) *Hồi quy cục bộ theo thời gian*

Giả sử có tập dữ liệu đa biến $X_t = (X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{kt})$ với $t = 1, 2, \dots, T$. Tại mỗi thời điểm τ , WLMC ước lượng một mô hình hồi quy tuyến tính cục bộ bằng cách tối thiểu hóa tổng sai số bình phương có trọng số:

$$\min_{\beta(\tau)} \sum_{t=1}^T w(t-\tau) (Y_t - \beta(\tau)' X_t)^2 \quad (1)$$

Trong đó:

Y_t là biến được hồi quy tại thời điểm t ;

X_t là vector các biến giải thích;

$\beta(\tau)$ là vector hệ số hồi quy cục bộ tại thời điểm τ ;

$w(t - \tau)$ là hàm trọng số, phản ánh mức độ ảnh hưởng của các quan sát xung quanh thời điểm τ .

Cách tiếp cận này cho phép các mối quan hệ giữa các biến thay đổi theo thời gian thay vì giả định cố định như trong hồi quy truyền thống.

(2) *Hệ số xác định cục bộ*

Từ hồi quy cục bộ, hệ số xác định cục bộ tại thời điểm τ được xác định như sau:

$$R^2(\tau) = 1 - \frac{RSS(\tau)}{TSS(\tau)} \quad (2)$$

Trong đó:

$RSS(\tau)$ là tổng bình phương phần dư có trọng số;

$TSS(\tau)$ là tổng bình phương toàn phần có trọng số.

Hai đại lượng này phản ánh mức độ phù hợp của mô hình hồi quy cục bộ tại mỗi thời điểm.

(3) *Biến đổi Wavelet và miền tần số*

Để phân tích mối quan hệ giữa các biến trên các chu kỳ khác nhau, nghiên cứu áp dụng biến đổi Wavelet rời rạc trùng lặp tối đa (MODWT). Phép biến đổi này phân rã chuỗi thời gian thành nhiều thang đo tần số khác nhau, cho phép phân tích:

Ngắn hạn: 2–4 quý

Trung hạn: 4–8 quý

Dài hạn: 8–16 quý

(4) *Tương quan WLMC*

Hệ số WLMC tại mỗi thang đo và thời điểm được xác định dựa trên hệ số xác định cục bộ giữa một biến và tổ hợp tuyến tính của các biến còn lại. Hệ số này đo lường mức độ gắn kết tổng hợp giữa các biến trong từng miền thời gian – tần số.

WLMC cho phép:

Phân tích tương quan hai biến (GOV–REN, TEC–REN),

Phân tích tương quan đa biến (GDP–GOV–REN; GDP–TEC–REN),

Xác định biến chi phối, tức là biến đóng vai trò trung tâm trong mối quan hệ đa biến.

Quy trình phân tích trong nghiên cứu này được thực hiện theo các bước sau:

- Bước 1: Thu thập và xử lý dữ liệu cho các biến GOV, TEC, REN và GDP.

- Bước 2: Chuyển đổi dữ liệu từ tần suất năm sang quý nhằm tăng số quan sát và phù hợp với phân tích wavelet.

- Bước 3: Áp dụng biến đổi wavelet rời rạc trùng lặp tối đa (MODWT) để phân rã các chuỗi thời gian theo các thang đo tần số khác nhau.

- Bước 4: Ước lượng tương quan wavelet cục bộ hai biến và đa biến bằng phương pháp WLMC.

- Bước 5: Phân tích và diễn giải kết quả theo miền thời gian và miền tần số (ngắn hạn, trung hạn và dài hạn).

3.2. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu này nhằm mục tiêu xem xét mối quan hệ giữa sự can thiệp của Chính phủ (GOV), đổi mới công nghệ xanh (TEC) đối với tiêu thụ năng lượng tái tạo (REN) tại Việt Nam trong giai đoạn 2000–2020. Tập dữ liệu đa biến được phân tích trong mô hình WLMC là: GOV–REN và TEC–REN. Ngoài ra, nhóm tác giả bổ sung biến tăng trưởng kinh tế (GDP) với vai trò là biến kiểm soát trong mô hình nghiên cứu. Sau đó, dữ liệu được chuyển đổi từ tần suất hằng năm sang hằng quý (tương tự Hu và cộng sự (2023) và Zhou và cộng sự (2023)). Các biến nghiên cứu cùng với đơn vị đo lường và nguồn thu thập dữ liệu được trình bày tại Bảng 1.

Bảng 1.

