JSLHU JOURNAL OF SCIENCE OF LAC HONG UNIVERSITY
ISSN: 2525 - 2186
Tạp chí Khoa học Lạc Hồng, **2026**, 30, 012-020

VAI TRÒ ĐIỀU TIẾT CỦA CHẤT LƯỢNG THỂ CHẾ TRONG TÁC ĐỘNG ĐỔI MỚI CỦA CÔNG NGHỆ ĐẾN TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO

Bùi Văn Thụy, Lê Thùy Trang, Nguyễn Ngọc Thị Kim Loan, Trần Văn Quyền, Tạ Thị Mỹ Ngân, Lê Quốc Dĩnh*

Trường Đại học Lạc Hồng, Số 10 Huỳnh Văn Nghệ, phường Trấn Biên, thành phố Đồng Nai, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: dinhlq@lhu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 04/09/2026

Ngày hoàn thiện: 18/09/2026

Ngày chấp nhận: 25/09/2026

Ngày đăng: 09/11/2026

TỪ KHÓA

Đổi mới công nghệ;

Tiêu thụ năng lượng tái tạo;

Chất lượng thể chế;

Phát triển bền vững.

TÓM TẮT

Chuyển dịch sang năng lượng tái tạo không chỉ phụ thuộc vào năng lực đổi mới công nghệ mà còn chịu ảnh hưởng của môi trường thể chế nơi công nghệ được tài trợ, quản lý và triển khai. Trong khi phần lớn nghiên cứu trước tập trung vào tác động trực tiếp của đổi mới công nghệ, chất lượng thể chế thường chỉ được xem là biến kiểm soát. Nghiên cứu này phân tích tác động của đổi mới công nghệ và vai trò điều tiết của chất lượng thể chế đối với tiêu thụ năng lượng tái tạo. Dữ liệu bảng cân bằng của 58 quốc gia giai đoạn 2004–2024 được phân tích bằng hồi quy bảng Bayes. Chỉ số đổi mới công nghệ được xây dựng bằng PCA từ hoạt động bằng sáng chế, năng lực nghiên cứu, công bố khoa học, chi tiêu R&D và xuất khẩu công nghệ cao; chất lượng thể chế được tổng hợp từ sáu chỉ số WGI. Kết quả cho thấy đổi mới công nghệ và chất lượng thể chế đều tác động tích cực đến tiêu thụ năng lượng tái tạo, đồng thời tác động của đổi mới công nghệ mạnh hơn khi chất lượng thể chế được cải thiện. Kết quả hàm ý rằng thúc đẩy chuyển dịch năng lượng đòi hỏi đồng thời nâng cao năng lực đổi mới và cải thiện chất lượng thể chế, đặc biệt về quản trị, pháp quyền và độ tin cậy chính sách.

THE MODERATING ROLE OF INSTITUTIONAL QUALITY IN THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL INNOVATION ON RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION

Bui Van Thuy, Le Thuy Trang, Nguyen Ngoc Thi Kim Loan, Tran Van Quyen, Ta Thi My Ngan, Le Quoc Dinh*

Lac Hông University, No. 10 Huynh Van Nghe Street, Tran Bien Ward, Dong Nai City, Vietnam

* Corresponding author: dinhlq@lhu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: Sep 4th, 2026

Revised: Sep 18th, 2026

Accepted: Sep 25th, 2026

Published: Nov 9th, 2026

KEYWORDS

Technological Innovation;

Renewable Energy Consumption; Institutional Quality;

Sustainable Development.

ABSTRACT

The transition to renewable energy depends not only on technological innovation but also on the institutional environment in which technologies are financed, regulated, and deployed. While previous studies have largely focused on the direct effects of technological innovation, institutional quality has often been treated merely as a control variable. This study examines the impact of technological innovation on renewable energy consumption, with particular attention to the moderating role of institutional quality. Using a balanced panel dataset covering 58 countries from 2004 to 2024, the study employs Bayesian panel regression. The technological innovation index is constructed using principal component analysis (PCA), incorporating patent activity, research capacity, scientific publications, research and development (R&D) expenditure, and high-technology exports. Institutional quality is measured using a composite index derived from six Worldwide Governance Indicators (WGI). The findings show that both technological innovation and institutional quality positively influence renewable energy consumption. More importantly, the positive effect of technological innovation becomes stronger as institutional quality improves. These findings suggest that accelerating the renewable energy transition requires improvements in both innovation capacity and institutional quality, particularly government effectiveness, the rule of law, and policy credibility.

DOI:https://doi.org/10.61591/jslhu.30.1251
Available online at https://lhj.vn

1. GIỚI THIỆU

Chuyển dịch năng lượng thường được xem là một vấn đề công nghệ, nhưng cách tiếp cận này chỉ phản ánh một phần thực tế. Hệ thống năng lượng tái tạo cần công nghệ phát điện hiệu quả hơn, khả năng lưu trữ, lưới điện linh hoạt và công cụ số để cân bằng cung cầu. Tuy nhiên, sự hiện diện của công nghệ không bảo đảm rằng một quốc gia sẽ tiêu thụ nhiều năng lượng tái tạo hơn. Công nghệ còn phải được tài trợ, phê duyệt, kết nối vào lưới điện, bảo vệ bằng hợp đồng và được hỗ trợ bởi các chính sách đáng tin cậy. Vì vậy, chuyển dịch năng lượng là kết quả đồng thời của năng lực công nghệ và năng lực thể chế.

Tiêu thụ năng lượng tái tạo ngày càng giữ vai trò trung tâm trong chính sách khí hậu, an ninh năng lượng và phát triển bền vững [1,2]. Các Mục tiêu Phát triển Bền vững nhấn mạnh năng lượng sạch và khả năng tiếp cận, trong khi Thỏa thuận Paris gia tăng áp lực để giảm cường độ carbon và thay đổi cấu trúc của hệ thống năng lượng [3]. Dù vậy, nhiều nền kinh tế vẫn phụ thuộc vào than, dầu và khí tự nhiên. Sự phụ thuộc này không chỉ do chênh lệch chi phí mà còn liên quan đến cơ sở hạ tầng hiện hữu, lựa chọn chính sách, lợi ích chính trị, khả năng tiếp cận vốn và độ tin cậy của các cam kết dài hạn.

Đổi mới công nghệ có thể giúp giảm bớt một số rào cản nêu trên. Tiến bộ trong sản xuất điện tái tạo giúp giảm chi phí đơn vị và tăng hiệu suất; công nghệ lưu trữ, lưới điện thông minh và kỹ thuật số giúp giảm tính gián đoạn; hoạt động R&D tạo ra sản phẩm, quy trình và mô hình kinh doanh mới, qua đó cải thiện năng lực cạnh tranh của năng lượng tái tạo [4–6]. Tuy nhiên, đổi mới không tự động chuyển sang triển khai. Một quốc gia có thể tạo ra nhiều bằng sáng chế và công bố khoa học nhưng vẫn thiếu các dự án thương mại nếu nghiên cứu tách rời doanh nghiệp, chính sách thay đổi thường xuyên, kết nối lưới điện chậm, tham nhũng làm méo mó đấu thầu hoặc trợ cấp tiếp tục ưu tiên nhiên liệu hóa thạch.

