



Tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện, tỷ lệ đô thị hóa và dấu chân sinh thái: Thực nghiệm ở các nước ASEAN

BÙI HOÀNG NGỌC ^{a,*}, NGUYỄN HỮU KHÔI ^b, CẢNH CHÍ HOÀNG ^c, NGUYỄN TIẾN LONG ^d,
BÙI THÀNH KHOA ^e

^a Trường Đại học Lao động Xã hội (Cơ sở TP. Hồ Chí Minh)

^b Trường Đại học Nha Trang

^c Trường Đại học Tài chính - Marketing

^d Trường Đại học Kinh tế và Quản trị Kinh doanh, Đại học Thái Nguyên

^e Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN	TÓM TẮT
Ngày nhận: 05/12/2020 Ngày nhận lại: 16/04/2021 Duyệt đăng: 07/05/2021 Mã phân loại JEL: C23; F43; Q51; Q56; Q57 Từ khóa: Tiêu thụ điện; Tăng trưởng kinh tế; Đô thị hóa; Dấu chân sinh thái; ASEAN.	Mục đích của nghiên cứu này là phân tích tác động của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện và tỷ lệ đô thị hóa đến dấu chân sinh thái ở các nước ASEAN trong giai đoạn 1981–2016. Nghiên cứu ứng dụng ba mô hình ước lượng cho dữ liệu bảng gồm: Mean Group (MG), Pooled Mean Group (PMG) và Dynamic Fixed Effects (DFE). Kết quả kiểm định lựa chọn mô hình cho thấy mô hình PMG là phù hợp nhất. Theo đó, tăng trưởng kinh tế và tỷ lệ đô thị hóa có tác động tích cực đến dấu chân sinh thái cả trong ngắn hạn và dài hạn. Tuy nhiên, kết quả thực nghiệm cũng chỉ ra tiêu thụ điện không tác động đến dấu chân sinh thái trong ngắn hạn, nhưng có tác động tiêu cực trong dài hạn. Hàm ý quan trọng được rút ra từ kết quả của nghiên cứu là các nhà hoạch định chính sách cần đánh giá toàn diện các tác động của những chính sách thúc đẩy tăng trưởng kinh tế đối với môi trường tự nhiên, nhằm đạt được mục tiêu phát triển bền vững.

* Tác giả liên hệ.

Email: ngocbh@ldxh.edu.vn (Bùi Hoàng Ngọc), khoinh@ntu.edu.vn (Nguyễn Hữu Khôi), canhchihoang@ufm.edu.vn (Cảnh Chí Hoàng), nguyentienlong@tueba.edu.vn (Nguyễn Tiến Long), buithanhkhoa@iuh.edu.vn (Bùi Thành Khoa).

Trích dẫn bài viết: Bùi Hoàng Ngọc, Nguyễn Hữu Khôi, Cảnh Chí Hoàng, Nguyễn Tiến Long, & Bùi Thành Khoa. (2020). Tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện, tỷ lệ đô thị hóa và dấu chân sinh thái: Thực nghiệm ở các nước ASEAN. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 31(8), 05–24.

Keywords:

Electricity consumption;
Economic growth;
Urbanization;
Ecological footprint
ASEAN.

Abstract

The study investigates the impact of economic growth, electricity consumption, and urbanization on the ecological footprint in ten ASEAN countries from 1981 to 2016. Three models, including the Mean Group (MG), Pooled Mean Group (PMG) and Dynamic Fixed Effects (DFE) are employed, and the Hausman test showed that the PMG model is the best. The obtained results reveal that economic growth and urbanization have a positive impact on the ecological footprint in both the short-run and long-run. However, the empirical results indicate that electricity consumption does not influence on the ecological footprint in the short-run, but has a negative impact in the long-run. The finding of the study could be major evidence for administrators in planning economic policies, which to boost economic growth. Accordingly, economic growth should be associated with increases in ecological biocapacity and prevent breaking the balance of natural ecosystems.

1. Giới thiệu

Môi trường tự nhiên là nơi cung cấp các yếu tố đầu vào phục vụ cho sản xuất ra của cải vật chất đáp ứng nhu cầu của con người, và con người cũng phải dựa vào tự nhiên để tồn tại, phát triển. Do vậy, khai thác tự nhiên ở mức độ nào để đáp ứng được nhu cầu của thế hệ hiện tại mà không ảnh hưởng đến việc đáp ứng nhu cầu đó của thế hệ tương lai là thách thức có tính thực tiễn đối với tất cả các quốc gia trên thế giới. Theo Khan và cộng sự (2019) sẽ là bất khả thi nếu cho rằng các hoạt động kinh tế của con người không gây ra tác động nào đến môi trường tự nhiên. Islam và cộng sự (2013) nhấn mạnh rằng khi cuộc đua vì sự thịnh vượng chưa được cân nhắc lại thì tác động của tăng trưởng kinh tế đến môi trường tự nhiên sẽ ngày càng lớn. Xét ở góc độ tác động thì mọi hoạt động khai thác tự nhiên của loài người đều gây ra những thay đổi (phần lớn là thay đổi theo hướng tiêu cực) cho thế giới tự nhiên, thậm chí làm mất cân bằng hoặc phá vỡ các hệ sinh thái. Con người khai thác tự nhiên nhưng cũng dựa vào tự nhiên để tồn tại, do vậy, việc khai thác phải nằm trong những giới hạn chấp nhận được. Vượt qua những ranh giới đó, con người có thể phải nhận lại những tác động tiêu cực (Faridi và cộng sự, 2018). Diễn hình nhất đó chính là tình trạng ô nhiễm môi trường, dịch bệnh, thoái hóa đất, cạn kiệt tài nguyên và biến đổi khí hậu (Abdo và cộng sự, 2020; Hansen & Selte, 2000; Raeissi và cộng sự, 2018; Yazdi & Khanalizadeh, 2017).