Dữ liệu nghiên cứu

Tên biến	Đo lường	Nguồn dữ liệu
REN: Tiêu thụ năng lượng tái tạo	Tỷ trọng tiêu thụ năng lượng (%)	World Bank
GOV: Sự can thiệp của chính phủ	Chỉ số hiệu quả (từ -2,5 đến 2,5)	World Bank
TEC: Đổi mới công nghệ xanh	Tổng số lượng bằng sáng chế	OECD Data
GDP: Tăng trưởng kinh tế	Tổng sản phẩm trong nước (USD)	World Bank

Nguồn: Tổng hợp từ World Bank và OECD.

4. Kết quả nghiên cứu

Trong các hình minh họa kết quả WLMC, trục hoành biểu thị thời gian (từ Quý 1/2000 đến Quý 4/2020), trong khi trục tung thể hiện các thang đo tần số (từ 2 đến 16 quý). Màu sắc trong hình phản ánh mức độ và dấu của hệ số tương quan: màu nóng biểu thị tương quan dương, màu lạnh biểu thị tương quan âm, và các vùng màu trắng cho thấy hệ số không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Các đường liền nét thể hiện ranh giới ý nghĩa thống kê, giúp nhận diện những khu vực có sự gắn kết đáng kể giữa các biến.

4.1. Thống kê mô tả

Bảng 2 trình bày thống kê mô tả của các biến nghiên cứu trong giai đoạn 2000–2020, bao gồm REN, GOV, TEC và GDP. REN có giá trị trung bình tương đối cao và độ lệch chuẩn thấp, phản ánh tỷ trọng tiêu thụ năng lượng tái tạo khá ổn định theo thời gian. GOV có mức biến động nhỏ, cho thấy sự thay đổi dần dần trong hiệu quả can thiệp thể chế của chính phủ, phù hợp với đặc điểm cải cách chính sách tại các nền kinh tế đang phát triển. Trong khi đó, TEC có độ lệch chuẩn lớn hơn, phản ánh sự biến động của hoạt động đổi mới công nghệ xanh trong giai đoạn nghiên cứu, đặc biệt trong những năm gần đây. GDP có mức độ ổn định cao, phản ánh xu hướng tăng trưởng kinh tế tương đối bền vững của Việt Nam. Kiểm định Jarque–Bera cho thấy các biến không vi phạm nghiêm trọng giả định phân phối chuẩn. Tóm lại, các thống kê mô tả cho thấy bộ dữ liệu là hợp lý, ổn định và phù hợp để phân tích mối quan hệ giữa sự can thiệp của chính phủ, đổi mới công nghệ xanh và tiêu thụ năng lượng tái tạo bằng phương pháp WLMC.

Bảng 2.

Kết quả thống kê mô tả

	Trung bình	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Độ lệch chuẩn	Jarque-Bera
REN	0,393	0,441	0,340	0,028	2,187
GOV	-0,040	0,056	-0,199	0,052	0,438
TEC	0,183	0,272	-0,130	0,104	26,766***
GDP	0,261	0,272	0,255	0,004	1,081

Ghi chú: ký hiệu *** đại diện mức ý nghĩa thống kê 1%.