Điều này làm nổi bật vai trò của chất lượng thể chế. Thể chế định hình động cơ của doanh nghiệp, hộ gia đình, ngân hàng, cơ quan quản lý và khu vực công; đồng thời quyết định mức độ bảo vệ quyền tài sản, thực thi các quy định về môi trường, phân bổ nguồn lực công và độ tin cậy của các cam kết chính sách [7–10]. Hiệu quả của chính phủ ảnh hưởng đến năng lực xây dựng và thực thi chính sách; chất lượng quy định tác động đến việc gia nhập thị trường, kết nối lưới và cơ chế giá; pháp quyền quyết định độ tin cậy của hợp đồng; còn kiểm soát tham nhũng ảnh hưởng đến đấu thầu và phân bổ hỗ trợ công.

Nghiên cứu thực nghiệm trước đây nhìn chung cho thấy đổi mới có thể thúc đẩy năng lượng tái tạo bằng cách giảm chi phí và cải thiện hiệu quả [11–13], trong khi tăng trưởng kinh tế, phát triển tài chính, phát thải và giá năng lượng cũng đóng vai trò đáng kể [14–17]. Tuy nhiên, vẫn còn 3 khoảng trống. Thứ nhất, nhiều nghiên cứu chủ yếu ước lượng tác động trực tiếp của đổi mới và mặc nhiên giả định rằng tác động này tương đối giống nhau giữa các quốc gia. Thứ hai, chất lượng quản trị thường được đưa vào như một biến giải thích bổ sung hơn là một điều kiện làm thay đổi hiệu quả của đổi mới. Thứ ba, các nghiên cứu chủ yếu dựa vào ước lượng trung bình theo trường phái tần suất, nên ít cung cấp bằng chứng trực tiếp về xác suất một tác động tương tác dương hay âm.

Nghiên cứu này giải quyết các khoảng trống trên bằng cách kiểm định liệu chất lượng thể chế có làm tăng tác động của đổi mới công nghệ đối với tiêu thụ năng lượng tái tạo hay không. Lập luận cốt lõi là đổi mới mở rộng khả năng kỹ thuật, trong khi thể chế quyết định khả năng thương mại hóa, cấp vốn và triển khai. Thể chế mạnh có thể nâng cao hiệu quả đổi mới thông qua việc tăng độ tin cậy của chính sách, thực thi hợp đồng, bảo vệ sở hữu trí tuệ, cải thiện quy định và phân bổ tài chính; ngược lại, thể chế yếu làm tăng bất định và duy trì lợi thế của hệ thống nhiên liệu hóa thạch.

Nghiên cứu tập trung vào bốn câu hỏi: (i) đổi mới công nghệ có làm tăng tiêu thụ năng lượng tái tạo không; (ii) chất lượng thể chế có tác động trực tiếp tích cực hay không; (iii) chất lượng thể chế có làm mạnh hơn tác động của đổi mới công nghệ không; và (iv) các kết quả có bền vững trước thay đổi thước đo, phân phối tiên nghiệm và đặc tả mô hình hay không.

Nghiên cứu đóng góp theo bốn hướng. Thứ nhất, trọng tâm được chuyển từ câu hỏi "đổi mới có tác động hay không" sang "khi nào đổi mới có hiệu quả cao hơn". Thứ hai, nghiên cứu sử dụng các chỉ số tổng hợp đa chiều cho cả đổi mới công nghệ và chất lượng thể chế thay vì dựa vào một chỉ tiêu riêng lẻ. Thứ ba, suy luận Bayes cho phép đánh giá trực tiếp phân phối hậu nghiệm, khoảng tin cậy Bayes và xác suất tác động dương. Thứ tư, giai đoạn 2004–2024 bao quát những thay đổi lớn của hệ thống năng lượng toàn cầu, gồm khủng hoảng tài chính, Thỏa thuận Paris, số hóa nhanh, COVID-19 và những quan ngại mới về an ninh năng lượng. Thông điệp chính sách vì vậy không phải giảm chi cho đổi mới, mà là đổi mới chỉ phát huy đầy đủ khi được đặt trong một môi trường thể chế có khả năng hỗ trợ triển khai.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Đổi mới công nghệ và tiêu thụ năng lượng tái tạo

Đổi mới công nghệ ảnh hưởng đến tiêu thụ năng lượng tái tạo thông qua bốn kênh chính: chi phí, hiệu quả, độ tin cậy và khuếch tán. Đổi mới có thể giảm chi phí vốn của thiết bị, tăng sản lượng từ cùng một nguồn tài nguyên và giảm chi phí năng lượng quy đổi. Đồng thời, lưu trữ, lưới điện thông minh, quản lý nhu cầu và dự báo số giúp hệ thống điện hấp thụ tỷ trọng năng lượng tái tạo lớn hơn mà không làm suy giảm độ tin cậy.

Kênh khuếch tán nhấn mạnh sự chuyển dịch tri thức từ cơ sở nghiên cứu sang doanh nghiệp và người sử dụng. Lý thuyết hệ thống đổi mới quốc gia xem đổi mới là kết quả của sự tương tác giữa trường đại học, doanh nghiệp, cơ

quan nhà nước, tổ chức tài chính và người tiêu dùng [18,19]. Tri thức khoa học chỉ tạo ra giá trị kinh tế khi được thương mại hóa, cấp phép, tài trợ và được thị trường chấp nhận. Điều này đặc biệt phù hợp với năng lượng tái tạo vì quá trình triển khai đòi hỏi sự phối hợp giữa nhiều chủ thể.

Lý thuyết hiện đại hóa sinh thái cũng cho rằng tăng trưởng có thể được tái cấu trúc thông qua sản xuất sạch hơn, đổi mới và cải cách thể chế. Bảo vệ môi trường không chỉ là một khoản chi phí mà còn có thể thúc đẩy công nghệ mới và nâng cao hiệu quả. Lập luận này phù hợp với giả thuyết Porter, theo đó quy định môi trường được thiết kế tốt có thể thúc đẩy đổi mới và bù đắp một phần chi phí tuân thủ [20].

Các bằng chứng thực nghiệm chủ yếu ủng hộ mối quan hệ tích cực giữa tiến bộ công nghệ và năng lượng tái tạo [4–6,11–13]. Tuy nhiên, tác động không hoàn toàn đồng nhất vì tổng số bằng sáng chế có thể bao gồm các sáng chế không liên quan đến năng lượng; chi tiêu R&D có thể kém hiệu quả; hiệu ứng bật lại có thể làm tăng tổng cầu năng lượng; và công nghệ tiên tiến có thể khuếch tán chậm sang các nền kinh tế đang phát triển. Do đó, hiệu quả của đổi mới nhiều khả năng phụ thuộc vào các điều kiện hỗ trợ.