Bộ chỉ số dấu chân sinh thái (Ecological Footprint Index) được xây dựng và công bố bởi mạng lưới dấu chân toàn cầu (Global Footprint Network) để đo lường hai mặt cầu và cung của thế giới tự nhiên đối với hoạt động sống của con người. Về phía cầu, bộ chỉ số này dựa trên các yếu tố gồm: (1) Thực phẩm từ nông nghiệp; (2) vật nuôi; (3) cá sống trong tự nhiên; (4) gỗ và các sản phẩm khác từ rừng nguyên sinh; hay (5) không gian sống tối thiểu ở đô thị đo lường những “tài sản sinh thái” (Ecological Assets) mà một nhóm dân cư cần phải có để duy trì cuộc sống. Về phía cung, bộ chỉ số này cũng được xây dựng dựa trên sáu yếu tố gồm: (1) Đất cho trồng trọt; (2) đất chăn thả vật nuôi; (3) đất rừng phòng hộ; (4) đất trồng cây xanh hấp thụ CO₂; (5) ngư trường đánh bắt cá; và (6) đất xây dựng nhà ở, để đo lường năng lực (Biocapacity) cung ứng các “tài sản sinh thái” của một chính phủ

hay địa phương cụ thể. Theo tiến trình phát triển kinh tế thì hầu hết các quốc gia trên thế giới đều chuyển từ trạng thái dự trữ sinh thái (Ecological Reserve) sang trạng thái thiếu hụt tài sản sinh thái (Ecological Deficit) (Living Planet Report, 2020)¹.

Khác với các nước phát triển, chất lượng thể chế ở các nước đang phát triển thường còn nhiều hạn chế (Acemoglu và cộng sự, 2003), nên các quy định hay tiêu chuẩn về bảo vệ sinh thái có thể chưa được ban hành, hoặc có nhưng chế tài xử phạt chưa đủ sức răn đe. Do vậy, nhận thức của phần đông dân số về việc phải bảo vệ các hệ sinh thái tự nhiên có thể chưa hình thành (Verhofstadt và cộng sự, 2016). Do vậy, việc khai thác tự nhiên để phục vụ tăng trưởng kinh tế ở các nước đang phát triển rất khó để dừng lại, và các nước ASEAN cũng rơi vào tình trạng đó. Kassouri và Altintas (2020) kết luận rằng có tồn tại sự đánh đổi giữa tăng trưởng kinh tế và dấu chân sinh thái. Điều này hàm ý việc cải thiện đồng thời cả hai yếu tố này trong cùng một chính sách của Chính phủ là không khả thi. Ngoại trừ Singapore thì có đến 7 quốc gia ASEAN gồm: Brunei, Campuchia, Indonesia, Malaysia, Philippines, Thái Lan, và Việt Nam đã rơi vào trạng thái thâm hụt sinh thái khi mà thu nhập bình quân đầu người vẫn còn được xếp trong nhóm các quốc gia đang phát triển. Thực tế đó đã làm ASEAN trở thành bối cảnh nghiên cứu thú vị bởi mức độ nghiêm trọng của thâm hụt sinh thái không chỉ dừng lại ở việc kêu gọi thay đổi nhận thức của người dân và doanh nghiệp, mà chính phủ các nước ASEAN cần có các giải pháp mạnh mẽ và đồng bộ hơn nữa. Bên cạnh đó, việc tiêu thụ năng lượng phục vụ cho tăng trưởng kinh tế, và tốc độ đô thị hóa nhanh của các nước ASEAN cũng tạo ra áp lực rất lớn đối với khai thác tự nhiên. Bài toán đặt ra là làm cách nào để đáp ứng khối lượng lớn những nhu cầu sống cơ bản của rất đông người dân (như: nước sạch, lương thực, diện tích các khu vực dịch vụ công cộng, số lượng cây xanh...) trong một diện tích nhỏ hẹp. Do vậy, nghiên cứu tác động của tiêu thụ điện, tiêu thụ năng lượng và tỷ lệ đô thị hóa đến dấu chân sinh thái là chủ đề cấp thiết, có tính thực tiễn cao.

Nghiên cứu này được trình bày theo bố cục gồm năm phần: Sau phần 1 giới thiệu; phần 2 – Nghiên cứu trình bày lý thuyết nền và lược khảo các nghiên cứu thực nghiệm trong nước và thế giới; phần 3 – Lý giải về cách lựa chọn các biến, dữ liệu và phương pháp ước lượng; phần 4 – Kết quả thực nghiệm của nghiên cứu; và cuối cùng, phần 5 – Kết luận, hàm ý chính sách cũng như gợi mở hướng nghiên cứu tiếp theo.

