MỐI QUAN HỆ GIỮA CHỈ SỐ PHÁT TRIỂN CON NGƯỜI, CƠ SỞ HẠ TẦNG CÔNG NGHỆ, NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO VÀ TĂNG TRƯỞNG KINH TẾ TẠI VIỆT NAM

Ngô Thái Hưng
Đại học Tài chính-Marketing
Email: hung.nt@ufm.edu.vn
Bùi Minh Bảo
Đại học Tài chính-Marketing
Email: minhbao002676@gmail.com
Hồ Linh Đan
Đại học Tài chính-Marketing
Email: linhdan294@gmail.com

Mã bài: JED-1123
Ngày nhận: 13/02/2023
Ngày nhận bản sửa: 07/05/2023
Ngày duyệt đăng: 15/05/2023
DOI 10.33301/JED.VI.1123

Tóm tắt:
Năng lượng sạch và công nghệ thông tin và truyền thông (ICT) dần dần đóng một vai trò quan trọng trong cuộc sống của mọi người, thay đổi cách thức hoạt động của xã hội và nền kinh tế. Nghiên cứu này đóng góp về lý thuyết thực nghiệm bằng cách xác định mối quan hệ giữa năng lượng tái tạo, cơ sở hạ tầng công nghệ, tăng trưởng kinh tế và chỉ số phát triển con người ở Việt Nam trong miền tần số và thời gian khác nhau sử dụng phân tích wavelet và kiểm định nhân quả dạng phổ được giới thiệu bởi Breitung & Candelon (2006). Các phát hiện cho thấy tồn tại quan hệ hai chiều của cơ sở hạ tầng công nghệ, năng lượng tái tạo đối với chỉ số phát triển con người, riêng tăng trưởng kinh tế và chỉ số phát triển con người có mối quan hệ cả tích cực và tiêu cực tại Việt Nam ở trung và dài hạn, từ đó cho thấy đầu tư năng lượng tái tạo, đổi mới cơ sở hạ tầng công nghệ và phát triển kinh tế hỗ trợ quá trình nâng cao chỉ số con người. Kết quả nghiên cứu cung cấp một số hàm ý quan trọng là cải thiện ICT, tăng cường năng lượng tái tạo và phát triển kinh tế nhằm tạo thuận lợi cho phát triển con người tại Việt Nam.
Từ khóa: Năng lượng tái tạo, cơ sở hạ tầng công nghệ, tăng trưởng kinh tế, chỉ số phát triển con người, Wavelet
Mã JEL: E23; F21; O16

Time-frequency relationship between human deveploment index, ICT, renewable energy and economic growth in Vietnam

Abstract:
Renewable energy and communication technology (ICT) play a gradually more important role in people's lives and transform the way societies and economies function. This study contributes to the related literature on this nexus between economic growth, renewable energy, ICT, and human development in Vietnam using wavelet analysis and the spectral Granger causality test developed by Breitung and Candelon (2006). Our results indicate that there exists a bi-directional relationship between ICT, renewable energy, and human development, while economic growth has both negative and positive impacts on human development in the medium and long run in this country, which implies that renewable energy, ICT, and GDP support increasing the level of human development in Vietnam. The outcome of our study suggests policy recommendations for improving ICT, renewable energy, and economic development to enhance human development in Vietnam.
Keywords: *Renewable energy, ICT, GDP, human development index, Wavelet, Vietnam.*
JEL Codes: E23, F21, O16.

1. Giới thiệu

Sự phát triển toàn diện của xã hội trong bối cảnh toàn cầu hóa đang tạo ra nhiều cơ hội phát triển và đề cao những tiêu chí về hưởng thụ cuộc sống, đồng thời cũng tạo ra tiền đề cho cuộc chạy đua về kinh tế, năng lượng trên thế giới (Flor, 2001). Ngày nay, cơ sở hạ tầng công nghệ (ICT), năng lượng tái tạo (REN), tăng trưởng kinh tế (GDP) và chỉ số phát triển con người (HDI) đang được quan tâm bởi các nhà nghiên cứu, các nhà hoạch định chính sách và chính phủ các quốc gia (Wang & cộng sự, 2018). Do đó, việc nghiên cứu tác động của các yếu tố này lên chỉ số phát triển con người tại Việt Nam trong giai đoạn 2000-2021 giúp đạt được mục tiêu phát triển bền vững về con người.

Các nghiên cứu đã chứng minh rằng việc tiến bộ và nâng cao công nghệ thông tin và truyền thông có thể thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và phát triển con người (Flor, 2001; Verma & cộng sự, 2022). Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ thông tin ở các nền kinh tế đang và kém phát triển gặp nhiều khó khăn vì hạn chế về văn hóa xã hội, cơ sở hạ tầng, kinh tế và công nghệ (Amer, 2020). Vấn đề này cũng đang diễn ra tại Việt Nam, việc nghiên cứu và tìm ra các chiến lược để thúc đẩy mở rộng công nghệ thông tin và truyền thông và phát triển con người là rất cần thiết. Việc áp dụng công nghệ thông tin và truyền thông sẽ giúp cho Việt Nam tăng tốc độ phát triển và cải thiện chất lượng cuộc sống cho người dân.

Việc sử dụng năng lượng tái tạo được xem là một giải pháp và xu hướng cần thiết trong ngành năng lượng trên toàn cầu (Pata & cộng sự, 2021). Đặc biệt là khi các nguồn năng lượng truyền thống đang cạn kiệt và ô nhiễm môi trường ngày càng nghiêm trọng. Việc tăng cường sử dụng năng lượng tái tạo không chỉ có lợi cho môi trường mà còn cho kinh tế, với nhiều nghiên cứu cho thấy sự tương quan mạnh mẽ giữa phát triển năng lượng tái tạo và tăng trưởng GDP (Wang & cộng sự, 2018). Việt Nam có tiềm năng lớn để phát triển năng lượng tái tạo, nhưng chưa khai thác hết tiềm năng này do tổng mức tiêu thụ năng lượng chưa cao và số lượng các dự án đầu tư còn ít (Zhang, 2019). Tuy nhiên, việc tăng trưởng kinh tế cần phải gắn liền với phát triển con người và sử dụng năng lượng hiệu quả và bền vững để phục vụ chiến lược tăng trưởng xanh của đất nước.

Mục tiêu tăng trưởng kinh tế luôn được các quốc gia ưu tiên hàng đầu, và nghiên cứu cho thấy tốc độ tăng trưởng kinh tế cao thì càng được chi nhiều hơn cho việc phát triển con người (Pata & cộng sự, 2021). Đầu tư vào công nghệ thông tin - truyền thông và năng lượng tái tạo đã giúp người dân tiếp cận được với y tế và giáo dục hiện đại, từ đó góp phần phát triển con người về mặt nhận thức và sức khoẻ. Tuy nhiên, việc tăng trưởng kinh tế có thể gây ra nguy cơ suy giảm môi trường, cạn kiệt các nguồn năng lượng sẵn có của quốc gia, giảm chỉ số HDI và gây ra hậu quả ngược lại cho GDP. Tại Việt Nam, việc phát triển kinh tế thị trường đòi hỏi các giải pháp phải gắn liền tăng trưởng kinh tế với phát triển con người.

Các nghiên cứu trước đây đã sử dụng các phương pháp kinh tế lượng truyền thống như quan hệ nhân quả, VAR, ARDL và OLS để điều tra tác động của cơ sở hạ tầng công nghệ, năng lượng tái tạo, tăng trưởng kinh tế đối với chỉ số phát triển con người ở nhiều nền kinh tế khác nhau. Theo tìm hiểu của chúng tôi, chưa có nghiên cứu nào xem xét mối quan hệ giữa các yếu tố trên trong bối cảnh Việt Nam bằng cách sử dụng phương pháp Wavelet (Wang & cộng sự, 2018). Nghiên cứu của tác giả đóng góp vào lý thuyết bằng cách khám phá mối quan hệ theo thời gian và miền tần số khác nhau giữa các chỉ số này và dựa trên những kết quả đạt được, bài báo đề xuất các hàm ý chính sách liên quan đến công nghệ thông tin và truyền thông từ đó đưa ra các giải pháp sử dụng năng lượng tái tạo hiệu quả nhằm tăng trưởng kinh tế bền vững và nâng cao được chỉ số con người tại Việt Nam.