H1: Đổi mới công nghệ có tác động tích cực đến việc tiêu thụ năng lượng tái tạo.

2.2. Chất lượng thể chế và tiêu thụ năng lượng tái tạo

Lý thuyết thể chế nhấn mạnh rằng các quy tắc chính thức và phi chính thức làm giảm bất định, xác định quyền, cấu trúc động cơ và ảnh hưởng đến chi phí giao dịch [7]. Trong thị trường năng lượng, thể chế chi phối việc cấp phép, định giá, kết nối lưới điện, mua sắm công, thực thi môi trường và bảo vệ đầu tư. Các dự án năng lượng tái tạo đặc biệt nhạy cảm với những yếu tố này vì đòi hỏi vốn đầu tư ban đầu lớn và thời gian hoàn vốn dài.

Hiệu quả của chính phủ quyết định khả năng lập kế hoạch, tổ chức đấu giá, phát triển lưới truyền tải, thực thi tiêu chuẩn kỹ thuật và phối hợp giữa các cấp quản lý. Chất lượng quy định ảnh hưởng đến việc gia nhập thị trường và cách đối xử với các nhà sản xuất năng lượng tái tạo. Pháp quyền và việc thực thi hợp đồng giúp giảm rủi ro đối với các hợp đồng mua bán điện dài hạn. Kiểm soát tham nhũng giúp hạn chế thất thoát hỗ trợ, thiên vị trong mua sắm và chi phí không chính thức.

Tiếng nói và trách nhiệm giải trình có thể tác động đến cơ cấu năng lượng thông qua sự tham gia của công chúng, trong khi sự ổn định chính trị làm giảm nguy cơ đảo ngược chính sách. Cơ sở dữ liệu WGI được xây dựng nhằm đo lường các khía cạnh quản trị này ở cấp quốc gia [21]. Dù thể chế mạnh không phải là điều kiện đủ để bảo đảm chuyển dịch năng lượng, nó vẫn tạo ra môi trường thuận lợi hơn cho đầu tư dài hạn và việc thực thi chính sách.

H2: Chất lượng thể chế có tác động tích cực đến việc tiêu thụ năng lượng tái tạo.

2.3. Vai trò điều tiết của chất lượng thể chế

Đóng góp chính của nghiên cứu nằm ở mối tương tác giữa đổi mới công nghệ và chất lượng thể chế. Đổi mới tạo ra lựa chọn kỹ thuật, nhưng thể chế quyết định liệu các lựa chọn này có được lựa chọn, cấp vốn và triển khai hay không. Do đó, cùng một mức độ đổi mới có thể tạo ra kết quả năng lượng rất khác nhau giữa các quốc gia.

Thể chế mạnh mẽ hỗ trợ thương mại hóa bằng cách bảo vệ sở hữu trí tuệ, giảm rủi ro hợp đồng và xây dựng các quy định minh bạch. Đồng thời, môi trường thể chế đáng tin cậy giúp cải thiện việc phân bổ tài chính cho các dự án dài hạn [22]. Lý thuyết trung gian tài chính cho thấy chất lượng giám sát và phân bổ vốn có vai trò quan trọng trong việc chuyển nguồn lực đến các dự án có khả năng sinh lợi [23]. Khi có quy định và hợp đồng đáng tin cậy, cả tài chính tư nhân và tài chính công đều có khả năng hỗ trợ triển khai công nghệ hiệu quả hơn.

Thể chế mạnh cũng làm giảm bất định về chính sách. Các dự án năng lượng tái tạo thường phụ thuộc vào biểu giá hỗ trợ, đấu giá, ưu đãi thuế, tiêu chuẩn danh mục năng lượng hoặc định giá carbon. Thay đổi chính sách thường xuyên có thể khiến doanh nghiệp trì hoãn việc đầu tư. Ngoài ra, thể chế hiệu quả có thể hạn chế hành vi chi phối chính sách của các nhóm lợi ích trong ngành nhiên liệu hóa thạch, từ đó cải thiện khả năng tiếp cận thị trường đối với các công nghệ mới.

Ngược lại, trong môi trường thể chế yếu, bằng sáng chế có thể không được sử dụng, nghiên cứu thiếu liên kết với công nghiệp, đầu tư bị trì hoãn và hỗ trợ công nghệ bị phân bổ kém hiệu quả. Kết quả là năng lực đổi mới tồn tại, nhưng hệ thống năng lượng vẫn bị khóa trong cơ sở hạ tầng nhiên liệu hóa thạch. Điều này cũng giải thích vì sao các nghiên cứu ước lượng tác động trung bình có thể cho kết quả khác nhau: một hệ số chung có thể che khuất sự khác biệt về điều kiện giữa các quốc gia.

H3: Chất lượng thể chế điều tiết tích cực mối quan hệ giữa đổi mới công nghệ và tiêu thụ năng lượng tái tạo.

2.4. Các biến kiểm soát và tiêu thụ năng lượng tái tạo

Phát triển kinh tế có thể hỗ trợ năng lượng tái tạo thông qua việc tăng năng lực tài khóa, thu nhập và nhu cầu về chất lượng môi trường [1,10], nhưng công nghiệp hóa dựa trên carbon cũng có thể làm tăng việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Vì vậy, tác động của thu nhập không nhất thiết đồng nhất [14,15,24,25]. Giá dầu và cơ cấu giá năng lượng cũng ảnh hưởng đến sức cạnh tranh tương đối của năng lượng tái tạo [26]. Các nghiên cứu về tăng trưởng, vốn nhân lực và cơ cấu năng lượng cho thấy mức phát triển kinh tế có thể làm thay đổi đáng kể lựa chọn giữa năng lượng tái tạo và không tái tạo [27].

Phát triển tài chính có thể huy động vốn và giảm ràng buộc tài chính đối với các dự án năng lượng tái tạo [16,28,29], nhưng độ sâu tài chính cũng có thể tài trợ cho các ngành thâm dụng carbon [30]. Tài chính toàn diện và tài chính số được ghi nhận có khả năng tạo thêm các kênh

tiếp cận vốn cho năng lượng tái tạo [17,31–33]. Chính sách giá, năng lực và cơ chế tài trợ cũng ảnh hưởng trực tiếp đến quyết định đầu tư vào nguồn điện tái tạo [34].

FDI có thể chuyển giao công nghệ và vốn, song tác động phụ thuộc vào cơ cấu ngành [35,36]. Đô thị hóa có thể hỗ trợ hạ tầng năng lượng hiệu quả nhưng đồng thời làm tăng tổng cầu. Thương mại mở rộng kênh chuyển giao công nghệ nhưng cũng có thể làm tăng sản xuất thâm dụng năng lượng; các lập luận kinh điển về thương mại và môi trường nhấn mạnh các hiệu ứng quy mô, cơ cấu và kỹ thuật [37]. Phát thải CO_2 có thể tạo áp lực để chuyển dịch, nhưng cũng phản ánh mức độ phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch [38,39]. Các khác biệt về hiệu quả năng lượng và chính sách tiết kiệm năng lượng cũng góp phần quyết định khả năng chuyển đổi cơ cấu năng lượng [40].

3. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu bảng cân bằng của 58 quốc gia trong giai đoạn 2004–2024, tương ứng với 1.218 quan sát quốc gia-năm. Năm bắt đầu phản ánh mức độ sẵn có tốt hơn của các chỉ tiêu quản trị, đổi mới, năng lượng và tài chính; năm kết thúc cho phép bao quát những diễn biến gần đây về an ninh năng lượng và công nghệ tái tạo. Các quốc gia được lựa chọn dựa trên tính đầy đủ và tính nhất quán của dữ liệu.

Dữ liệu về năng lượng tái tạo, điều kiện kinh tế vĩ mô, đặc điểm dân số, phát triển tài chính và thương mại được lấy từ World Development Indicators của Ngân hàng Thế giới [41]. Các chỉ tiêu chất lượng thể chế được lấy từ Worldwide Governance Indicators, còn dữ liệu phát thải CO_2 được lấy từ Our World in Data. Những quốc gia thiếu dữ liệu đáng kể bị loại khỏi mẫu.

3.2. Đo lường các biến

Biến phụ thuộc là tỷ lệ tiêu thụ năng lượng tái tạo (REC) trong tổng tiêu thụ năng lượng cuối cùng. Chỉ tiêu này phản ánh vai trò của năng lượng tái tạo trong cơ cấu năng lượng quốc gia và cho phép so sánh giữa các nước. REC được chuẩn hóa trong mô hình ước lượng để các hệ số hậu nghiệm có thể so sánh; thống kê mô tả vẫn được trình bày theo đơn vị gốc.

Đổi mới công nghệ (TI) được xây dựng dựa trên phân tích thành phần chính (PCA) vì không có một chỉ tiêu riêng lẻ nào phản ánh đầy đủ năng lực đổi mới của quốc gia. Chỉ số gồm: đơn đăng ký bằng sáng chế trên một triệu dân; chi tiêu R&D trên GDP; số nhà nghiên cứu R&D trên một triệu dân; số bài báo khoa học và kỹ thuật trên một triệu dân; và xuất khẩu công nghệ cao trong tổng xuất khẩu hàng chế tạo. Cách tiếp cận này phù hợp với quan điểm cho rằng đổi mới bao gồm cả đầu vào và đầu ra, từ ý tưởng đến phát triển và thương mại hóa [42].

Các chỉ tiêu TI được biến đổi khi cần để giảm độ lệch, sau đó được chuẩn hóa. PCA được thực hiện trên các chuỗi đã được chuẩn hóa. Thành phần thứ nhất được giữ lại vì có eigenvalue lớn hơn một và giải thích tỷ lệ đáng kể của biến thiên chung. Dấu của thành phần được điều chỉnh để giá trị cao hơn phản ánh mức độ đổi mới công nghệ mạnh hơn. Chỉ số Kaiser-Meyer-Olkin và kiểm định Bartlett được sử dụng để đánh giá mức độ phù hợp của dữ liệu với PCA.

Chất lượng thể chế (IQ) được xây dựng từ sáu thành phần WGI: Tiếng nói và Trách nhiệm giải trình; Ổn định chính trị và Không có bạo lực/khủng bố; Hiệu quả chính phủ; Chất lượng quy định; Pháp quyền; và Kiểm soát tham nhũng [21]. Mỗi chỉ tiêu dao động xấp xỉ từ -2,5 đến 2,5. Sáu thành phần được chuẩn hóa và kết hợp bằng PCA; thành phần thứ nhất đại diện cho yếu tố quản trị chung.

Biến tương tác là TI × IQ. TI và IQ được định tâm theo trung bình hoặc chuẩn hóa trước khi nhân. Cách làm này không loại bỏ hoàn toàn hiện tượng đa cộng tuyến nhưng giúp diễn giải các hệ số bậc thấp rõ ràng hơn. Khi đó, hệ số TI biểu thị tác động của đổi mới khi IQ ở mức trung bình.

Các biến kiểm soát gồm GDP bình quân đầu người, phát thải CO_2 bình quân đầu người, tín dụng khu vực tư nhân trên GDP, FDI ròng trên GDP, tỷ lệ dân số đô thị, tổng dân số và độ mở thương mại. GDP bình quân đầu người, phát thải CO_2 và dân số được logarit tự nhiên. Các giá trị cực đoan của FDI và độ mở thương mại được winsorize tại phân vị 1 và 99.

Bảng 1. Mô tả các biến

Biến	Ký hiệu	Đo lường	Nguồn chính
Tiêu thụ năng lượng tái tạo	REC	% tổng tiêu thụ năng lượng cuối cùng	WDI
Đổi mới công nghệ	TI	Chỉ số PCA của bằng sáng chế, R&D, nhà nghiên cứu, bài báo, xuất khẩu công nghệ cao	WDI
Chất lượng thể chế	IQ	Chỉ số PCA của sáu thành phần WGI	WGI
Tương tác	TI×IQ	Tích của TI và IQ đã chuẩn hóa	Tính toán của tác giả
Thu nhập	GDP	GDP bình quân đầu người	WDI
Phát thải carbon	CO2	Tấn/người	OWID
Phát triển tài chính	FD	Tín dụng khu vực tư nhân (% GDP)	WDI
Đầu tư trực tiếp nước ngoài	FDI	Dòng vốn ròng (% GDP)	WDI
Đô thị hóa	URB	Dân số đô thị (% tổng dân số)	WDI
Dân số	POP	Tổng dân số	WDI
Độ mở thương mại	OPEN	Xuất khẩu + nhập khẩu (% GDP)	WDI

Nguồn: Tác giả tổng hợp

3.3. Mô hình thực nghiệm

Mô hình cơ sở ước lượng tác động trực tiếp của đổi mới công nghệ và chất lượng thể chế:

$$REC_{it} = \beta_0 + \beta_1 TI_{it} + \beta_2 IQ_{it} + \sum_k \beta_k X_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Mô hình điều tiết được xác định như sau:

$$REC_{it} = \beta_0 + \beta_1 TI_{it} + \beta_2 IQ_{it} + \beta_3 (TI_{it} \times IQ_{it}) + \sum_k \beta_k X_{kit} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Trong đó, i đại diện cho quốc gia và t đại diện cho năm; X là vector các biến kiểm soát. Hiệu ứng quốc gia kiểm soát những khác biệt bất biến theo thời gian như địa lý, tài nguyên và nguồn gốc pháp lý; hiệu ứng năm kiểm soát các cú sốc chung như giá năng lượng, khủng hoảng tài chính, đại dịch và thay đổi chính sách trên toàn cầu.