2. Cơ sở lý thuyết và lược khảo các nghiên cứu thực nghiệm

2.1. Tăng trưởng kinh tế và dấu chân sinh thái

Tác động của tăng trưởng kinh tế đến chất lượng môi trường đã được thực hiện trong nhiều nghiên cứu trước, như nghiên cứu của Bakhsh và cộng sự (2017); Sapkota và Bastola (2017); Solarin và cộng sự (2017); Usman và cộng sự (2019); Wang và Dong (2019). Điểm chung của các nghiên cứu này là sử dụng lượng khí thải CO₂ để đại diện cho tình trạng ô nhiễm môi trường. Theo Ahmed và cộng sự (2020), chỉ số dấu chân sinh thái sẽ bao trùm hơn chỉ số lượng khí thải CO₂ vì nó đo lường dựa trên hầu hết các nhu cầu sống cơ bản của con người gồm: Ô nhiễm không khí, nhu cầu về đất ở, nhu cầu về đất trồng trọt, nhu cầu về số lượng cây xanh để hấp thụ các chất độc hại...

¹ Tham khảo tại website: <https://www.footprintnetwork.org/living-planet-report/>

Phân tích chi tiết mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và dấu chân sinh thái, Aşıcı và Acar (2016) sử dụng mô hình tác động cố định (Fixed Effect) để điều tra ảnh hưởng của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ năng lượng và mật độ dân số đến dấu chân sinh thái ở 116 quốc gia trong giai đoạn 2004–2008. Kết quả thực nghiệm cho thấy hiệu ứng chữ U ngược có tồn tại, tức là tăng trưởng kinh tế sẽ làm tăng nhu cầu tài sản sinh thái phục vụ cho sản xuất ở giai đoạn đầu, sau đó đạt đỉnh, rồi đảo chiều sang giảm. Nghiên cứu của Aşıcı và Acar (2016) cũng chỉ ra cả tiêu thụ năng lượng và mật độ dân số đều làm giảm loại nhu cầu này. Nghiên cứu khác của Charfeddine (2017) điều tra tác động của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ năng lượng và tỷ lệ đô thị hóa đến dấu chân sinh thái của Qatar từ năm 1970 đến năm 2015. Kết quả thực nghiệm thu được từ mô hình hiệu chỉnh chuyển đổi trạng thái cân bằng Markov (Markov Switching Equilibrium Correction Model) cho tỷ lệ đô thị hóa làm xấu đi chỉ số dấu chân sinh thái, trong khi cả tiêu thụ điện và tăng trưởng kinh tế đều làm gia tăng chỉ số dấu chân carbon sinh thái (Ecological Carbon Footprint). Ngay sau đó, Charfeddine và Mrabet (2017) lại tiếp tục khám phá tăng trưởng kinh tế và các biến số chính trị - xã hội tác động như thế nào đến chỉ số dấu chân sinh thái ở 15 quốc gia Trung Đông và Bắc Phi (Middle East và North African) từ năm 1975 đến năm 2007. Kết quả kiểm định đồng liên kết theo phương pháp của Pedroni (1999) cho thấy giữa các biến có xảy ra đồng liên kết trong dài hạn. Kết quả thực nghiệm thu được từ phương pháp ước lượng bình phương tối thiểu nhỏ nhất hiệu chỉnh (Fully Modified Ordinary Least Square - FMOLS) và phương pháp bình phương nhỏ nhất dạng băng động (Dynamic Ordinary Least Square - DOLS) cung cấp kết luận trái chiều nhau trong tác động của tăng trưởng kinh tế đến dấu chân sinh thái ở hai nhóm: (1) Nhóm quốc gia có xuất khẩu dầu mỏ; và (2) nhóm quốc gia không xuất khẩu dầu mỏ. Cụ thể, đối với nhóm nước xuất khẩu dầu mỏ, tăng GDP bình quân đầu người sẽ làm tăng dấu chân sinh thái, trong khi đối với nhóm nước không xuất khẩu dầu mỏ thì tác động theo chiều ngược lại. Có sự đồng nhất trong tác động của tỷ lệ đô thị hóa, theo đó, tỷ lệ đô thị hóa đều làm tăng dấu chân sinh thái ở các nhóm nước xuất khẩu và nhóm nước không xuất khẩu dầu mỏ.