2. Tổng quan lý thuyết

Chỉ số phát triển con người là một trong những thước đo quan trọng của sự phát triển của một quốc gia Asongu & Le Roux (2017). Trong bối cảnh thế giới đang đối mặt với nhiều thách thức và vấn đề phát triển bền vững, Liên Hợp Quốc đã xây dựng khung phát triển bền vững toàn diện (SDGs) với mục tiêu hướng tới việc cải thiện chỉ số phát triển con người và đảm bảo sự phát triển bền vững cho tất cả các quốc gia trên thế giới. Để đạt được mục tiêu cải thiện chỉ số này, Việt Nam cần phải phát triển năng lượng tái tạo, tăng trưởng kinh tế và đầu tư vào cơ sở hạ tầng công nghệ. Tuy nhiên, cần nhấn mạnh rằng việc nâng cao chỉ số con người không thể được thực hiện ở Việt Nam nếu không có một nền kinh tế vững mạnh. Tại Việt Nam, tăng trưởng kinh tế đã tạo ra nhiều cơ hội việc làm mới và nâng cao mức sống của người dân.

Hơn nữa, đầu tư vào cơ sở hạ tầng công nghệ giúp tăng cường khả năng tiếp cận và sử dụng các dịch vụ công nghệ, cải thiện năng suất lao động, tăng trưởng kinh tế. Đặc biệt là nguồn năng lượng tái tạo để giảm thiểu sự phụ thuộc vào năng lượng không bền vững và giảm thiểu các tác động tiêu cực đến môi trường. Gần đây, một số học giả đã tiến hành nghiên cứu phân tích tác động giữa chỉ số phát triển con người, năng lượng tái tạo, cơ sở hạ tầng công nghệ và tăng trưởng kinh tế. Tuy nhiên, không có sự nhất quán về kết quả nghiên cứu. Ví dụ, Kazar & Kazar (2014) cho thấy ảnh hưởng tiêu cực giữa HDI và REN. Hầu hết các quốc gia đều phấn đấu tăng trưởng kinh tế để nâng cao mức sống của người dân. Tuy nhiên, việc sử dụng tài nguyên ngày càng tăng làm phức tạp thêm các vấn đề môi trường (Taqi & cộng sự, 2021). Hơn nữa, một số bài nghiên cứu, chẳng hạn như Verma & cộng sự (2022), Asongu & Le Roux (2017) cung cấp bằng chứng về tác động tích cực giữa HDI và ICT, và cho rằng nâng cao HDI trong dài hạn phụ thuộc vào các yếu tố ngoại sinh như tiến bộ công nghệ hay kích thích tăng trưởng kinh tế thông qua cải thiện vốn con người, do đó cần gia tăng đầu tư vào giáo dục, y tế, cơ sở hạ tầng công nghệ. Tại Việt Nam, từ đầu những năm 2000, hệ thống cơ sở hạ tầng công nghệ đã có sự cải thiện và tiến bộ đáng kể (Flor, 2001). Việc cải thiện này cũng góp phần mang lại những lợi ích cho những người nghèo ở các khu vực nông thôn. Cụ thể, họ có thể dễ dàng tiếp cận thông tin, giáo dục và dịch vụ y tế tốt hơn thông qua việc đầu tư về cơ sở hạ tầng, các thiết bị truyền thông, internet và các ứng dụng công nghệ khác. Ngoài ra, Eftimoski (2022) chỉ ra quan hệ giữa HDI và GDP có mối quan hệ cả tiêu cực và tích cực vì vấn đề phát triển kinh tế và ô nhiễm môi trường. Khi bắt đầu phát triển kinh tế, và đạt đến một mức độ nhất định, nó đã tác động tiêu cực đến môi trường. Sau đó, phát triển kinh tế đi đôi với bảo vệ môi trường nếu đạt được mức thu nhập bình quân đầu người cao (Eftimoski, 2022). Dưới đây, tác giả đi sâu hơn vào từng điểm này.

Trước tiên, chúng tôi tóm tắt các tài liệu về mối liên hệ giữa việc sử dụng năng lượng tái tạo và HDI. Một số nhà nghiên cứu cho thấy mối liên hệ lâu dài giữa tiêu thụ năng lượng tái tạo và HDI (Flor, 2001), trong khi những nhà nghiên cứu khác không tìm thấy mối liên hệ nào giữa chúng (Taqi & cộng sự, 2021). Ví dụ, Wang & cộng sự (2018) đã khám phá mối quan hệ giữa tiêu thụ năng lượng tái tạo, tăng trưởng kinh tế và HDI trong giai đoạn 1990-2014 ở Pakistan bằng cách sử dụng phương pháp GMM. Kết quả cho thấy tiêu thụ năng lượng tái tạo không cải thiện chỉ số HDI ở Pakistan. Tuy nhiên, Pata & cộng sự (2021) chỉ ra rằng sự gia tăng phát triển con người và tiêu thụ năng lượng tái tạo có ảnh hưởng tiêu cực. Các kết quả của Akbar & cộng sự (2021) cho thấy mối quan hệ nhân quả tiêu cực một chiều giữa CO2 và HDI, điều này ngụ ý rằng CO2 làm suy giảm đáng kể sức khỏe con người. Nghiên cứu của Zhang (2019) cho thấy năng lượng tái tạo ảnh hưởng đáng kể đến HDI ở 79 quốc gia ít năng lượng từ Nam Á, châu Phi cận Sahara. Do đó, dựa trên các cuộc thảo luận trên, chúng tôi phát triển giả thuyết sau:

H1: Năng lượng tái tạo tác động tiêu cực đến chỉ số phát triển con người.

Thế giới đã được đổi mới về mọi mặt nhờ vào công nghệ thông tin - truyền thông và tăng cường khả năng tiếp cận thông tin và vốn con người (Verma & cộng sự, 2022). Đặc biệt, ở các vùng nông thôn có thu nhập thấp thường gặp trở ngại trong việc tiếp cận các triển vọng giáo dục, trong khi đó công nghệ thông tin - truyền thông là một công cụ thúc đẩy nền giáo dục mở, giúp con người tiếp cận thông tin đa chiều và tối ưu hoá thời gian. Vì vậy, công nghệ thông tin - truyền thông có tiềm năng phát triển để loại bỏ những trở ngại trong cuộc sống và cải thiện mức sống thông qua việc tiếp cận với giáo dục và y tế (De la Hoz-Rosales & cộng sự, 2019). Các nghiên cứu trước đây xem xét rộng rãi mối liên hệ giữa ICT và HDI như nghiên cứu của Acheampong & cộng sự (2022) cho rằng công nghệ thông tin - truyền thông đã tác động tích cực đến HDI thông qua sử dụng hiệu quả cơ sở hạ tầng công nghệ tại 79 quốc gia. Tiếp theo, Karaman Aksentijević & cộng sự (2021), De la Hoz-Rosales & cộng sự (2019) đưa ra kết luận tương tự cho rằng công nghệ thông tin - truyền thông có tác động tích cực đáng kể đến HDI ở các nước thu nhập trung bình thấp. Gần đây, nghiên cứu của Asongu & Le Roux (2017) cũng cho thấy rằng việc sử dụng công nghệ thông tin - truyền thông và giáo dục đại học có thể ảnh hưởng tích cực đến cuộc sống của con người trực tiếp hoặc gián tiếp. Do đó, chúng tôi xây dựng giả thuyết như sau:

H2: Cơ sở hạ tầng công nghệ có vai trò quan trọng trong việc phát triển chỉ số con người