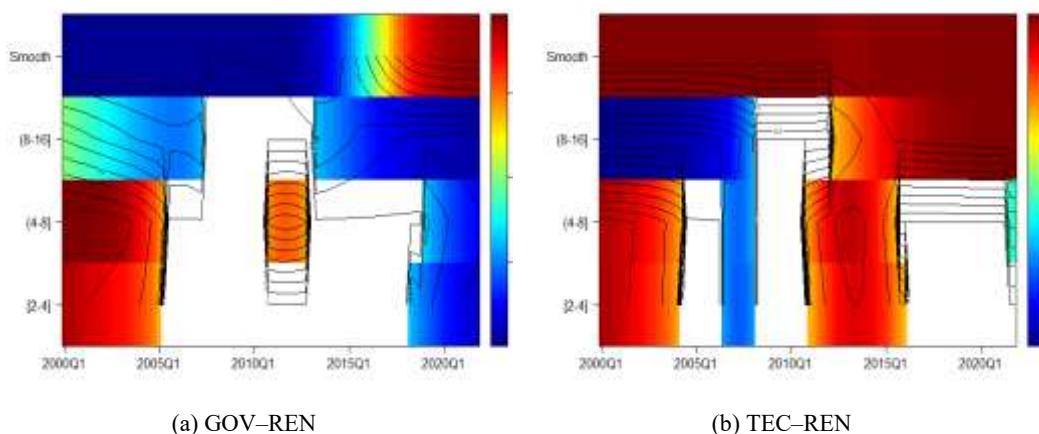
4.2. WLMC hai biến

Trong phần này, sự phụ thuộc giữa sự can thiệp của Chính phủ (GOV) và đổi mới công nghệ xanh (TEC) đối với năng lượng tái tạo (REN) được làm rõ bằng tương quan theo miền thời gian và tần số. Hình 1 báo cáo kết quả WLMC của tập dữ liệu đa biến là GOV–REN (Hình 1a) và TEC–REN (Hình 1b). Trong đó, trục hoành biểu thị miền thời gian (từ 2000Q1 đến 2020Q4) và trục tung biểu thị miền tần số (từ 2 đến 16 quý). Hệ số tương quan được thể hiện bởi màu sắc từ màu lạnh (tương quan âm) đến màu ấm (tương quan dương) và vùng màu trắng biểu thị rằng hệ số không có ý nghĩa thống kê tại mức 5%.

Hình 1a mô tả kết quả tương quan WLMC giữa GOV và REN. Trong ngắn hạn (2-4 quý) và trung hạn (4-8 quý), kết quả cho thấy bằng chứng về sự gắn kết tích cực, tiêu cực và không đáng kể giữa GOV và REN. Sự gắn kết này ghi nhận hệ số tương quan dương và tương quan không đáng kể chiếm ưu thế hơn tương quan âm tại phần lớn thời kỳ. Vì vậy, nhóm tác giả cho rằng GOV góp phần thúc đẩy REN một cách tích cực trên miền tần số từ ngắn hạn đến trung hạn (2-8 quý). Kết quả này phù hợp với kết quả định lượng của Ren và cộng sự (2021), Zhou và cộng sự (2023), Xu và cộng sự (2023), Wang và cộng sự (2024), Khan và Khan (2024) và nhận định của White và cộng sự (2013), Hu và cộng sự (2023) về vai trò của chính sách, hiệu quả Chính phủ trong tăng trưởng bền vững. Thông qua chính phủ, chính sách phát triển năng lượng tái tạo được triển khai với các cam kết cụ thể. Một số chính sách như cung cấp tài chính, xây dựng cơ sở hạ tầng, phát triển công nghệ xanh và thiết lập khung quy định pháp lý (ví dụ: thuế carbon, ban hành khung giá năng lượng) là động lực mạnh

mề để thúc đẩy năng lượng tái tạo. Những biện pháp này là công cụ hiệu quả giúp giảm sự phụ thuộc vào nguồn năng lượng không tái tạo. Tóm lại, hiệu quả của Chính phủ (bao gồm: dịch vụ công, ổn định chính trị, thực hiện chính sách) có sự gắn kết tích cực đến tiêu thụ năng lượng tái tạo tại Việt Nam trong ngắn hạn (2-4 quý) và trung hạn (4-8 quý). Trái ngược với miền tần số (2-8 quý), ghi nhận hệ số tương quan âm chiếm ưu thế giữa GOV và REN trong dài hạn. Sự gắn kết tiêu cực bất ngờ này đi ngược với kỳ vọng thông thường về sự gắn kết tích cực của GOV đối với REN. Điều này mâu thuẫn với nghiên cứu của Yadav và cộng sự (2024) rằng hiệu quả Chính phủ làm gia tăng (sụt giảm) lượng phát thải khí CO₂ trong dài hạn (ngắn hạn), cho thấy việc xây dựng và thực hiện các chính sách, cam kết tại Việt Nam chưa thật sự đạt hiệu quả để thúc đẩy tiêu thụ năng lượng tái tạo trong dài hạn.

Hình 1b mô tả kết quả tương quan WLMC giữa TEC và REN. Kết quả tại Hình 1b cho thấy sự gắn kết tích cực và tiêu cực giữa TEC và REN. Trong đó, tương quan WLMC có mức độ dương đáng kể được ghi nhận tại phần lớn khu vực thời gian – tần số. Tóm lại, tác động tích cực chiếm ưu thế này cho thấy sự gắn kết chặt chẽ giữa TEC và REN. Điều này cho thấy động lực thúc đẩy mạnh mẽ của đổi mới công nghệ xanh trong chiến lược phát triển năng lượng tái tạo tại Việt Nam. Như vậy, kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Akhtaruzzaman và cộng sự (2024), Wang và cộng sự (2024), Ebaidalla (2024) về tác động tích cực của đổi mới công nghệ xanh đến tăng trưởng bền vững. Những phát hiện này cung cấp bằng chứng quan trọng rằng đổi mới công nghệ xanh là yếu tố chính trong việc thúc đẩy đầu tư, phát triển và tiêu thụ nguồn năng lượng tái tạo. Những đổi mới trong công nghệ liên quan năng lượng tái tạo giúp khai thác tốt hơn nguồn năng lượng hiện có trong tự nhiên. Như vậy, kết quả WLMC đã cho thấy vai trò nổi bật của đổi mới công nghệ xanh trong tăng trưởng bền vững. Bên cạnh đó, hệ thống cung cấp mạng lưới điện hiệu quả cũng là ưu tiên cần thiết để tiếp cận và sử dụng nguồn năng lượng tái tạo. Điều này phù hợp bối cảnh hiện tại khi đổi mới công nghệ xanh tại Việt Nam đã có “vị thế” quan trọng; Quyết định số 519/QĐ-TTg (năm 2015) và Quyết định số 2068/QĐ-TTg (năm 2018) cũng cho thấy sự quan tâm của Chính phủ về đổi mới công nghệ.