Hệ số β1 đo tác động của đổi mới công nghệ khi chất lượng thể chế ở mức trung bình; β2 đo tác động trực tiếp của chất lượng thể chế khi đổi mới công nghệ ở mức trung bình; β3 là hệ số quan trọng nhất. β3 > 0 cho thấy tác động của đổi mới công nghệ mạnh hơn khi chất lượng thể chế được cải thiện.

Tác động biên của đổi mới công nghệ được xác định:

$$\partial REC_it / \partial TI_it = \beta 1 + \beta 3 IQ_it$$

Biểu thức trên được tính tại ba mức chất lượng thể chế: thấp, trung bình và cao. Mức thấp và cao lần lượt bằng một độ lệch chuẩn dưới và trên giá trị trung bình mẫu.

Ước lượng Bayes kết hợp phân phối tiên nghiệm với hàm hợp lý của dữ liệu để thu được phân phối hậu nghiệm. Khác với hồi quy truyền thống tập trung vào ước lượng điểm và khoảng tin cậy dựa trên lấy mẫu, cách tiếp cận Bayes tạo ra một phân phối xác suất cho từng tham số, qua đó cho phép phát biểu trực tiếp xác suất một hệ số tương tác dương.

Lợi thế của Bayes trong nghiên cứu này là cung cấp một khuôn khổ nhất quán để phản ánh bất định của tham số, sử dụng prior thông tin yếu và suy luận ổn định khi các biến giải thích có tương quan và có thành phần tương tác.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Thống kê mô tả

Bảng 2 cho thấy REC có giá trị trung bình 22,84% và độ lệch chuẩn 17,61%, phản ánh sự khác biệt lớn trong cơ cấu năng lượng giữa các quốc gia. TI và IQ được chuẩn hóa nên có giá trị trung bình xấp xỉ 0 và độ lệch chuẩn xấp xỉ 1. GDP và phát thải CO_2 biến động đáng kể. FD có trung bình 58,27% GDP và giá trị tối đa trên 200%, trong khi FDI và OPEN có độ phân tán lớn.

Bảng 2. Thống kê mô tả

Biến	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Số quan sát
REC	22,84	17,61	0,41	86,35	1,218
TI	0,00	1,00	-2,41	3,18	1,218
IQ	0,.00	1,00	-2,36	2,27	1,218
GDP	9,62	1,13	6,71	11,84	1,218
CO2	0,83	1,21	-3,12	3,06	1,218
FD	58,27	42,15	3,70	224,60	1,218
FDI	4,31	7,62	-18,40	54,80	1,218
URB	61,38	20,51	13,20	100,00	1,218
POP	16,52	1,61	12,39	21,05	1,218
OPEN	87,46	56,38	20,15	401,30	1,218

Nguồn: Tác giả tính toán

4.2. Kết quả hồi quy Bayes

Bảng 3 trình bày kết quả ước lượng hồi quy bảng Bayes với hai đặc tả mô hình. Mô hình 1 xem xét tác động trực tiếp của đổi mới công nghệ (TI) và chất lượng thể chế (IQ) đến tiêu thụ năng lượng tái tạo (REC), đồng thời kiểm soát các yếu tố kinh tế vĩ mô. Mô hình 2 mở rộng phân tích bằng cách bổ sung biến tương tác TI × IQ nhằm đánh giá vai trò điều tiết của chất lượng thể chế.

Kết quả Mô hình 1 cho thấy TI có hệ số trung bình hậu nghiệm dương, đạt 0,131. Điều này cho thấy khi TI tăng một độ lệch chuẩn, REC có xu hướng tăng trung bình 0,131 độ lệch chuẩn, trong điều kiện các yếu tố khác không đổi. Tương tự, IQ có hệ số trung bình hậu nghiệm 0,087, phản ánh mối liên hệ tích cực giữa chất lượng thể chế và tiêu thụ năng lượng tái tạo. Các kết quả này phù hợp với kỳ vọng lý thuyết của giả thuyết H1 và H2.

Trong Mô hình 2, TI vẫn dương với hệ số 0,118; IQ đạt 0,074. Hệ số TI × IQ bằng 0,079, khoảng tin cậy Bayes 95% [0,031; 0,127] và xác suất tác động dương 99,8%, cung cấp bằng chứng mạnh cho H3. Kết quả cho thấy thể chế tốt làm tăng hiệu quả của đổi mới công nghệ trong việc tiêu thụ năng lượng tái tạo.

Các biến kiểm soát có kết quả khác nhau. GDP có trung bình hậu nghiệm 0,042, nhưng khoảng tin cậy Bayes bao gồm 0. CO2 có trung bình -0,096 và xác suất tác động âm 96,7%, gợi ý các nền kinh tế phát thải cao có thể bị khóa vào hệ thống nhiên liệu hóa thạch. FD có trung bình 0,051 và xác suất dương 93,8%; FDI dương nhưng chưa chắc chắn; URB gần 0; POP có tác động âm; OPEN có tác động dương nhỏ, phù hợp với kênh khuếch tán công nghệ.

Bảng 3. Ước lượng hậu nghiệm Bayes

Biến	Mô hình 1 Trung bình	Mô hình 2 Trung bình	ĐLC hậu nghiệm	Khoảng tin cậy Bayes 95%	P(hướng)	R-hat
TI	0,131	0,118	0,031	[0,057, 0,179]	99,7% dương	1,001
IQ	0,087	0,074	0,034	[0.,141]	98,4% dương	1,001
TI × IQ	—	0,079	0,024	[0,031, 0,127]	99,8% dương	1,000
GDP	0,046	0,042	0,030	[-0,017, 0,101]	91,6% dương	1,002
CO2	-0,091	-0,096	0,052	[-0,198, 0,006]	96,7% âm	1,001
FD	0,054	0,051	0,033	[-0,014, 0,116]	93,8% dương	1,002
FDI	0,031	0,028	0,027	[-0,025, 0,081]	84,9% dương	1,001
URB	0,012	0,008	0,029	[-0,049, 0,065]	60,8% dương	1,003
POP	-0,082	-0,078	0,039	[-0,154, -0,002]	97,7% âm	1,001
OPEN	0,037	0,035	0,024	[-0,012, 0,082]	92,7% dương	1,001

Nguồn: Tác giả tính toán

4.3. Tác động điều tiết của chất lượng thể chế

Tác động điều tiết được làm rõ qua tác động biên trong Bảng 4. Khi IQ thấp hơn trung bình một độ lệch chuẩn,

tác động biên của TI chỉ bằng 0,039, khoảng tin cậy Bayes bao gồm 0 và xác suất tác động dương là 78,4%. Khi IQ ở mức trung bình, tác động tăng lên 0,118 với xác suất dương 99,7%. Khi IQ cao hơn trung bình một độ lệch chuẩn, tác động đạt 0,197 và xác suất dương vượt 99,9%. Như vậy, khi chất lượng thể chế tăng từ mức trung bình lên mức cao, tác động biên của đổi mới công nghệ tăng từ 0,118 lên 0,197, tương đương mức tăng khoảng 67%.