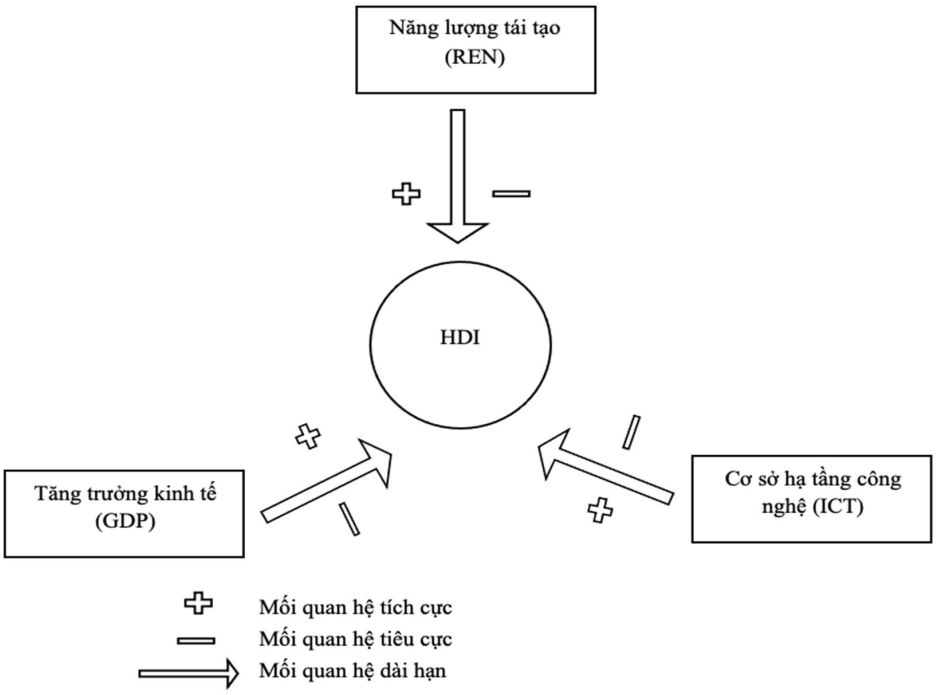
Tăng trưởng kinh tế là yếu tố quan trọng trong sự phát triển kinh tế của một quốc gia. Có một số yếu tố có thể tạo điều kiện cho tăng trưởng kinh tế, đó là sự phát triển của con người. Do đó, để làm rõ mối tương

quan trên đã có nhiều tranh luận giữa các nhà nghiên cứu (Verma & cộng sự, 2022). Ví dụ, Eftimoski (2022) xem xét mối quan hệ giữa GDP và HDI, kết quả nghiên cứu cho thấy sự tăng trưởng kinh tế có tác động đáng kể đến sự phát triển của con người. Tương tự, Mustafa & cộng sự (2017) đã xem xét các tác động của GDP và chỉ số HDI thực nghiệm từ các nước Châu Á. Họ chứng minh rằng, phát triển con người đóng góp tích cực vào tăng trưởng kinh tế. Tuy nhiên, Chikalipah & Makina (2019) lại cho rằng tồn tại mối quan lâu dài giữa HDI và GDP. Tiếp theo, Teixeira & cộng sự (2016) chỉ ra mối tương quan thuận chặt chẽ giữa GDP và HDI, kết quả này đồng thuận với Taqi & cộng sự (2021), Wang & cộng sự (2018). Bên cạnh đó, nghiên cứu Suri & cộng sự (2011) có cùng kết quả với Amer (2020) và Sultana & cộng sự (2022) cho thấy tất cả các khía cạnh của vốn con người đều ảnh hưởng tích cực đến tăng trưởng ở các nước đang phát triển. Kết quả ngụ ý rằng tăng trưởng kinh tế thúc đẩy quá trình phát triển con người và ngược lại. Dựa trên cơ sở đó chúng tôi phát triển giả thuyết như sau:

H3: Tăng trưởng kinh tế gắn liền với phát triển chỉ số con người

Tóm lại, vai trò công nghệ thông tin - truyền thông, năng lượng tái tạo, GDP và HDI đã nhận được sự quan tâm đáng kể của các nhà nghiên cứu, các nhà hoạch định chính sách (De la Hoz-Rosales & cộng sự, 2019). Tuy nhiên, các nghiên cứu trước đây chưa có nhiều thực nghiệm xác lập mối liên hệ giữa chúng và những phát hiện còn mơ hồ. Điều này cho thấy cần phải nghiên cứu thêm để làm rõ mối liên hệ giữa các biến. Ngoài ra, hầu hết các nghiên cứu trước đây tập trung vào các nhóm nước phát triển, bỏ qua các nước đang và kém phát triển. Đây là lý do tại sao đề tài nghiên cứu này tập trung phân tích mối quan hệ giữa cơ sở hạ tầng công nghệ, tăng trưởng kinh tế, năng lượng tái tạo và chỉ số phát triển con người ở Việt Nam. Mô hình liên quan được mô tả trong Hình 1.

Hình 1: Khung lý thuyết mối liên hệ giữa năng lượng tái tạo, cơ sở hạ tầng công nghệ, tăng trưởng kinh tế và chỉ số con người



Nguồn: Tổng hợp từ nhóm tác giả

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Biến đổi Wavelet chéo

Để phân tích tương quan giữa hai chuỗi x(t) và y(t) trên cùng một khoảng không gian thời gian - tần số, Torrence & Webster (1999) đã đề xuất định nghĩa phép biến đổi Wavelet chéo:

$$W_n^{XY}(u,s) = W_n^X(u,s)W_n^{Y*}(u,s) \qquad (1)$$

Trong đó: u biểu thị vị trí, s là bước sóng tương ứng với từng loại miền tần số, còn * biểu thị cho mối liên hệ phức hợp giữa hai chuỗi. W là phép biến đổi một chuỗi thời gian liên tục sang dạng sóng.

3.2. Wavelet liên tục

Biến đổi wavelet liên tục $w_x(s)$ cho phép chúng tôi điều tra hành vi chung của chuỗi thời gian cho cả tần số và thời gian. Wavelet được định nghĩa là:

$$W_x(s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\frac{1}{\sqrt{s}}\psi^*(\frac{t}{s}), \qquad (2)$$

Trong đó * biểu thị liên hợp phức và trong đó tham số tỷ lệ s xác định liệu wavelet có thể phát hiện các thành phần cao hơn hoặc thấp hơn của chuỗi x(t) hay không khi điều kiện chấp nhận đạt được.

3.3. Wavelet kết hợp

Wavelet chéo của hai chuỗi x(t) và y(t) có thể được định nghĩa là:

$$W_n^{XY}(u,s) = W_n^X(u,s)W_n^{Y*}(u,s) \qquad (3)$$

Trong đó u biểu thị vị trí, s là tỷ lệ và * biểu thị liên hợp phức tạp.

Torrence & Webster (1999) phát triển sự kết hợp wavelet có thể đo chuyển động đồng thời giữa hai chuỗi thời gian đã chọn. Hệ số wavelet bình phương được định nghĩa là:

$$R_n^2(u,s) = \frac{S(s^{-1}|W_n^{XY}(u,s)|^2)}{S(s^{-1}|W_X(u,s)|^2)S(s^{-1}|W_y(u,s)|^2)} \qquad (4)$$

Trong đó S là tham số làm mịn cho thời gian và tần số. $R^2(u,s)$ nằm trong khoảng $0 \leq R^2(u,s) \leq 1$, tương tự như hệ số tương quan nếu giá trị của nó gần bằng 0, bằng chứng về sự phụ thuộc lẫn nhau yếu sẽ được xác định và ngược lại.