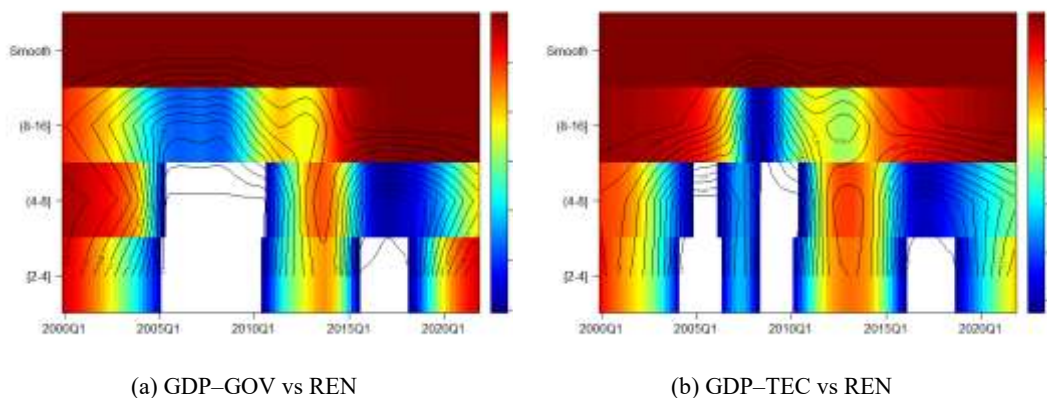


Hình 1. Tương quan hai biến từ mô hình WLMC

4.3. WLMC đa biến

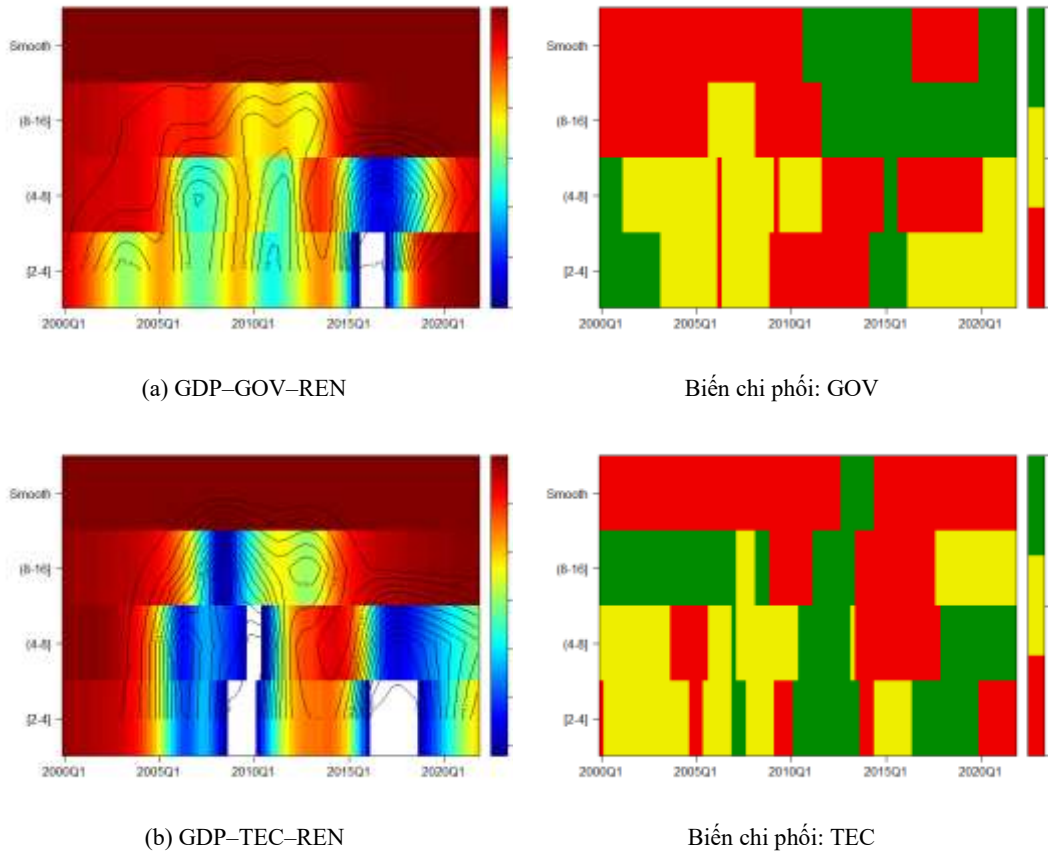
Hình 2 báo cáo kết quả WLMC của tập dữ liệu đa biến: GDP-GOV-REN (Hình 2a) và GDP-TEC-REN (Hình 2b). Trong kịch bản này, biến phụ thuộc trong mô hình WLMC được chỉ định là