Bảng 4. Tác động biên của đổi mới công nghệ

Mức chất lượng thể chế	Giá trị IQ	Tác động biên của TI	Khoảng tin cậy Bayes 95%	P (tác động > 0)
Thấp	-1 SD	0,039	[-0,041, 0,119]	78,4%
Trung bình	Mean	0,118	[0,057, 0,179]	99,7%
Cao	+1 SD	0,197	[0,112, 0,282]	>99,9%

Nguồn: Tác giả tính toán

4.4. Thảo luận kết quả nghiên cứu

Kết quả xác nhận rằng đổi mới công nghệ có liên hệ tích cực với tiêu thụ năng lượng tái tạo, phù hợp với nhóm nghiên cứu nhấn mạnh giảm chi phí, cải thiện hiệu quả, lưu trữ, điều khiển số và khuếch tán công nghệ [4–6,11]. Đổi mới làm cho năng lượng tái tạo hấp dẫn hơn về mặt kỹ thuật và kinh tế, đồng thời cải thiện hạ tầng cần thiết để tích hợp nguồn điện biến đổi.

Chất lượng thể chế cũng có tác động trực tiếp và tích cực. Kết quả này phù hợp với đặc điểm của các dự án năng lượng tái tạo: vốn đầu tư lớn, hợp đồng dài hạn và phụ thuộc đáng kể vào quy định, cấp phép và phối hợp hành chính. Thể chế mạnh làm giảm bất định và chi phí giao dịch, qua đó tăng độ tin cậy của chính sách khí hậu và năng lượng [9,10].

Kết quả quan trọng nhất là hệ số tương tác TI × IQ dương. Điều này thay đổi cách diễn giải hệ số công nghệ: đổi mới không tạo ra giá trị giống nhau trong mọi môi trường. Khi thể chế yếu, tác động biên nhỏ và chưa chắc chắn; khi thể chế mạnh, tác động lớn và rõ ràng. Kết quả giải thích phần nào khoảng cách giữa các chỉ số đổi mới và kết quả năng lượng thực tế. Bằng sáng chế, chi tiêu R&D và công bố khoa học phản ánh năng lực, nhưng không nhất thiết phản ánh khả năng triển khai.

Cơ chế trên phù hợp với lý thuyết về hệ thống đổi mới quốc gia [18,19]. Đổi mới cần có sự tương tác giữa doanh nghiệp, trường đại học, tài chính và chính phủ; thể chế đóng vai trò điều phối. Kết quả cũng mở rộng lập luận về hiện đại hóa sinh thái: hiện đại hóa công nghệ không đủ nếu thiếu hiện đại hóa thể chế. Công nghệ sạch cần được hỗ trợ bởi các quy tắc khuyến khích áp dụng và hạn chế ô nhiễm, phù hợp với logic của giả thuyết Porter [20].

Tác động âm của CO2 có thể phản ánh tình trạng bị khóa chặt cấu trúc. Phát thải cao thường đi kèm với lượng lớn cơ sở hạ tầng nhiên liệu hóa thạch, ngành công nghiệp thâm dụng carbon, và các hệ thống trợ cấp duy trì công nghệ cũ, có ảnh hưởng chính trị. Vì vậy, phát thải cao không nhất thiết tự động tạo ra phản ứng chuyển dịch; ngược lại, nó có thể cho thấy những nền kinh tế khó chuyển đổi nhất.

Tác động nhỏ của GDP cho thấy thu nhập đơn thuần không quyết định cơ cấu năng lượng. Nền kinh tế giàu có có nguồn lực lớn hơn nhưng cũng tiêu thụ nhiều năng lượng hơn; kết quả cuối cùng phụ thuộc vào chính sách và thể chế. Phát triển tài chính có tác động dương vừa phải, phù hợp với nhu cầu vốn của dự án năng lượng tái tạo, nhưng tài chính không tự động là tài chính xanh. Điều quan trọng không chỉ là độ sâu tài chính mà còn là hướng phân bổ tín dụng [22,28–34]. Bằng chứng Bayes về tài chính số và tiến bộ công nghệ cũng cho thấy công nghệ và khả năng tiếp cận tài chính có thể cùng định hình việc tiêu thụ năng lượng tái tạo [43]. Các lập luận về mối quan hệ giữa phát triển kinh tế và suy giảm môi trường cũng cho thấy quá trình chuyển đổi có thể khác nhau ở từng giai đoạn phát triển [44].

Cách tiếp cận Bayes bổ sung một góc nhìn hữu ích. Thay vì chỉ hỏi hệ số có vượt ngưỡng ý nghĩa truyền thống hay không, xác suất hậu nghiệm cho thấy mức độ dữ liệu ủng hộ một tác động dương hoặc âm. Đối với biến tương tác, xác suất dương rất cao, qua đó cung cấp bằng chứng trực tiếp cho lập luận trung tâm, đồng thời vẫn phản ánh sự bất định về độ lớn của tác động. Đồng thời, cấu trúc cạnh tranh của ngành có thể ảnh hưởng đến khả năng sinh lợi và việc tiếp nhận công nghệ mới [45].

5. KẾT LUẬN VÀ HÀM Ý CHÍNH SÁCH

Nghiên cứu xem xét tác động của đổi mới công nghệ đến tiêu thụ năng lượng tái tạo và vai trò điều tiết của chất lượng thể chế. Lập luận trung tâm là đổi mới mở rộng các khả năng kỹ thuật cho năng lượng tái tạo, trong khi thể chế quyết định mức độ các khả năng đó được tài trợ, quản lý và triển khai. Dữ liệu bảng cân bằng của 58 quốc gia giai đoạn 2004–2024, với 1.218 quan sát, được phân tích bằng hồi quy bảng Bayes. TI được xây dựng từ năm nhóm chỉ tiêu đổi mới theo PCA và IQ được tổng hợp từ sáu thành phần WGI.

Kết quả cung cấp ba phát hiện chính. Thứ nhất, đổi mới công nghệ có tác động tích cực đến tiêu thụ năng lượng tái tạo với mức hỗ trợ hậu nghiệm cao, qua đó ủng hộ giả thuyết H1. Thứ hai, chất lượng thể chế có tác động trực tiếp và tích cực, hỗ trợ H2. Thứ ba và quan trọng nhất, hệ số tương tác TI × IQ bằng 0,079 với khoảng tin cậy Bayes 95% [0,031; 0,127] và xác suất dương 99,8%, hỗ trợ mạnh H3. Tác động biên của TI chỉ bằng 0,039 khi IQ thấp, tăng lên 0,118 ở mức IQ trung bình và đạt 0,197 khi IQ cao. Điều này cho thấy giá trị của đổi mới phụ thuộc đáng kể vào môi trường thể chế.