3.4. Dữ liệu

Bảng 1: Mô tả dữ liệu

Ký hiệu	Biến	Nguồn dữ liệu	Đo lường	Nghiên cứu trước có sử dụng biến
GDP	Tăng trưởng kinh tế	Ngân hàng thế giới	GDP bình quân đầu người	Eftimoski (2022), Mustafa & cộng sự (2017)
HDI	Chỉ số phát triển con người	UNDP	Chỉ số thu nhập, tri thức và sức khoẻ	Kazar & Kazar (2014); Verma & cộng sự (2022)
REN	Năng lượng tái tạo	Ngân hàng thế giới	Sản lượng điện trung bình hàng năm cho mỗi người, được đo bằng kilowatt-giờ.	Shahrokni & cộng sự (2015); Foster & cộng sự (2000).
ICT	Cơ sở hạ tầng công nghệ	Ngân hàng thế giới	ICT nhập khẩu (% tổng kinh ngạch nhập khẩu) Xuất khẩu hàng hóa công nghệ thông tin và truyền thông bao gồm máy tính và thiết bị ngoại vi, thiết bị thông tin liên lạc, thiết bị điện tử tiêu dùng, linh kiện điện tử và các thiết bị khác thông tin và hàng hóa công nghệ	Žarković & cộng sự (2022), Adedoyin & cộng sự (2020)

Nguồn: Tổng hợp của nhóm tác giả

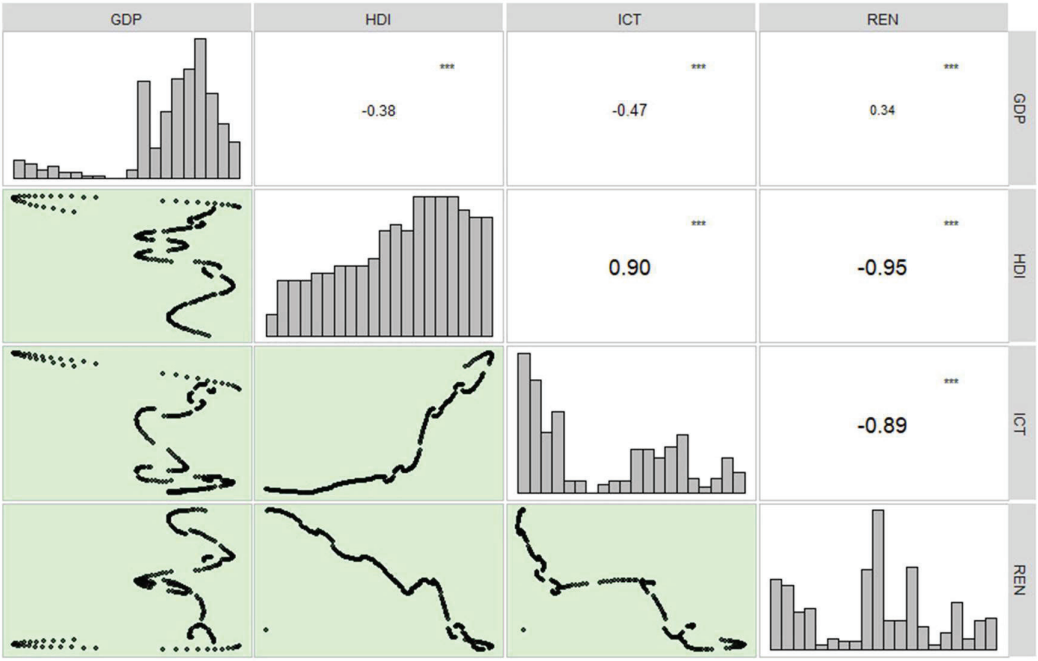
Nghiên cứu này xem xét mối liên hệ giữa các biến phát triển con người (HDI), năng lượng tái tạo (REN), cơ sở hạ tầng công nghệ (ICT) và tăng trưởng kinh tế (GDP) ở Việt Nam. Dữ liệu cho nghiên cứu từ năm 2000-2021. Đồng thời, dữ liệu hàng năm trong nghiên cứu được chúng tôi chuyển đổi thành tần số hàng quý

bằng phương pháp Quadratic Match-Sum (Hung, 2022). Các chi tiết khác liên quan đến các biến được mô tả trong Bảng 1.

4. Kết quả

4.1. Kết quả tương quan

Hình 2: Biểu đồ phân phối và mối tương quan theo cặp của các biến



Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Hình 2 mô tả phân bố dữ liệu và mối tương quan giữa các chỉ số trong nghiên cứu. Kết quả cho thấy sự tương quan cả âm và dương giữa các biến. HDI có mức tương quan thuận đối với biến ICT 0.9 và có tương quan âm đối với hai biến GDP và REN với mức tương quan lần lượt là -0,38 và -0,95. Biểu đồ phân tán cho thấy xu hướng tích cực trong mối tương quan dương giữa HDI và ICT, và có xu hướng tương quan âm đối với HDI và GDP, HDI và REN. Để ước tính cường độ của mối quan hệ nhân quả giữa các biến, các kỹ thuật wavelet sẽ được sử dụng trong phần tiếp theo của nghiên cứu.

4.2. Thống kê mô tả

Bảng 2: Tóm tắt thống kê mô tả

Biến	HDI	GDP	ICT	REN
Trung bình	0,0549	0,4331	1,1752	3,0680
Trung vị	0,0555	0,4579	0,7430	3,1206
Giá trị lớn nhất	0,0592	0,5680	2,6146	4,8219
Giá trị nhỏ nhất	0,0486	0,1018	0,3240	1,5234
Độ lệch chuẩn	0,0029	0,1046	0,7647	0,9755
Độ phẳng	-0,4585	-1,6640	0,4343	0,0093
Độ cân bằng	2,1587	5,5875	1,6576	2,0408
Jarque-Bera	17,037***	195,48***	28,121***	10,1248***

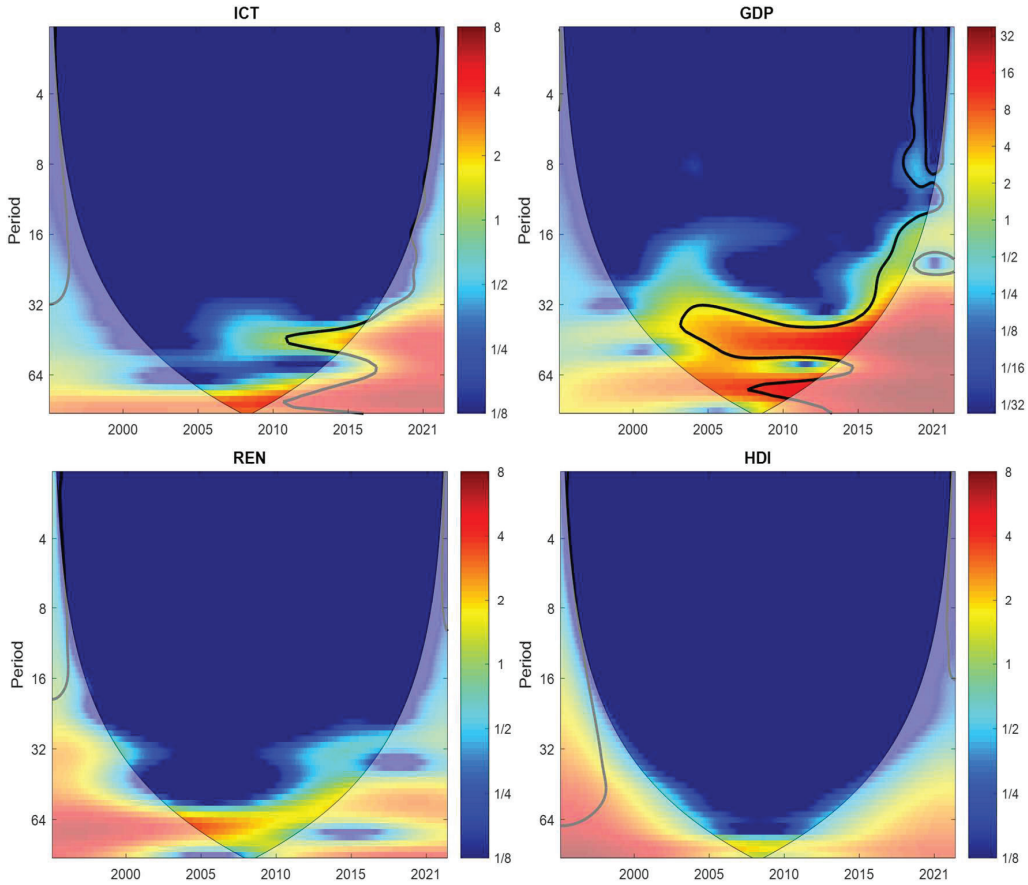
Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả, 2023

Bảng 2 thể hiện các số liệu thống kê của các biến HDI, REN, ICT và GDP tại Việt Nam. Tất cả các biến đều có giá trị trung bình dương nằm trong khoảng từ 0,0549 đến 3,0680. REN có độ lệch chuẩn cao nhất 0,9755, cho thấy biến động nhiều hơn so với các biến khác. HDI có độ lệch chuẩn thấp nhất (0,0029), cho thấy dữ liệu ít bị biến thiên hơn. HDI và GDP có phân phối lệch trái với hệ số âm lần lượt là -0,4585 và -1,6640, trong khi ICT và REN có phân phối lệch phải với hệ số dương lần lượt là 0,4343 và 0,0093. Đối

với kết quả của phép thử kiểm định Jarque-Bera cho thấy tất cả các biến đều không có phân phối chuẩn với ý nghĩa thống kê.