REN. Quyết định này được thực hiện nhằm đo lường sự gắn kết của GDP–GOV và GDP–TEC với REN dựa trên hệ số tương quan bội từ mô hình WLMC. Theo đó, việc đưa GDP vào mô hình như một biến kiểm soát là bước quan trọng để có cái nhìn rộng hơn về các nỗ lực thúc đẩy năng lượng tái tạo. Kết quả tại Hình 2a và Hình 2b cho thấy sự gắn kết đáng kể giữa GDP và GOV đối với REN; giữa GDP và TEC đối với REN. Hệ số tương quan bội tại cả hai mô hình ghi nhận giá trị dương từ 0,4 đến 1,0. Bên cạnh đó, tương quan bội đáng kể được ghi nhận trên miền tần số dài hạn (8–16 quý) và kém chặt chẽ hơn trong ngắn hạn và trung hạn (2–8 quý). Có thể thấy, mặc dù biến GOV và TEC có tác động khác nhau đến REN khi được xem xét độc lập nhưng sự tham gia của GDP đã cho thấy sự gắn kết tích cực về lâu dài giữa các biến. Tóm lại, sự kết hợp của GDP–GOV và GDP–TEC mang lại ý nghĩa trong việc giải thích động lực tiêu thụ năng lượng tái tạo.



Hình 2. Tương quan đa biến cố định từ mô hình WLMC

Nhằm cung cấp thêm thông tin về sự gắn kết giữa GDP–GOV–REN và GDP–TEC–REN, nghiên cứu tiến hành xác định biến chi phối với điều kiện mô hình WLMC tối đa hóa các hệ số xác định (không chỉ định biến phụ thuộc). Từ đó, nghiên cứu xem xét sự gắn kết nhân quả giữa các biến với nhau theo thời gian – miền tần số bởi sự gắn kết của biến chi phối với các biến còn lại được “*bảo tồn*” (Polanco-Martínez và cộng sự, 2020; Zhou và cộng sự, 2023). Kết quả tại Hình 3 (GDP–GOV–REN, GDP–TEC–REN) cho thấy tương quan dương (từ 0,4 đến 1,0) và khác biệt đáng kể với kết quả tại Hình 1 (GOV–REN, TEC–REN). Kết quả này ngụ ý vai trò của GDP có ý nghĩa nhất định trong tương quan của GOV–REN, TEC–REN khi WLMC cung cấp thông tin biến chi phối (biến tối đa hóa tương quan và có thể được dùng để giải thích các biến còn lại). Kết quả cho thấy, GOV là biến chi phối trong tương quan của GDP–GOV–REN và TEC trong tương quan của GDP–TEC–REN. Theo đó, phân tích WLMC đa biến cung cấp thông tin rằng sự gắn kết giữa GDP và REN được xác định bởi GOV và TEC tại phần lớn thời gian và tần số. Theo hướng này, động lực của sự gắn kết đa biến chủ yếu được điều khiển bởi GOV và TEC, ngụ ý vai trò của GOV và TEC trong tăng trưởng bền vững. Kết quả này tương đồng với kết quả của Zhou và cộng sự (2023) rằng thuế môi trường là biến chi phối trong mối quan hệ đa biến với GDP và REN và nhận định của Li và cộng sự (2023) rằng đổi mới công nghệ xanh giúp các giải pháp năng lượng tái tạo trở nên hiệu quả hơn.