Gần đây, Uddin và cộng sự (2017) cũng điều tra mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và dấu chân sinh thái ở 27 quốc gia phát thải chất thải nhiều nhất trên thế giới trong giai đoạn 1991–2012. Kết quả kiểm định cho thấy giữa bốn biến: (1) Tăng trưởng kinh tế, (2) phát triển tài chính, (3) độ mở thương mại, và (4) dấu chân sinh thái có tồn tại đồng liên kết trong dài hạn. Tuy nhiên, kết quả từ phương pháp ước lượng FMOLS và DOLS chỉ cung cấp bằng chứng là tăng trưởng kinh tế có tác động dương và có ý nghĩa thống kê đối với dấu chân sinh thái, trong khi tác động của cả phát triển tài chính và độ mở thương mại đến dấu chân sinh thái là không rõ ràng. Tác động của tăng trưởng kinh tế đến dấu chân sinh thái còn có thể tìm được trong các nghiên cứu của (Ahmed và cộng sự, 2021; Destek & Sinha, 2020; Udemba, 2020)

Lý giải cho tác động tăng trưởng kinh tế đối với dấu chân sinh thái, nhiều nhà nghiên cứu thống nhất rằng để có yếu tố đầu vào cho quá trình sản xuất ra của cái vật chất đáp ứng nhu cầu sống của người dân thì việc khai thác tự nhiên là không tránh khỏi. Nhiều lĩnh vực bị phụ thuộc chặt chẽ vào tự nhiên như: Khai khoáng, luyện kim để chế tạo ra sắt thép phục vụ xây dựng nhà ở, cầu, chế tạo máy móc. Hay khai thác gỗ từ rừng tự nhiên để làm đồ dùng (bàn làm việc, ghế, cửa nhà, tủ hồ sơ...) của hộ gia đình hoặc tổ chức. Cuối cùng là nhu cầu về đánh bắt cá trong đại dương, săn bắt các động vật hoang dã để đáp ứng nhu cầu ăn uống... Cùng với sự gia tăng dân số trên toàn thế giới thì quy mô và tốc độ khai thác tự nhiên của con người đã vượt quá khả năng tái tạo sinh học của tự nhiên, và vẫn chưa thể sớm chấm dứt (Danish và cộng sự, 2019).

2.2. Tiêu thụ năng lượng và dấu chân sinh thái

Nếu như tăng trưởng kinh tế chỉ làm cạn kiệt hoặc mất cân bằng sinh thái thì tiêu thụ năng lượng lại là yếu tố trực tiếp thải ra những chất độc hại vào tự nhiên. Để phục vụ cho tăng trưởng kinh tế, nhiều loại năng lượng đã được đưa vào tiêu thụ như: Năng lượng hóa thạch (than đá), năng lượng dạng lỏng hay khí (xăng dầu, gas), năng lượng dựa vào tự nhiên (thủy điện, năng lượng gió, năng lượng mặt trời, năng lượng địa nhiệt), và năng lượng hạt nhân. Hầu hết khi tiêu thụ các loại năng lượng này đều thải ra các chất độc hại như: CO₂, NO₂, SO₂... Đây là những chất vừa nguy hại cho chính sức khỏe của con người, vừa phá hủy môi trường tự nhiên. Các bệnh về đường hô hấp, tim mạch, ung thư hay những thảm họa về thiên tai, biến đổi khí hậu có một phần nguyên nhân đến từ việc các hệ sinh thái tự nhiên bị mất cân bằng, không thể tái tạo lại được như tình trạng ban đầu, hay việc ô nhiễm môi trường đang ngày càng tràn lan ở nhiều quốc gia trên thế giới (Currie và cộng sự, 2008; Faridi và cộng sự, 2018; Hansen & Selte, 2000; Bùi Hoàng Ngọc, 2020; Yazdi & Khanalizadeh, 2017).

Chen và cộng sự (2007) sử dụng phân tích định tính để nghiên cứu mối quan hệ giữa việc tiêu thụ tài nguyên thiên nhiên với dấu chân sinh thái ở Trung Quốc giai đoạn 1981–2001. Kết quả của nghiên cứu chỉ ra rằng nhu cầu về tài sản sinh thái bình quân đầu người đã vượt quá khả năng cung ứng của tự nhiên, và điều này được cho là mặt trái của chính sách biến Trung Quốc trở thành “công xưởng lớn” của thế giới mà Chính phủ theo đuổi. Wang và cộng sự (2018) ủng hộ cho kết luận của Chen và cộng sự (2007), đồng thời bổ sung thêm rằng trong khi khả năng cung ứng sinh thái tiến triển rất chậm thì nhu cầu về tài sản sinh thái của người dân Trung Quốc đã tăng gấp 3 lần từ năm 1978 đến năm 2013. Wang và cộng sự (2018) tính toán và chỉ ra rằng nền kinh tế Trung Quốc đạt điểm cân bằng vào năm 1990; sau đó, tình trạng thâm hụt sinh thái ngày càng diễn biến theo chiều hướng xấu đi.

Ozturk và cộng sự (2016) muốn kiểm định giả thuyết về đường cong môi trường EKC (Environmental Kuznets Curve) cho 144 quốc gia trong giai đoạn 1988–2008 với việc sử dụng bộ chỉ số dấu chân sinh thái làm đại diện cho biến ô nhiễm môi trường. Bằng phương pháp ước lượng moment tổng quát (Generalized Method of Moments – GMM), kết quả thực nghiệm cho thấy tiêu thụ năng lượng, tỷ lệ đô thị hóa và độ mở thương mại tác động tiêu cực nhưng không đáng kể đến dấu chân sinh thái khi thu nhập tăng lên. Giả thuyết đường cong môi trường EKC chỉ tồn tại ở những nước có thu nhập trung bình và thu nhập cao.