4.3. Kết quả phân tích wavelet

Hình 3: Wavelet liên tục



Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

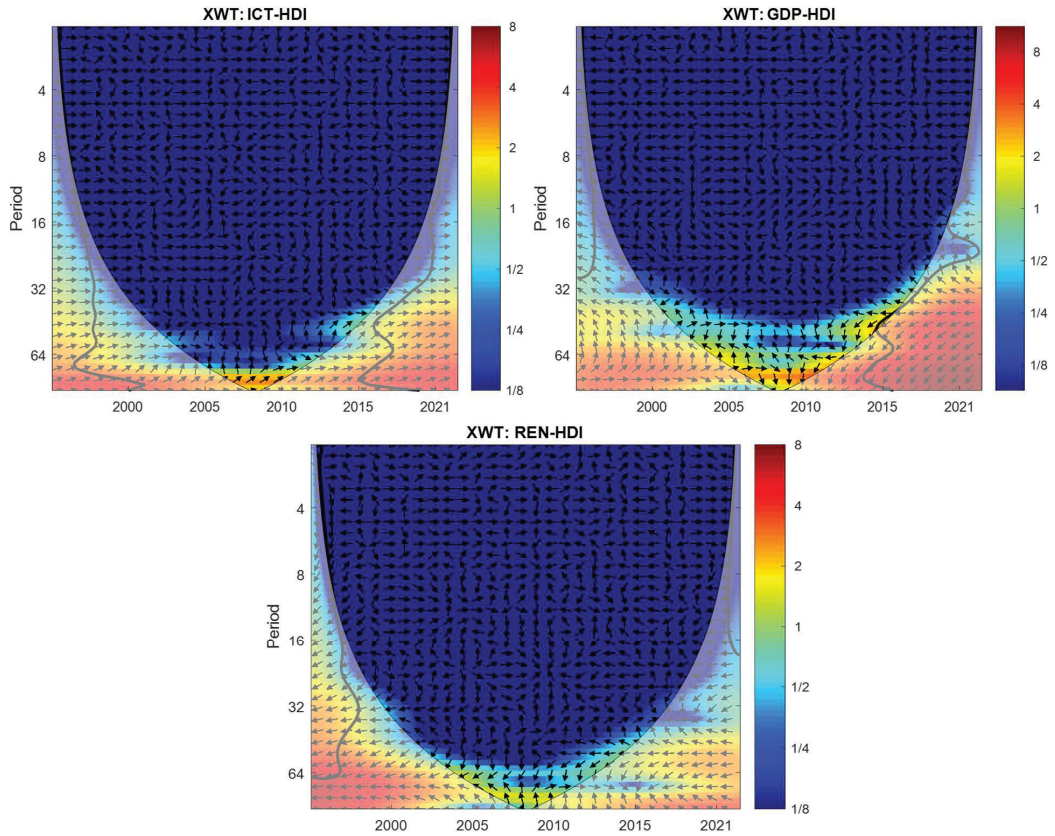
Tiếp theo, chúng tôi sử dụng wavelet liên tục (WPS) để phân tích sự biến động của các chỉ số HDI, ICT, GDP và REN tại Việt Nam trong giai đoạn từ quý 1 năm 2000 đến quý 4 năm 2021. Kết quả cho thấy rằng tất cả các chỉ số này đều có mức độ biến động thấp trong thời gian nghiên cứu, được mô tả bằng các vùng màu đỏ thể hiện sự biến động mạnh, trong khi màu xanh lam, xanh lục và màu vàng cho thấy độ biến thiên yếu hơn. Không có vùng màu nổi lên trên tất cả các ô, cho thấy sự ổn định của các chỉ số HDI, ICT, GDP và REN tại Việt Nam trong giai đoạn mẫu được nghiên cứu.

Nghiên cứu áp dụng kỹ thuật biến đổi wavelet chéo (XWT) để phân tích phương sai giữa các cặp biến, bao gồm GDP-HDI, ICT-HDI và REN-HDI. Phân tích XWT cho thấy các mũi tên phần bên trong hình nón hỗn loạn rải rác ở các miền tần số từ thấp đến cao, cho thấy sự tương quan giữa GDP-HDI, ICT-HDI và REN-HDI ở tất cả các miền tần số. Điều này cho thấy rằng trong khoảng thời gian từ 2000-2021, mối quan hệ giữa các biến số này ở Việt Nam đã bị ảnh hưởng cả bên trong và bên ngoài.

Sau khi thiết lập mối quan hệ giữa các biến HDI, REN, GDP và ICT, nghiên cứu này sử dụng kỹ thuật WTC để ước lượng mối tương quan và quan hệ nhân quả giữa chúng. Kỹ thuật WTC một cách có hệ thống về sự đồng chuyển động theo tần số thời gian của các biến REN, GDP và ICT đối với HDI tại Việt Nam. Hình 4 biểu thị các kỳ hạn ngắn, trung bình, dài hạn bằng các khoảng tần số 0-4, 4-8, 8-32 và 32-64. Trục dọc và trục ngang trong hình mô tả tần số và thời gian, tương ứng. Màu vàng đến đỏ biểu thị sự phụ thuộc thấp và cao giữa các chuỗi, còn màu xanh lam đến xanh lục ngụ ý đến sự tương quan yếu. Nghiên cứu cũng xác định mối quan hệ nhân quả và sự khác biệt về pha giữa các biến HDI, GDP, REN và ICT. Các

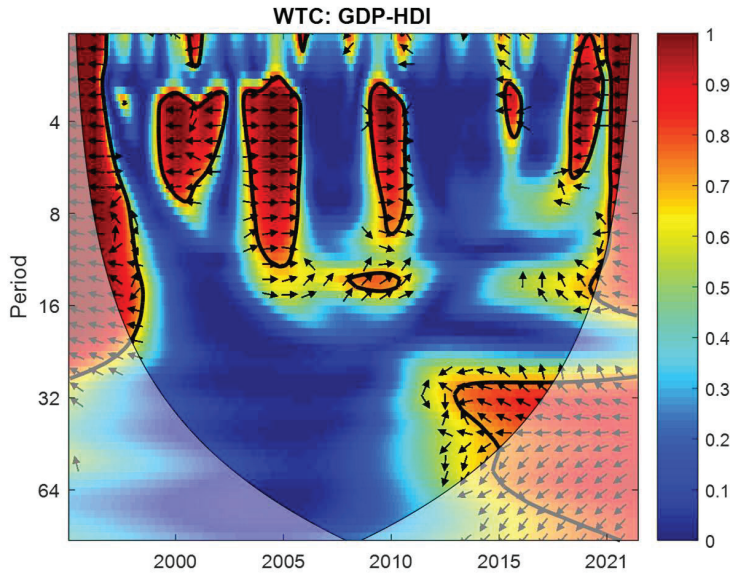
mũi tên chỉ sang phải (→) biểu thị tương quan dương và mũi tên chỉ sang trái (←) biểu thị tương quan âm. Hướng sang trái và hướng lên trên (), sang phải và hướng xuống (biểu thị tham số thứ hai dẫn (gây ra) tham số đầu tiên. Ngược lại, nếu mũi tên chỉ sang phải và hướng lên (hoặc sang trái và hướng xuống (thì mô tả rằng biến đầu tiên dẫn (gây ra) tham số thứ hai.