Hình 3. Tương quan đa biến tối ưu từ mô hình WLMC

5. Kết luận và hàm ý

5.1. Kết luận

Cam kết của các quốc gia tại Hiệp định Paris 2015 và Quyết định số 2068/QĐ-TTg tại Việt Nam đã nhấn mạnh hai yếu tố: (1) can thiệp Chính phủ, và (2) đổi mới công nghệ xanh trong việc thúc đẩy năng lượng tái tạo. Nắm bắt sự quan trọng của hai yếu tố này, các nghiên cứu trước đây về tác động từ sự can thiệp của chính phủ, đổi mới công nghệ xanh đến tiêu thụ năng lượng tái tạo đã có những đóng góp đáng chú ý nhưng nghiên cứu trong trường hợp tại Việt Nam vẫn còn rất hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu này sử dụng mô hình WLMC để khám phá sự gắn kết giữa sự can thiệp của Chính phủ/ đổi mới công nghệ xanh và tỷ trọng tiêu thụ năng lượng tái tạo. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tương quan giữa sự can thiệp của Chính phủ và tỷ trọng tiêu thụ năng lượng tái tạo là tích cực trên miền tần số ngắn hạn, trung hạn và tiêu cực trên miền tần số dài hạn. Trong khi đó, tương quan giữa đổi mới công nghệ xanh và tỷ trọng tiêu thụ năng lượng tái tạo là tích cực trên tất cả miền tần số được xem xét và rõ ràng trên miền tần số dài hạn trong giai đoạn 2015–2020. Bằng cách bổ sung biến kiểm soát là tăng trưởng kinh tế, nghiên cứu chỉ ra sự kết hợp của tăng trưởng kinh tế và sự can thiệp của chính phủ/ đổi mới công nghệ xanh mang ý nghĩa khá rõ ràng trong việc giải thích động lực tiêu thụ năng

lượng tái tạo. Hơn hết, phân tích biến chi phối đã cung cấp bằng chứng rằng sự gắn kết giữa GDP và REN được xác định bởi GOV và TEC tại phần lớn thời gian và tần số.

5.2. Hàm ý chính sách

Biến đổi khí hậu đang trở thành thách thức lớn đối với sự phát triển bền vững. Do đó, phát triển năng lượng tái tạo là định hướng mà các quốc gia cần thực hiện. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả đưa ra một số hàm ý sau:

- *Thứ nhất*, sự gắn kết tích cực giữa sự can thiệp của Chính phủ và năng lượng tái tạo trên miền tần số (2-8 quý) ngụ ý chất lượng dịch vụ công, ổn định chính trị, xây dựng và thực hiện chính sách là yếu tố quan trọng trong thúc đẩy tiêu thụ năng lượng tái tạo trong ngắn và trung hạn. Theo đó, các chính sách phát triển năng lượng tái tạo cần có khung thể chế mạnh mẽ và hiệu quả Chính phủ sẽ hỗ trợ các chính sách này. Tuy nhiên, tồn tại sự gắn kết tiêu cực giữa sự can thiệp của Chính phủ và năng lượng tái tạo trong dài hạn (8-16 quý) đã cho thấy chính sách quản trị chưa mang lại hiệu quả bền vững.

- *Thứ hai*, nghiên cứu khuyến khích định hướng phát triển công nghệ năng lượng tái tạo vì những tác động tích cực thu được. Thật vậy, tác động mạnh mẽ từ đổi mới công nghệ xanh đến năng lượng tái tạo tại Việt Nam từ ngắn hạn đến dài hạn (2-16 quý) đã được xác nhận. Như vậy, Chính phủ nên tiếp tục hỗ trợ các sáng chế trong lĩnh vực năng lượng tái tạo. Một số biện pháp hỗ trợ hiệu quả có thể kể đến là khuyến khích đầu tư, cung cấp tài chính, phân bổ nhân lực cho các nghiên cứu về phát triển năng lượng tái tạo.

- *Thứ ba*, động lực của sự gắn kết đa biến trong phân tích biến chi phối đã cho thấy yếu tố Chính phủ và công nghệ xanh đóng vai trò cốt lõi trong tăng trưởng bền vững khi điều khiển sự gắn kết đa biến. Việc xây dựng chính sách nhằm khuyến khích đầu tư dự án và sử dụng, phát triển năng lượng tái tạo là rất quan trọng trên cơ sở tăng trưởng bền vững. Ngoài ra, khung pháp lý hạn chế các dự án có hại về môi trường cũng đóng vai trò rất quan trọng như thuế carbon, quy định xử phạt.