Alola và cộng sự (2019) chia tiêu thụ năng lượng thành hai loại: Năng lượng tái tạo (Renewable Energy), và năng lượng không tái tạo (Non-Renewable Energy). Phân tích tác động của hai loại năng lượng này đến dấu chân sinh thái của các nước thuộc Liên minh Châu Âu (EU – European Union) từ năm 1997 đến năm 2004, bằng phương pháp ước lượng gộp (Pooled Mean Group – PMG) phát hiện ra rằng việc tiêu thụ các loại năng lượng không tái tạo làm tăng dấu chân sinh thái, trong khi tiêu thụ năng lượng tái tạo làm giảm dấu chân sinh thái. Kết luận này cũng được nghiên cứu của Zafar và cộng sự (2019) ủng hộ khi xem xét cho trường hợp kinh tế Mỹ giai đoạn 1970–2015, hay nghiên cứu của Destek và Sinha (2020) cho 24 nước thuộc Tổ chức Hợp tác Kinh tế và Phát triển (Organization for Economic Cooperation and Development Countries – OECD).

2.3. Đô thị hóa và dấu chân sinh thái

Đô thị hóa có tương quan mạnh với dấu chân sinh thái bởi việc tăng mật độ dân số làm phát sinh một lượng rất lớn nhu cầu thực phẩm, diện tích nhà ở, dịch vụ y tế, giáo dục và không gian xanh công cộng như công viên, quảng trường. Về tác động của tỷ lệ đô thị hóa đến ô nhiễm môi trường, Hossain

(2011) nhấn mạnh rằng điều này là khác nhau giữa các quốc gia, có một số quốc gia tăng tỷ lệ đô thị hóa sẽ làm tăng lượng khí thải CO₂, nhưng ở một số quốc gia thì lại làm giảm lượng khí thải CO₂. Cụ thể, nghiên cứu của Ahmed và cộng sự (2020) tìm được bằng chứng là tỷ lệ đô thị hóa làm tăng dấu chân sinh thái ở các nước G7, trong khi nghiên cứu của Nathaniel và Khan (2020) lại không tìm được mối liên hệ giữa tỷ lệ đô thị hóa và dấu chân sinh thái cho cả nhóm gồm 6 nước ASEAN hay từng quốc gia riêng biệt gồm: Indonesia, Malaysia, Philippines, Thái Lan, Việt Nam, ngoại trừ Singapore.

Nghiên cứu mối liên hệ giữa dấu chân sinh thái với việc phát triển đô thị hóa trong trường hợp TP. Tây An của Trung Quốc, Yang và Li (2019) phát hiện ra rằng trong giai đoạn 2005–2016 thì biến CDI (được tính toán bằng chỉ số đô thị hóa chia cho dấu chân sinh thái bình quân đầu người) thỏa mãn được quy luật hữu dụng biên giảm dần. Tức là tỷ lệ đô thị hóa sẽ tăng lên, sau đó giảm dần khi dấu chân sinh thái tăng. Đồng quan điểm với nghiên cứu của Yang và Li (2019), nghiên cứu của Su và cộng sự (2018) cũng cho rằng đô thị hóa gia tăng áp lực lớn đối với việc cung cấp nước sạch tại các thành phố của Trung Quốc. Cụ thể, năm 2015 năng lực cung cấp nước sạch của chính quyền địa phương chỉ đạt 54,46% ở Bắc Kinh; 82,61% ở Thượng Hải; 75,04% ở Thiên Tân và 80,03% ở Trùng Khánh. Bên cạnh đó, giao thông đông đúc, vấn đề xử lý rác thải sinh hoạt của các chung cư, rác thải y tế ở các bệnh viện hay nhu cầu về các tiện ích phục vụ cho đời sống hằng ngày đòi hỏi nguồn cung ứng lớn từ các loại gỗ trong tự nhiên, cá ở đại dương, đất ở tại đô thị hay không gian xanh để hấp thụ các chất độc hại.

Theo tìm hiểu của nhóm tác giả, những nghiên cứu sử dụng chỉ số dấu chân sinh thái cho trường hợp các nước ASEAN là chưa nhiều. Kongbuamai và cộng sự (2020) nghiên cứu các yếu tố tác động đến dấu chân sinh thái ở 8 nước ASEAN gồm: Campuchia, Indonesia, Lào, Malaysia, Philippines, Singapore, Thái Lan, và Việt Nam trong giai đoạn 1995–2016. Kết quả ước lượng bằng phương pháp của Driscoll và Kraay (1998) cho thấy phát triển du lịch và tiêu thụ tài nguyên có tác động tiêu cực đến dấu chân sinh thái. Trái với kết luận của Kongbuamai và cộng sự (2020), kết luận trong nghiên cứu của Nathaniel và cộng sự (2019) là cả tăng trưởng kinh tế, độ mở thương mại và tiêu thụ năng lượng không tái tạo làm gia tăng tình trạng ô nhiễm môi trường ở các nước ASEAN, tức là tác động tích cực đến dấu chân sinh thái. Cuối cùng, nghiên cứu của Sharma và cộng sự (2020) sử dụng phương pháp tự hồi quy phân phối trễ cho dữ liệu chéo (Cross-Sectional Augmented Autoregressive Distributed Lag – CS-ARDL) để nghiên cứu mối quan hệ giữa tiêu thụ năng lượng tái tạo đến dấu chân sinh thái ở 8 quốc gia Nam và Đông Nam Á (South Asia và Southeast Asia) trong giai đoạn 1990–2015. Kết luận của nghiên cứu là tồn tại hiệu ứng chữ N trong mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và dấu chân sinh thái ở các quốc gia này. Trong dài hạn, việc sử dụng năng lượng tái tạo có ý nghĩa thiết thực khi nó làm giảm dấu chân sinh thái, còn mật độ dân số lại làm tăng nhu cầu về tài sản sinh thái ở 8 quốc gia này.