Hình 4: Biến đổi Wavelet chéo



Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

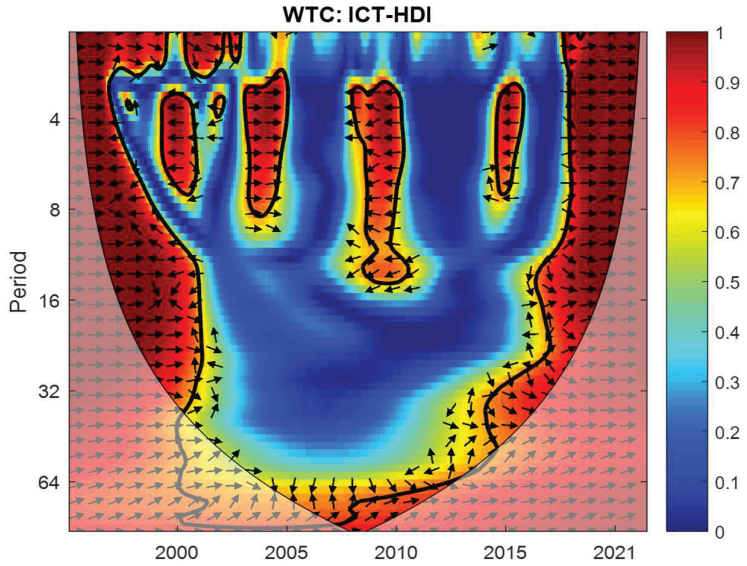
Hình 5a: Wavelet kết hợp giữa GDP - HDI



Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Hình 5a cho thấy WTC giữa GDP và HDI ở Việt Nam trong khoảng thời gian từ Quý 1 năm 2000 đến Quý 4 năm 2021. Trong khoảng thời từ 2000 đến 2004, mũi tên hướng sang trái, điều này ngụ ý rằng GDP và HDI có tương quan âm, mạnh. Tuy nhiên từ năm 2004 – 2012 (quý 4 – 8), mũi tên hướng sang phải, điều này chứng tỏ giữa GDP và HDI có tương quan dương, mạnh. Hơn nữa, ở tần suất trung bình thấp và cao từ năm 2013 đến năm 2021, xuất hiện mũi tên chỉ hướng sang trái và hướng lên. Điều này chỉ ra rằng giữa GDP và HDI có tương quan âm, mạnh và HDI đóng vai trò là biến dẫn đầu. Nghĩa là trong dài hạn thì HDI có vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy tăng trưởng kinh tế tại Việt Nam. Đối chiếu với thực tiễn kinh tế - xã hội ở Việt Nam, kết quả này khá phù hợp. Điển hình như trong giai đoạn từ 2000 - 2004, khi Việt Nam còn đang trong quá trình mở cửa hội nhập kinh tế còn nhiều khó khăn và chưa có sự đầu tư mạnh mẽ về y tế và giáo dục. Kết quả này tương ứng với các nghiên cứu của Amer (2020) và Eftimoski (2022).

Hình 5b: Wavelet kết hợp giữa ICT - HDI



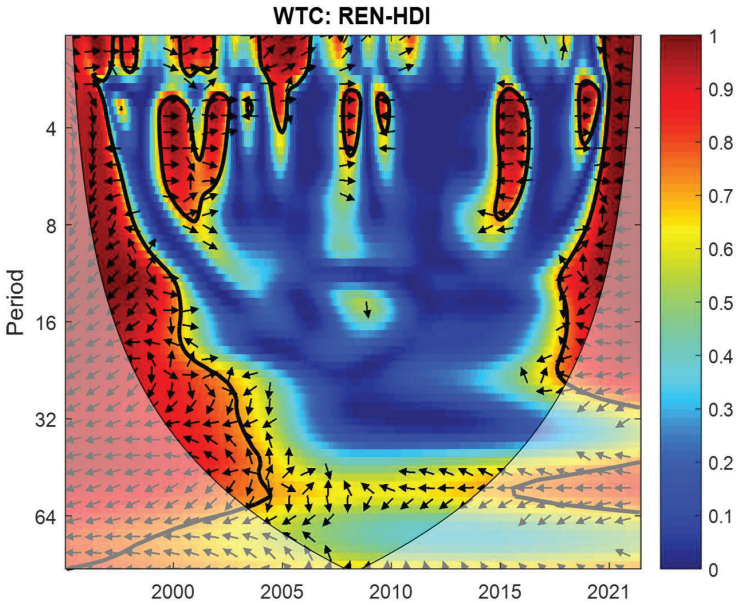
Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Hình 5b cho thấy WTC giữa ICT và HDI. Quan sát cho thấy trong phần hình nón chủ yếu là màu đỏ đậm, ở các tần suất khác nhau giữa năm 2000 và 2006, các mũi tên đa phần hướng sang phải tương quan dương, mạnh và cùng pha với chỉ số HDI dẫn đầu. Ngoài ra, trong ngắn hạn (tần suất cao và trung bình) từ năm 2007 đến 2010 (quý 4 – 8), các thông số đều lệch pha với ICT dẫn đầu. Bên cạnh đó, từ năm 2018 – 2021 (quý 4 – 32) các mũi tên hướng sang phải, cùng pha với HDI dẫn đầu. Kết quả này minh hoạ rằng, việc tăng trình độ khoa học công nghệ đi kèm với việc gia tăng chỉ HDI. Trong giai đoạn đầu của nghiên cứu, Việt Nam có nhiều sự tập trung đầu tư vào vào hạ tầng kĩ thuật và hạ tầng nhân lực để tập trung phát triển kinh tế sau khi mở cửa. Sau những năm 2000 độ phủ ICT ngày càng mở rộng và tạo ra được nhiều tiềm năng về kinh tế thu hút các nhà đầu tư trong lĩnh vực công nghệ thông tin - truyền thông tại Việt Nam. Những kết quả này phù hợp với kết quả của Teixeira và cộng sự, (2016) và Sultana và cộng sự (2022).

Mối quan hệ giữa REN và HDI, Hình 5c cho thấy một mảng màu đỏ xuất hiện ở miền tần số trung bình và cao và mũi tên hướng sang trái và hướng xuống trong giai đoạn 2000 – 2004, điều này chỉ ra rằng REN và HDI có tương quan âm, mạnh và REN là biến dẫn đầu. Tuy nhiên từ 2004 - 2009, ở miền tần số thấp, các mũi tên đa phần hướng sang phải, tương quan dương, mạnh và cùng pha với chỉ số HDI là biến dẫn đầu. Trong giai đoạn 2014 – 2021, ở miền tần số trung bình - thấp các mũi tên hướng sang trái tương quan âm, mạnh và lệch pha với REN là biến dẫn đầu. Trong miền tần suất cao trong giai đoạn 2005 – 2011 có xuất hiện một mảng màu xanh và hướng mũi sang trái chứng tỏ giai đoạn này tương quan giữa REN và HDI là yếu và âm, nghĩa là REN sẽ giúp nâng cao chỉ số HDI tốt trong ngắn hạn, còn trong dài hạn, thực sự HDI sẽ thúc đẩy việc tăng sử dụng năng lượng tái tạo. Do đó, đầu tư vào năng lượng tái tạo giúp nâng cao chất lượng môi trường và ngược lại. Điều này cũng phù hợp với thực tế tại Việt Nam. Kể từ khi những tri thức về

năng lượng tái tạo được phổ biến tại Việt Nam đã tạo ra bước tiến mới trong lĩnh vực này như các dự án thí điểm về việc sử dụng năng lượng mặt trời vào những năm 2002 và những dự án sử dụng nguồn năng lượng gió đầu tiên vào thời điểm năm 2013 đã giúp Việt Nam giảm đi phần nào áp lực về cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên và suy thoái môi trường. Nói một cách đơn giản, thì năng lượng tái tạo sẽ giúp nâng cao chỉ số HDI trong ngắn hạn, còn trong dài hạn, HDI sẽ thúc đẩy việc tăng sử dụng năng lượng tái tạo. Kết quả này được ủng hộ bởi nghiên cứu của Zhang (2019) và Teixeira & cộng sự (2016).