Đóng góp chính của nghiên cứu là chỉ ra rằng đổi mới và thể chế có tính bổ trợ. Số lượng bằng sáng chế, chi tiêu nghiên cứu và công bố khoa học chưa đủ để đánh giá năng lực chuyển dịch năng lượng nếu những đầu ra này không được chuyển thành đầu tư và triển khai. Chất lượng quy định, hiệu quả của chính phủ, pháp quyền, kiểm soát tham nhũng và độ tin cậy của chính sách quyết định khả năng công nghệ đi từ phòng thí nghiệm đến thị trường.

Hàm ý chính sách có thể thực hiện như sau:

Thứ nhất, chính sách đổi mới và cải cách thể chế cần được thiết kế đồng thời. Tăng chi R&D có thể làm tăng số lượng công bố và bằng sáng chế, nhưng chưa chắc làm tăng tiêu thụ năng lượng tái tạo. Nguồn lực nghiên cứu công cần được gắn với dự án trình diễn, thương mại hóa và triển khai trên lưới điện. Việc đánh giá cơ sở nghiên cứu nên chú ý đến khả năng khuếch tán công nghệ, không chỉ số lượng công bố hoặc bằng sáng chế.

Thứ hai, chất lượng quy định và tính ổn định của chính sách cần được xem là quan trọng ngang với năng lực công nghệ. Nhà đầu tư cần có quy tắc rõ ràng về cấp phép, kết nối lưới, biểu giá và đấu giá cạnh tranh. Thay đổi chính sách thường xuyên làm tăng chi phí vốn và trì hoãn đầu tư. Chính phủ nên công bố kế hoạch năng lượng dài hạn, minh bạch hóa quy trình đấu giá và xây dựng cơ chế giải quyết tranh chấp độc lập.

Thứ ba, pháp quyền, việc thực thi hợp đồng và tính minh bạch cần được củng cố. Các hợp đồng mua bán điện thường kéo dài nhiều năm, nên rủi ro pháp lý trực tiếp làm tăng phần bù rủi ro. Tòa án hiệu quả hơn, hợp đồng chuẩn hóa, bảo lãnh đáng tin cậy và cơ chế chống tham nhũng có thể giúp giảm chi phí tài chính. Mua sắm số, công khai hồ sơ dự thầu, công bố chủ sở hữu hưởng lợi và kiểm toán độc lập giúp hạn chế hành vi tìm kiếm đặc lợi.

Thứ tư, hệ thống tài chính cần phát triển các sản phẩm hỗ trợ thương mại hóa công nghệ như tín dụng xanh, tài trợ dự án, tài chính pha trộn, bảo lãnh và vốn mạo hiểm. Ngân hàng phát triển công có thể hấp thụ rủi ro giai đoạn đầu, nhưng quyết định tài trợ phải minh bạch và được đánh giá theo kết quả. Đồng thời, cần giảm các lợi thế méo mó dành cho nhiên liệu hóa thạch, bao gồm trợ cấp kém hiệu quả và các quy tắc thị trường bất cân xứng; cải cách cần đi kèm với các biện pháp bảo vệ xã hội cho các hộ dễ tổn thương.

Thứ năm, hỗ trợ quốc tế cho các quốc gia đang phát triển nên kết hợp chuyển giao công nghệ với xây dựng năng lực thể chế. Chỉ tài trợ thiết bị mà không nâng cao năng lực của cơ quan quản lý, tiện ích công và hệ thống pháp lý có thể khiến dự án khó mở rộng. Trọng tâm cải cách nên cụ thể là ổn định quy định, kết nối lưới điện, minh bạch trong mua sắm, thực thi hợp đồng, bảo vệ sở hữu trí tuệ và phối hợp giữa cơ quan nghiên cứu và cơ quan quản lý năng lượng.

Bên cạnh các hàm ý chính sách, kết quả nghiên cứu cũng đưa ra một số hàm ý quan trọng đối với doanh nghiệp, nhà đầu tư và các tổ chức tham gia thị trường năng lượng tái tạo. Trước hết, doanh nghiệp không nên xem năng lực công nghệ là yếu tố duy nhất quyết định khả năng triển khai năng lượng tái tạo. Kết quả về tác động điều tiết cho thấy hiệu quả của đổi mới công nghệ phụ thuộc đáng kể vào chất lượng thể chế. Vì vậy, khi lựa chọn thị trường đầu tư, doanh nghiệp cần đánh giá đồng thời năng lực công nghệ, mức độ ổn định của chính sách, chất lượng quy định, khả năng thực thi hợp đồng và mức độ minh bạch của môi trường kinh doanh.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Tuyet, N. T. B., & Dinh, L. Q. (2026). Green fiscal policy and sustainable development in ASEAN countries: Evidence from a Bayesian spatial regression approach. Sustainable Development, Early View, e71747. https://doi.org/10.1002/sd.71747

[2] Dinh, L. Q., Oanh, T. T. K., & Ha, N. T. H. (2025). Enhancing green growth: Exploring the influence of fiscal spending and green finance. Studia Universitatis "Vasile Goldiș" Arad – Economics Series, 35(3), 69–91. https://doi.org/10.2478/sues-2025-0013

[3] Fuso Nerini, F., Tomei, J., To, L. S., Bisaga, I., Parikh, P., Black, M., Borrion, A., Spataru, C., Broto, V. C., Anandarajah, G., Milligan, B., & Mulugetta, Y. (2018). Mapping synergies and trade-offs between energy and the Sustainable Development Goals. Nature Energy, 3(1), 10–15. https://doi.org/10.1038/s41560-017-0036-5

[4] Johnstone, N., Haščič, I., & Popp, D. (2010). Renewable energy policies and technological innovation: Evidence based on patent counts. Environmental and Resource Economics, 45, 133–155. https://doi.org/10.1007/s10640-009-9309-1

[5] Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J., & Kui, Z. (2021). Impact of technological innovation, financial development and foreign direct investment on renewable energy, non-renewable energy and the environment in Belt and Road Initiative countries. Renewable Energy, 171, 479–491. https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.075

[6] Tudor, C., & Sova, R. (2021). On the impact of GDP per capita, carbon intensity and innovation for renewable energy consumption: Worldwide evidence. Energies, 14(19), 6254. https://doi.org/10.3390/en14196254

[7] North, D. C. (1990). Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge University Press.

[8] Acemoglu, D., Johnson, S., & Robinson, J. A. (2005). Institutions as a fundamental cause of long-run growth. In P. Aghion & S. N. Durlauf (Eds.), Handbook of economic growth (Vol. 1A, pp. 385–472). Elsevier.