Tổng kết lại, phần lược khảo các nghiên cứu thực nghiệm trước đây của bài viết này tuy chưa phản ánh được đầy đủ, nhưng cũng cho thấy kết luận về tác động của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ năng lượng, và tỷ lệ đô thị hóa đến dấu chân sinh thái còn nhiều điểm chưa tương đồng. Ngoài ra, các nghiên cứu trước thường sử dụng phương pháp ước lượng FMOLS, DOLS hay Driscoll & Kraay, đây là những phương pháp ước lượng bỏ qua “tính trễ” của các biến trong mô hình. Theo Nelson và Plosser (1982) thì hầu hết các biến số kinh tế (như: GDP bình quân đầu người, tiêu thụ năng lượng bình quân đầu người) đều có xu hướng tăng theo thời gian. Điều này hàm ý rằng việc bỏ qua “tính trễ” của các biến trong mô hình có thể làm kết quả ước lượng thu được là ước lượng chệch (Bias Regression). Điều này đã tự minh

chứng cho việc cần thiết phải có thêm các nghiên cứu thực nghiệm mới, bằng những kỹ thuật ước lượng mới. Đó là những khoảng trống mà nghiên cứu này muốn lấp đầy.

3. Phương pháp và dữ liệu nghiên cứu

3.1. Phương pháp nghiên cứu

Mô hình hoạt động của con người, dân số, trình độ phát triển và công nghệ (Environmental Impact, Population, Affluence and Technology Model – IPAT Model) đã chỉ ra ba kênh chính tác động đến chất lượng môi trường gồm: Tốc độ tăng trưởng dân số, sự phát triển kinh tế và tiến bộ công nghệ. Sau đó, dựa trên ý tưởng của mô hình IPAT, Dietz và Rosa (1994) đề xuất mô hình STIRPAT (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology), được minh họa thông qua phương trình sau:

$$I = a.P^b.A^c.T^d.e$$

Trong đó:

- I (Environmental Impact): tổng hợp các tác động của con người đến chất lượng môi trường;
- P (Population): Tác động của sự gia tăng dân số;
- A (Affluence): Trình độ phát triển;
- T (Technology): Ảnh hưởng của sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật đến chất lượng môi trường;
- a : Hằng số;
- b, c, d : Tỷ lệ đóng góp của từng yếu tố P, A, T đến chất lượng môi trường.
- e : Sai số ngẫu nhiên (Random Error) của mô hình. Đến nay, mô hình IPAT và mô hình STIRPAT được sử dụng rộng rãi trong nhiều nghiên cứu đánh giá tác động của các hoạt động kinh tế của con người đến môi trường tự nhiên (Destek và cộng sự, 2018; Dogan và cộng sự, 2020).

Mục đích của nghiên cứu này là phân tích tác động của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện và tỷ lệ đô thị hóa đến dấu chân sinh thái cho 10 nước ASEAN trong giai đoạn 1981–2016. Do vậy, dựa trên mô hình STIRPAT và kế thừa các nghiên cứu trước của Danish và cộng sự (2020); Destek và Sinha (2020); Feng và Wu (2011); Hassan và cộng sự (2019); Kazar và Kazar (2019), nhóm tác giả đề xuất mô hình nghiên cứu tổng quát dưới dạng phương pháp tự hồi quy phân phối trễ ARDL ($p, q, q, \dots, q$) như mô hình (1) sau:

$$y_{it} = \sum_{j=1}^p \lambda_{ij} \cdot y_{it-j} + \sum_{j=0}^q \delta'_{ij} \cdot x_{it-j} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Trong đó:

- x_{it} ($k \times 1$): Véc tơ của các biến độc lập (gồm: Tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện, và tỷ lệ đô thị hóa);
- ε_{it} : Sai số của mô hình;
- t : Thời gian nghiên cứu (1981–2016);

- i : Quốc gia nghiên cứu nhận giá trị từ 1 đến 10 lần lượt là: Brunei, Campuchia, Indonesia, Lào, Malaysia, Myanmar, Philippines, Singapore, Thái Lan và Việt Nam;
- λ_{ij} ($k \times 1$): Véc tơ độ trễ của biến phụ thuộc (biến dấu chân sinh thái);
- δ'_{ij} ($k \times 1$): Véc tơ các tham số minh họa cho tác động của biến độc lập đến biến phụ thuộc;
- μ_i : Đặc trưng riêng của từng quốc gia.