Hình 5c: Wavelet kết hợp giữa REN - HDI



Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

4.4. Kiểm định Breitung – Candelon

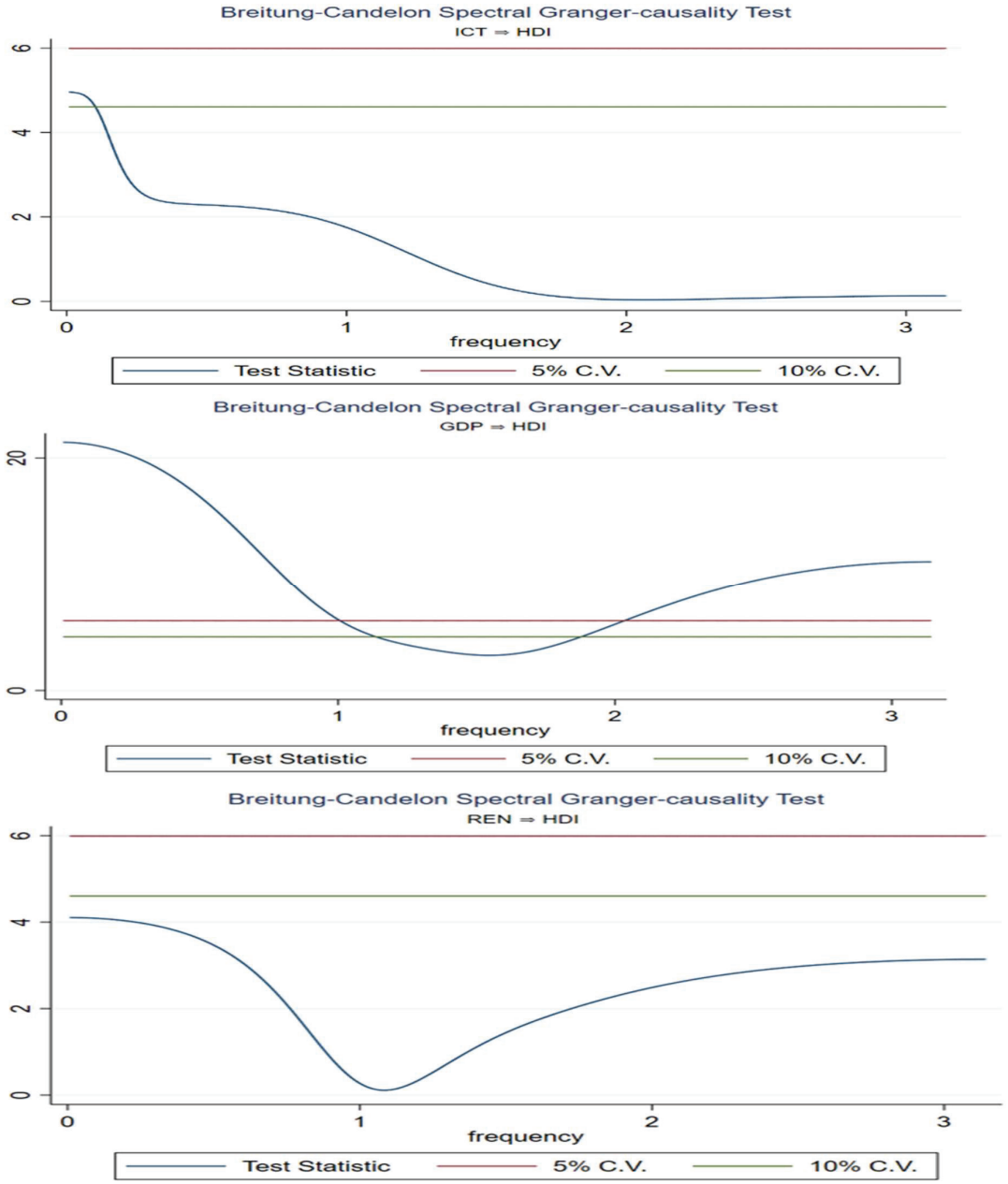
Để đánh giá mức độ chắc chắn của kết quả nghiên cứu về mối quan hệ giữa HDI và GDP, REN, ICT ở Việt Nam, tác giả đã sử dụng kiểm định nhân quả quang phổ của Breitung & Candelon (2006). Hình 6 cho thấy ở các tần số khác nhau (0-1, 1-2 và 2-3), mối quan hệ nhân quả giữa HDI và các biến độc lập tương ứng là dài hạn, trung bình và ngắn hạn. Dòng màu đỏ và màu xanh biểu thị mức ý nghĩa lần lượt 5%, 10%.

Kết quả Hình 6 cho thấy mối quan hệ nhân quả giữa HDI và GDP tồn tại hai chiều trong ngắn hạn và dài hạn ở mức ý nghĩa 5% và 10%. Tuy nhiên, không có mối quan hệ nhân quả giữa HDI và REN, ICT được tìm thấy (Verma & cộng sự, 2022). Những kết quả này ủng hộ kết quả đạt được của phương pháp Wavelet.

Trong nghiên cứu này, tác giả tập trung vào phân tích mối quan hệ giữa các chỉ số ICT, REN và GDP đối với chỉ số HDI tại Việt Nam. Nghiên cứu cho thấy tồn tại mối quan hệ nhân quả giữa năng lượng tái tạo, cơ sở hạ tầng công nghệ, tăng trưởng kinh tế và chỉ số con người ở các khía cạnh khác nhau. Thứ nhất, kết quả cho thấy rằng GDP có tác động tiêu cực đến HDI trong ngắn hạn nhưng lại có tác động tích cực đến HDI trong dài hạn. Do đó, trong thời gian tới cần tăng cường đầu tư vào cơ sở hạ tầng giáo dục, nghiên cứu để thích ứng với bối cảnh toàn cầu hóa. Thứ hai, năng lượng tái tạo và công nghệ thông tin - truyền thông đều có tác động tích cực đến HDI và GDP. Vì vậy, trong nhiều năm trở lại đây năng lượng sạch được đầu tư nghiên cứu và khuyến khích sử dụng trên toàn cầu nhằm giảm phụ thuộc vào dầu mỏ, giảm ô nhiễm môi trường là giải pháp hữu hiệu nhằm hạn chế sự nóng lên toàn cầu. Thứ ba, đối với việc đạt được sự phát triển bền vững, cần hỗ trợ nâng cao công nghệ thông tin - truyền thông và chỉ số HDI. Những phát hiện trên nhất quán với các nghiên cứu của Chikalipah & Makina (2019), Wang & cộng sự (2018). Do đó, phát hiện của chúng tôi có nhiều thông tin hơn so với tài liệu hiện có, vốn chỉ cho thấy tác động của các chỉ số trên là hai chiều hoặc một chiều, hoặc không có tác động.

Tóm lại, tăng trưởng kinh tế, sử dụng năng lượng tái tạo và đầu tư vào cơ sở hạ tầng là những yếu tố quan trọng trong việc cải thiện HDI tại Việt Nam. Việc hiểu rõ về mối quan hệ này có thể giúp Việt Nam cải thiện mức sống của người dân, thu hút các nhà đầu tư và cải thiện mối quan hệ kinh tế với các quốc gia khác.