Bên cạnh những kết quả đạt được, nghiên cứu vẫn tồn tại một số giới hạn. *Thứ nhất*, phạm vi dữ liệu chỉ giới hạn trong giai đoạn 2000–2020 và tập trung vào một quốc gia, do đó có thể chưa phản ánh đầy đủ các thay đổi gần đây trong quá trình phát triển năng lượng tái tạo. *Thứ hai*, mặc dù phương pháp WLMC cho phép phân tích sự gắn kết động theo thời gian và miền tần số, phương pháp này chủ yếu phản ánh mối quan hệ đồng biến và chưa xác lập quan hệ nhân quả chặt chẽ. Trong các nghiên cứu tiếp theo, có thể mở rộng phân tích sang các quốc gia ASEAN hoặc các khu vực có đặc điểm tương đồng, đồng thời kết hợp WLMC với các phương pháp kinh tế lượng khác để tăng tính khái quát và độ tin cậy của kết quả.

Tài liệu tham khảo

Ahmed, Z., Ahmad, M., Rjoub, H., Kalugina, O. A., & Hussain, N. (2022). Economic growth, renewable energy consumption, and ecological footprint: Exploring the role of environmental regulations and democracy in sustainable development. *Sustainable Development*, 30(4), 595-605. <https://doi.org/10.1002/sd.2251>

- Akhtaruzzaman, M., Banerjee, A. K., & Boubaker, S. (2025). Government intervention and green innovation in renewable energy. *Energy Economics*, 108185. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2025.108185>
- Csereklyei, Z., & Stern, D. I. (2015). Global energy use: Decoupling or convergence?. *Energy Economics*, 51, 633-641. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.08.029>
- Chen, P. Y., Chen, S. T., Hsu, C. S., & Chen, C. C. (2016). Modeling the global relationships among economic growth, energy consumption and CO2 emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 420-431. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.074>
- Đoàn Ngọc Phúc. (2024). Tác động của đầu tư trực tiếp nước ngoài, độ mở thương mại, tăng trưởng kinh tế và đô thị hóa đến lượng phát thải CO2 ở Việt Nam: Tiếp cận bằng mô hình ARDL. *Tạp chí Kinh tế và Phát triển*, 67–76. <https://doi.org/10.33301/JED.VI.1787>
- Ebaidalla, E. M. (2024). The impact of taxation, technological innovation and trade openness on renewable energy investment: Evidence from the top renewable energy producing countries. *Energy*, 306, 132539. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.132539>
- Fernández-Macho, J. (2018). Time-localized wavelet multiple regression and correlation. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 492, 1226-1238. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.11.050>
- Heidari, H., Katircioğlu, S. T., & Saeidpour, L. (2015). Economic growth, CO2 emissions, and energy consumption in the five ASEAN countries. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 64, 785-791. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.07.081>
- Hille, E., Althammer, W., & Diederich, H. (2020). Environmental regulation and innovation in renewable energy technologies: does the policy instrument matter?. *Technological Forecasting and Social Change*, 153, 119921. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119921>
- Hoa, P. X., Xuan, V. N., & Thu, N. T. P. (2023). Nexus of innovation, renewable consumption, FDI, growth and CO2 emissions: The case of Vietnam. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(3), 100100. <https://doi.org/10.3390/joitmc9030100>
- Hoàng Thị Xuân, & Ngô Thái Hưng. (2023). Phân tích tác động của ICT, GDP và REN đến khí thải CO2 tại Việt Nam. *Tạp chí Kinh tế và Kinh doanh*, 3(3), 56-65. <https://doi.org/10.57110/jebvn.v3i1.186>
- Hu, B., Alola, A. A., Tauni, M. Z., Adebayo, T. S., & Abbas, S. (2023). Pathway to cleaner environment: How effective are renewable electricity and financial development approaches?. *Structural Change and Economic Dynamics*, 67, 277-292. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2023.02.009>
- Kaufmann, D., Kraay, A., Mastruzzi, M. (2010). The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues. *World Bank Policy Research Working Paper*, 5430. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1682130>
- Kim, J., Jeong, D., Choi, D., & Park, E. (2020). Exploring public perceptions of renewable energy: Evidence from a word network model in social network services. *Energy Strategy Reviews*, 32, 100552. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100552>