Theo Nelson và Plosser (1982) thì các biến số kinh tế theo thời gian thường là những dữ liệu có tính “bền”. Tức là, biến động của biến X ở kỳ hiện tại (t) có thể bị ảnh hưởng bởi chính biến động của X ở các kỳ trong quá khứ (ví dụ như: kỳ $t-1$, hoặc $t-2$). Hay nói cách khác, các biến số kinh tế thường có tính “trễ”. Theo Pesaran và cộng sự (1999) nếu các biến trong mô hình không dừng cùng bậc, và giữa các biến có tồn tại hiện tượng đồng liên kết trong dài hạn thì mô hình 1 cần được ước lượng dưới dạng mô hình véc tơ sai số hiệu chỉnh (Vector Error Correction Model – VECM) được minh họa như mô hình (2) sau đây:

$$\begin{aligned} \Delta EF_{it} = & \phi_i \cdot EF_{it-1} + \beta_2 \cdot \ln GDP_{it} + \beta_3 \cdot \ln EC_{it} + \beta_4 \cdot UB_{it} + \\ & + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_{ij} \cdot \Delta EF_{it-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \alpha_{2j} \cdot \Delta \ln GDP_{it-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \alpha_{3j} \cdot \Delta \ln EC_{it-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \alpha_{4j} \cdot \Delta UB_{it-j} + \mu_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

Trong đó:

- $\beta_2, \beta_3, \beta_4$: Các tác động trong dài hạn;
- $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$: Các tác động trong ngắn hạn;
- μ_i : Đặc trưng riêng của từng quốc gia;
- ε_{it} : Sai số của mô hình;
- p, q : Độ trễ tối ưu của từng biến trong mô hình. Phần ký hiệu các biến trong mô hình 2 cũng như nội dung của biến và đơn vị đo lường được trình bày trong phần dữ liệu nghiên cứu. Trong mô hình 2, ϕ_i được xác định theo công thức:

$$\phi_i = -(1 - \sum_{j=1}^p \lambda_{ij})$$

Theo Pesaran và cộng sự (1999), nếu ϕ_i có ý nghĩa thống kê thì nó minh họa dấu chân sinh thái có khả năng tự điều chỉnh về điểm cân bằng trong dài hạn sau những “cú sốc” trong ngắn hạn có nguyên nhân từ sự biến động của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện và tỷ lệ đô thị hóa. Các tham số của mô hình 2 sẽ được ước lượng theo phương pháp hợp lý hóa cực đại (Maximum Likelihood Estimation – MLE). Dựa trên nghiên cứu trước của Danish và cộng sự (2020), Destek và Sinha (2020) cùng kết hợp với bối cảnh thực tế của 10 nước ASEAN, bài viết kỳ vọng cả ba biến gồm: Tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện và tỷ lệ đô thị hóa đều làm tăng dấu chân sinh thái (tức là ảnh hưởng xấu đến chất lượng môi trường).

Để đạt được mục đích nghiên cứu, quy trình nghiên cứu của bài viết có thể khái quát qua bốn bước như sau:

- *Bước 1*: Kiểm tra tính dừng của từng biến trong mô hình.
- *Bước 2*: Kiểm định hiện tượng đồng liên kết giữa các biến trong dài hạn.
- *Bước 3*: Kiểm định tương quan chéo và độ dốc không đồng nhất giữa các quốc gia.

- *Bước 4*: Phân tích tác động trong ngắn hạn và dài hạn.

3.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu được thu thập theo năm, mô tả biến và đơn vị đo lường của từng biến được minh họa trong Bảng 1.

Bảng 1.

Mô tả biến và nguồn thu thập dữ liệu

Tên biến	Nội dung biến	Đơn vị tính
EF	Là chỉ số dấu chân sinh thái (Ecological Footprint)	GHA bình quân đầu người
lnGDP	Là logarit tự nhiên của GDP bình quân đầu người (tính theo giá cố định năm 2010)	USD/năm
lnEC	Là logarit tự nhiên của mức tiêu thụ điện bình quân đầu người	kWh/năm
UB	Là tỷ lệ đô thị hóa	%

“Dấu chân sinh thái” là chỉ số đo lường sự chênh lệch giữa nhu cầu về “tài sản sinh thái” (Ecological Assets) và năng lực cung cấp sinh thái (Ecological Biocapacity) của một quốc gia/ nhóm dân cư. Nhu cầu về “tài sản sinh thái” là nhu cầu tối thiểu về thực phẩm từ nông nghiệp, vật nuôi, cá sống trong tự nhiên, gỗ và các sản phẩm khác từ rừng nguyên sinh, hay không gian sống tối thiểu ở đô thị để người dân duy trì cuộc sống. Nếu một quốc gia có năng lực cung ứng lớn hơn nhu cầu, thì được coi là quốc gia ở trong tình trạng “dự trữ sinh thái” (Ecological Reserve), còn ngược lại thì được gọi là quốc gia “thâm hụt sinh thái” (Ecological Deficit). Dữ liệu này được thu thập từ hệ thống mạng lưới dấu chân toàn cầu (Global Footprint Network)². Dữ liệu về thu nhập bình quân đầu người và tỷ lệ đô thị hóa được thu thập từ ngân hàng thế giới (World Bank)³. Trong khi mức tiêu thụ điện bình quân đầu người được thu thập từ cơ quan năng lượng quốc tế (International Energy Agency)⁴. Hai biến GDP và EC được lấy giá trị theo logarit tự nhiên để giảm sự biến động của dữ liệu giữa các quốc gia, giữa các giai đoạn, nhưng tính xu thế (Trend) của biến vẫn không thay đổi.