Hình 6: Quan hệ nhân quả quang phổ Breitung-Candelon



Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

5. Kết luận và hàm ý chính sách

Nghiên cứu xem xét tác động tăng trưởng kinh tế, năng lượng tái tạo, cơ sở hạ tầng công nghệ lên chỉ số phát triển con người tại Việt Nam trong giai đoạn 2000-2021. Kết quả thực nghiệm cho thấy GDP tác động tiêu cực trong ngắn hạn và tích cực trong dài hạn đối với HDI. Bên cạnh đó, đối với hai trường hợp HDI - ICT và HDI - REN có mối quan hệ tích cực hai chiều trong các mốc thời gian ngắn, trung và dài hạn đặc biệt là khi ICT và REN là những yếu tố then chốt trong thời đại kinh tế số và đáp ứng được các tiêu chí cả phát triển bền vững và con người.

Nhóm chính sách sau đây được khuyến nghị dựa trên kết quả thực nghiệm của tác giả để giúp giải quyết thách thức trong việc phát triển bền vững về con người.

Thứ nhất, kết quả cho thấy mối quan hệ nhân quả hai chiều giữa GDP và HDI, điều này hàm ý rằng nền kinh tế Việt Nam nên tập trung nhiều hơn vào việc nâng cao chỉ số con người, vì chỉ khi con người được phát triển và đầu tư về mặt giáo dục, sức khoẻ dẫn đến triển vọng tăng trưởng kinh tế.

Thứ hai, năng lượng tái tạo tác động tích cực hai chiều và đáng kể đến việc phát triển chỉ số con người. Về vấn đề này, chính phủ nên khuyến khích đầu tư nhiều hơn vào các dự án xanh cũng như sử dụng năng lượng sạch để đạt được nhiều kết quả tích cực hơn trong tương lai.

Thứ ba, các phát hiện cho thấy ICT có mối liên hệ tích cực hai chiều với HDI, điều này ngụ ý rằng sự gia tăng của ICT sẽ dẫn đến sự gia tăng phát triển về chỉ số con người. Do đó, để khuyến khích phát triển chỉ số con người, chính phủ Việt Nam sẽ tiếp tục đầu tư vào cơ sở hạ tầng giao thông, nước sạch, viễn thông, điều này sẽ thúc đẩy, nâng cao chất lượng chỉ số phát triển con người.

Tóm lại, những kết quả này cho thấy, để thúc đẩy phát triển HDI, các nhà hoạch định chính sách của Việt Nam nên chú trọng đầu tư công nghệ thông tin - truyền thông và tìm kiếm nguồn năng lượng mới, từ đó chỉ số con người được nâng cao, kinh tế phát triển bền vững. Mặc dù nghiên cứu của chúng tôi có những đóng góp tích cực, tuy nhiên còn hạn chế về độ dài và cỡ mẫu nghiên cứu. Vậy nên, sẽ rất hữu ích nếu các nhà nghiên cứu sau tiến hành thêm các nghiên cứu và kế thừa có liên quan đến mối liên hệ này bổ sung cả về mặt lý thuyết, thực tiễn.

Tài liệu tham khảo

Acheampong, A. O., Opoku, E. E. O., Dzator, J., và Kufuor, N. K. (2022), 'Enhancing human development in developing regions: Do ICT and transport infrastructure matter?', *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121725.

Adedoyin, F. F., Bekun, F. V., Driha, O. M., & Balsalobre-Lorente, D. (2020), 'The effects of air transportation, energy, ICT and FDI on economic growth in the industry 4.0 era: Evidence from the United States', *Technological Forecasting and Social Change*, *160*, 120297.

Asongu, S. A., & Le Roux, S. (2017), 'Enhancing ICT for inclusive human development in Sub-Saharan Africa', *Technological Forecasting and Social Change*, *118*, 44-54.

Akbar, M., Hussain, A., Akbar, A., & Ullah, I. (2021), 'The dynamic association between healthcare spending, CO2 emissions, and human development index in OECD countries: evidence from panel VAR model', *Environment, development and sustainability*, 23(7), 10470-10489.

Amer, H. (2020), 'The impact of renewable energy consumption on the human development index in selected countries: panel analysis (1990–2015)', *Int J Econ Energy Environ*, *5*(4), 47.

Breitung J & Candelon B (2006), 'Testing for short-and long-run causality: a frequency-domain approach', *J Econ,* 132(2), 363–378.

Chikalipah, S., & Makina, D. (2019), 'Economic growth and human development: Evidence from Zambia', *Sustainable Development*, *27*(6), 1023-1033.

De la Hoz-Rosales, B., Ballesta, J. A. C., Tamayo-Torres, I., & Buelvas-Ferreira, K. (2019), 'Effects of information and communication technology usage by individuals, businesses, and government on human development: An international analysis', *IEEE Access*, 7, 129225-129243.

Eftimoski, D. (2022), 'On the inconclusive effect of human capital on growth: A new look at extended specifications', *Economic Analysis and Policy*, *76*, 708-727.

Flor, A. G. (2001), 'ICT and poverty: 'The indisputable link'', In *Third Asia Development Forum on 'Regional Economic Cooperation in Asia and the Pacific,* 11-14.

Foster, V., Tre, J. P., & Wodon, Q. (2000), *Energy prices, energy efficiency, and fuel poverty,* Latin America and Caribbean Regional Studies Programme, Washington, DC: World Bank, 131(42), 1-7.

Karaman Aksentijević, N., Ježić, Z., & Zaninović, P. A. (2021), 'The effects of information and communication technology (ICT) use on human development—A macroeconomic approach', *Economies*, 9(3), 128.

Kazar, G., & Kazar, A. (2014), 'The renewable energy production-economic development nexus', *International Journal of Energy Economics and Policy*, *4*(2), 312-319.

Hung, N. T. (2022). Time–frequency nexus between globalization, financial development, natural resources and carbon emissions in Vietnam. *Economic Change and Restructuring*, *55*(4), 2293-2315.

Mustafa, G., Rizov, M., & Kernohan, D. (2017), 'Growth, human development, and trade: The Asian experience', *Economic Modelling*, *61*, 93-101.

Pata, U. K., Aydin, M., & Haouas, I. (2021), 'Are natural resources abundance and human development a solution for environmental pressure? Evidence from top ten countries with the largest ecological footprint', *Resources policy*, 70, 101923.

Shahrokni, H., Årman, L., Lazarevic, D., Nilsson, A., & Brandt, N. (2015), 'Implementing smart urban metabolism in the Stockholm Royal Seaport: Smart city SRS', *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 917-929.

Sultana, T., Dey, S. R., & Tareque, M. (2022), 'Exploring the linkage between human capital and economic growth: A look at 141 developing and developed countries', *Economic Systems*, *46*(3), 101017.

Suri, T., Boozer, M. A., Ranis, G., & Stewart, F. (2011), 'Paths to success: The relationship between human development and economic growth', *World Development*, *39*(4), 506-522.

Torrence, C., & Webster, P. J. (1999), 'Interdecadal changes in the ENSO –monsoon system', *Journal of Climate*, 12, 2679 –2690.

Teixeira, A. A., & Queirós, A. S. (2016), 'Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis', *Research policy*, *45*(8), 1636-1648.

Taqi, M., e Ali, M. S., Parveen, S., Babar, M., và Khan, I. M. (2021), 'An analysis of Human Development Index and Economic Growth. A Case Study of Pakistan', *iRASD Journal of Economics*, 3(3), 261-271.

Verma, A., Giri, A. K., & Debata, B. (2022), 'Leapfrogging into knowledge economy: Information and communication technology for human development', *Australasian Journal of Information Systems*, *26*. https://doi.org/10.3127/ajis.v26i0.3883

Wang, Z., Zhang, B., & Wang, B. (2018), 'Renewable energy consumption, economic growth and human development index in Pakistan: evidence form simultaneous equation model'. *Journal of cleaner production*, *184*, 1081-1090.

Zhang, J. (2019), 'The dynamic linkage between information and communication technology, human development index, and economic growth: evidence from Asian economies', *Environmental Science and Pollution Research*, 26(26), 26982-26990.

Žarković, M., Lakić, S., Ćetković, J., Pejović, B., Redzepagic, S., Vodenska, I., & Vujadinović, R. (2022), 'Effects of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, GHG, ICT on Sustainable Economic Growth: Evidence from Old and New EU Countries', *Sustainability*, *14*(15), 9662