[9] Oanh, T. T. K., & Dinh, L. Q. (2026). Reassessing the role of green tax reforms and institutional quality in enhancing environmental performance: A Bayesian quantile regression analysis. Managerial

and Decision Economics, 47(6), 1588–1605. https://doi.org/10.1002/mde.70114

[10] Hung, H. T., Oanh, T. T. K., & Dinh, L. Q. (2026). Fiscal space, institutions, and sustainable development across fiscal regimes. Discover Environment, 4, 529. https://doi.org/10.1007/s44274-026-01071-x

[11] Xie, F., Liu, Y., Guan, F., & Wang, N. (2020). How to coordinate the relationship between renewable energy consumption and green economic development: From the perspective of technological advancement. Environmental Sciences Europe, 32, 71. https://doi.org/10.1186/s12302-020-00350-5

[12] Chien, F., Kamran, H. W., Albashar, G., & Iqbal, W. (2021). Dynamic planning, conversion, and management strategy of different renewable energy sources: A sustainable solution for severe energy crises in emerging economies. International Journal of Hydrogen Energy, 46(11), 7745–7758.

[13] Wen, Y., Onwe, J. C., Haseeb, M., Saini, S., Matuka, A., & Sahoo, D. (2022). Role of technological innovation, renewable and non-renewable energy, and economic growth on environmental quality: Evidence from African countries. Frontiers in Energy Research, 10, 958839. https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.958839

[14] Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries. Energy Economics, 31(3), 456–462.

[15] Apergis, N., & Payne, J. E. (2015). Renewable energy, output, carbon dioxide emissions, and oil prices: Evidence from South America. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 10(3), 281–287. https://doi.org/10.1080/15567249.2013.853713

[16] Eren, B. M., Taspinar, N., & Gokmenoglu, K. K. (2019). The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. Science of the Total Environment, 663, 189–197. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.323

[17] Cui, L., Weng, S., & Song, M. (2022). Financial inclusion, renewable energy consumption, and inclusive growth: Cross-country evidence. Energy Efficiency, 15(6), 43. https://doi.org/10.1007/s12053-022-10051-y

[18] Freeman, C. (1987). Technology policy and economic performance: Lessons from Japan. Pinter.

[19] Lundvall, B.-Å. (Ed.). (1992). National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. Pinter.

[20] Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. Journal of Economic Perspectives, 9(4), 97–118. https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97

[21] Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2010). The Worldwide Governance Indicators: Methodology and analytical issues. World Bank Policy Research Working Paper No. 5430.

[22] Dinh, L. Q., Oanh, T. T. K., & Ha, N. T. H. (2025). Financial stability and sustainable development: Perspectives from fiscal and monetary policy. International Journal of Finance & Economics, 30(2), 1724–1741. https://doi.org/10.1002/ijfe.2981

[23] Diamond, D. W. (1984). Financial intermediation and delegated monitoring. Review of Economic Studies, 51(3), 393–414. https://doi.org/10.2307/2297430

[24] Shahbaz, M., Topcu, B. A., Sarıgül, S. S., & Doğan, M. (2024). Energy imports as inhibitor of economic growth: The role of renewable and non-renewable energy consumption. Journal of International Trade & Economic Development, 33(4), 497–522. https://doi.org/10.1080/09638199.2023.2237131

[25] Omri, A., Mabrouk, N. B., & Sassi-Tmar, A. (2015). Modeling the causal linkages between nuclear energy, renewable energy and economic growth in developed and developing countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 42, 1012–1022. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.046

[26] Al-Maamary, H. M., Kazem, H. A., & Chaichan, M. T. (2017). The impact of oil price fluctuations on common renewable energies in GCC countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 75, 989–1007. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.079

[27] Alvarado, R., Deng, Q., Tillaguango, B., Méndez, P., Bravo, D., Chamba, J., & Ahmad, M. (2021). Do economic development and human capital decrease non-renewable energy consumption? Evidence for OECD countries. Energy, 215, 119147. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119147

[28] Kim, J., & Park, K. (2016). Financial development and deployment of renewable energy technologies. Energy Economics, 59, 238–250. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.08.012

[29] Burakov, D., & Freidin, M. (2017). Financial development, economic growth and renewable energy consumption in Russia: A vector error correction approach. International Journal of Energy Economics and Policy, 7(6), 39–47.

[30] Sadorsky, P. (2010). The impact of financial development on energy consumption in emerging economies. Energy Policy, 38(5), 2528–2535. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.048

[31] Bakhsh, S., Zhang, W., Ali, K., & Anas, M. (2023). Can digital financial inclusion facilitate renewable energy consumption? Evidence from nonlinear analysis. Energy & Environment. https://doi.org/10.1177/0958305X231204029

[32] Chen, H., Shi, Y., & Zhao, X. (2022). Investment in renewable energy resources, sustainable financial inclusion and energy efficiency: A case of the US economy. Resources Policy, 77, 102680. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102680

[33] Li, J., Dong, X., & Dong, K. (2022). How much does financial inclusion contribute to renewable energy growth? Ways to realize green finance in China. Renewable Energy, 198, 760–771. https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.08.097

[34] Tsao, Y.-C., Vu, T.-L., & Lu, J.-C. (2021). Pricing, capacity and financing policies for investment of

renewable energy generations. Applied Energy, 303, 117664. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117664

[35] Dinh, L. Q. (2025). Reassessing the impact of foreign direct investment on environmental quality in 112 countries: A Bayesian quantile regression approach. International Social Science Journal, 75(257), 641–659. https://doi.org/10.1111/issj.12577

[36] Dinh, L. Q., & Huy, N. Q. (2026). Foreign direct investment and sustainable development in the face of geopolitical, financial, and economic volatility. Sustainable Development, 34(5), 6887–6905. https://doi.org/10.1002/sd.70711

[37] Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement. National Bureau of Economic Research Working Paper No. 3914.

[38] Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). Energy consumption, pollutant emissions and economic growth in South Africa. Energy Economics, 32(6), 1374–1382. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.08.002

[39] Sinha, A., & Shahbaz, M. (2018). Estimation of environmental Kuznets curve for CO2 emission: Role of renewable energy generation in India. Renewable Energy, 119, 703–711. https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.058

[40] Zhou, N., Levine, M. D., & Price, L. (2010). Overview of current energy-efficiency policies in China. Energy Policy, 38(11), 6439–6452. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.015

[41] World Development Indicators (2026). World Bank. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators (Accessed May 13, 2026).

[42] Jaumotte, F., & Pain, N. (2005). From ideas to development: The determinants of R&D and patenting. OECD Economics Department Working Papers, No. 457.

[43] Kim, O. T. T., & Quoc, D. L. (2024). Exploring the influence of digital financial inclusion and technological progress on renewable energy consumption: A Bayesian quantile regression analysis. Environment, Development and Sustainability. https://doi.org/10.1007/s10668-024-05675-2

[44] Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. International Labour Organization.

[45] Porter, M. E. (1980). Industry structure and competitive strategy: Keys to profitability. Financial Analysts Journal, 36(4), 30–41. https://doi.org/10.2469/faj.v36.n4.30.

7. LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả cảm ơn sự hỗ trợ từ Trường Đại học Lạc Hồng, Đồng Nai.