- Khan, I., Hou, F., & Le, H. P. (2021). The impact of natural resources, energy consumption, and population growth on environmental quality: Fresh evidence from the United States of America. *Science of the Total Environment*, 754, 142222. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142222>
- Li, T., Yue, X. G., Qin, M., & Norena-Chavez, D. (2024). Towards Paris Climate Agreement goals: The essential role of green finance and green technology. *Energy Economics*, 129, 107273. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107273>
- Minh, T. B., Ngoc, T. N., & Van, H. B. (2023). Relationship between carbon emissions, economic growth, renewable energy consumption, foreign direct investment, and urban population in Vietnam. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17123>
- Nasir, M. A., Shahbaz, M., Mai, T. T., & Shubita, M. (2021). Development of Vietnamese stock market: Influence of domestic macroeconomic environment and regional markets. *International Journal of Finance & Economics*, 26(1), 1435-1458. <https://doi.org/10.1002/ijfe.1875>
- Ngô Thái Hưng, & Nguyễn Khánh An. (2025). Lan tỏa rủi ro đuôi giữa năng lượng tái tạo và thị trường chứng khoán các nước ASEAN-6. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 36(1), 122-140. <https://doi.org/10.24311/jabes/2025.36.01.02>
- Nguyen, C., Bhatti, M. I., & Henry, D. (2017). Are Vietnam and Chinese stock markets out of the US contagion effect in extreme events?. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 480, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.03.024>
- Nguyen, P. A., Abbott, M., & Nguyen, T. L. T. (2019). The development and cost of renewable energy resources in Vietnam. *Utilities Policy*, 57, 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.02.001>
- Ochi, A., & Saidi, A. (2024). Impact of governance quality, population and economic growth on greenhouse gas emissions: An analysis based on a panel VAR model. *Journal of Environmental Management*, 370, 122613. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122613>
- Pao, H. T., & Fu, H. C. (2013). Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 381-392. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.060>
- Pea-Assounga, J. B. B., Bambi, P. D. R., Jafarzadeh, E., & Ngapey, J. D. N. (2025). Investigating the impact of crude oil prices, CO2 emissions, renewable energy, population growth, trade openness, and FDI on sustainable economic growth. *Renewable Energy*, 241, 122353. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.122353>
- Polanco-Martínez, J. M., Fernández-Macho, J., & Medina-Elizalde, M. (2020). Dynamic wavelet correlation analysis for multivariate climate time series. *Scientific Reports*, 10(1), 21277. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78104-4>
- Ramzan, M., Razi, U., Kanwal, A., & Adebayo, T. S. (2024). An analytical link of disaggregated green energy sources in achieving carbon neutrality in China: a policy based novel wavelet local multiple correlation analysis. *Progress in Nuclear Energy*, 167, 104986. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2023.104986>
- Ren, S., Hao, Y., & Wu, H. (2021). Government corruption, market segmentation and renewable energy technology innovation: Evidence from China. *Journal of Environmental Management*, 300, 113686. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113686>

- Tan, Y., & Uprasen, U. (2021). Carbon neutrality potential of the ASEAN-5 countries: implications from asymmetric effects of income inequality on renewable energy consumption. *Journal of Environmental Management*, 299, 113635. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113635>
- Thủ tướng Chính phủ. (2015). *Quyết định Số 2068/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*. Truy cập từ <https://vanban.chinhphu.vn/default.aspx?pageid=27160&docid=182255>.
- Thủ tướng Chính phủ. (2016). *Quyết định Số 519/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch giao thông vận tải Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*. Truy cập từ <https://vanban.chinhphu.vn/default.aspx?pageid=27160&docid=184101>.
- Tolliver, C., Keeley, A. R., & Managi, S. (2020). Drivers of green bond market growth: The importance of Nationally Determined Contributions to the Paris Agreement and implications for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118643>
- Wang, E., Padhan, H., Pruseth, S. K., & Ma, J. (2024). Government efficiency, green technology, and ecological footprint: Strategic framework for natural resource management efficiency targets. *Resources Policy*, 91, 104826. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104826>
- Wang, J. C., Qu, M., Xu, T. P., & Choi, S. (2024). The dynamic nexus between economic growth, renewable energy use, urbanization, industrialization, tourism, green supply chain management, and CO₂. *Heliyon*, 10(19), <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38061>
- White, W., Lunnan, A., Nybakk, E., & Kulisic, B. (2013). The role of governments in renewable energy: The importance of policy consistency. *Biomass and Bioenergy*, 57, 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.02.030>
- Xu, S., Zhang, Y., Chen, L., Leong, L. W., Muda, I., & Ali, A. (2023). How Fintech and effective governance derive the greener energy transition: Evidence from panel-corrected standard errors approach. *Energy Economics*, 125, 106881. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.106881>
- Yadav, A., Gyamfi, B. A., Asongu, S. A., & Behera, D. K. (2024). The role of green finance and governance effectiveness in the impact of renewable energy investment on CO₂ emissions in BRICS economies. *Journal of Environmental Management*, 358, 120906. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120906>
- Zhou, Y., Adebayo, T. S., Yin, W., & Abbas, S. (2023). The co-movements among renewable energy, total environmental tax, and ecological footprint in the United Kingdom: Evidence from wavelet local multiple correlation analysis. *Energy Economics*, 126, 106900. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106900>