4. Kết quả thực nghiệm

4.1. Thống kê mô tả

Ngoại trừ Singapore, 9 nước thuộc ASEAN đều là những nước đang phát triển. Do vậy, cải thiện thu nhập bình quân đầu người là đích hướng đến của hầu hết những chính sách kinh tế mà chính phủ các nước đang thực hiện. Điều này dẫn đến việc khai thác tự nhiên trở nên cấp thiết với quy mô và tốc độ ngày càng lớn để phục vụ cho nhu cầu tăng trưởng kinh tế. Theo số liệu của Global Footprint Network năm 2019 thì 08 nước ASEAN gồm: Brunei (số vượt quá mức cân bằng là 51%), Campuchia

² Tham khảo tại website: <https://www.footprintnetwork.org/licenses/public-data-package-free/>

³ Tham khảo tại website: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>

⁴ Tham khảo tại website: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>

(24%), Indonesia (32%), Malaysia (73%), Philippines (143%), Singapore (9.950,02%), Thái Lan (111%) và Việt Nam (108%) đã rơi vào trạng thái thâm hụt sinh thái, chỉ còn Myanmar và Lào vẫn đang trong trạng thái dự trữ sinh thái.

Mặc dù chính phủ cũng có nhiều biện pháp để tăng cường năng lực sinh thái, tuy nhiên, việc chuyển biến trong thực tế còn rất chậm. Điển hình như Việt Nam, năm 2019 Việt Nam thăng được 3 hạng trong danh sách 162 quốc gia cam kết thực hiện các mục tiêu phát triển thiên niên kỷ (Sustainable Development Goal) do Đại hội đồng Liên Hiệp quốc đặt ra vào năm 2015, nhưng tình trạng ô nhiễm môi trường, đặc biệt là lượng khí thải CO₂, SO₂, khói bụi, bụi mịn PM_{2.5} của Việt Nam vẫn không hề giảm. Thống kê mô tả các biến trong mô hình được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2.

Thống kê các biến trong mô hình (Số quan sát: 360)

Tên biến	Giá trị trung bình	Sai số	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
EF	2,329	1,836	0,689	8,311
lnGDP	7,787	1,634	5,077	10,882
lnEC	2,574	1,573	0,086	5,365
UB	43,992	25,293	12,650	100,000

4.2. Kiểm định tính dừng

Để tránh kết quả hồi quy là giả mạo, bài viết ứng dụng ba dạng kiểm định gồm: Kiểm định LLC của Levin và cộng sự (2002); kiểm định Breitung do Breitung (2002); kiểm định IPS của Im và cộng sự (2003) để xác định tính dừng cho các biến trong mô hình.

Theo kết quả kiểm định tính dừng ở Bảng 3, thì biến EF và lnEC là dừng ở bậc 1 (bậc sai phân), trong khi biến lnGDP và UB là dừng ở bậc 0 (bậc gốc). Trong mô hình không có biến nào dừng ở bậc 2, như vậy theo Pesaran và cộng sự (1999), Nkoro và Uko (2016) thì các biến đều thỏa mãn điều kiện để áp dụng mô hình bảng ARDL. Kết quả kiểm định tính dừng của các biến được minh họa trong Bảng 3.

Bảng 3.

Kết quả kiểm định tính dừng các biến trong mô hình

Tên biến	Kiểm định LLC		Kiểm định Breitung		Kiểm định IPS	
	Bậc gốc	Bậc sai phân	Bậc gốc	Bậc sai phân	Bậc gốc	Bậc sai phân
EF	0,935	0,936	3,718	-7,799***	2,689	-5,664***
lnGDP	-3,325***	-1,935**	2,829	-7,746***	-0,293	-3,546***
lnEC	1,305	-1,088	5,977	-7,794***	3,588	-4,275***
UB	-3,636***	-6,959***	7,029	0,050	NON	NON

Ghi chú: Cả ba kiểm định được thực hiện với giả định các biến có hệ số chặn (Intercept), có xu hướng (Trend);

*, **, *** lần lượt tương ứng với các mức ý nghĩa thống kê là 10%, 5% và 1%;

NON biểu thị cho kiểm định không thực hiện được (do tỷ lệ đô thị hóa của Singapore luôn là 100% trong suốt thời gian nghiên cứu).

4.3. Kiểm định đồng liên kết

Tiếp theo bài viết ứng dụng ba loại kiểm định do Kao (1999), Pedroni (1999), và Westerlund (2005) đề xuất để kiểm định hiện tượng đồng liên kết trong dài hạn của các biến trong mô hình 2. Kết quả kiểm định đồng liên kết được minh họa trong Bảng 4.

Bảng 4.

Kiểm định hiện tượng đồng liên kết giữa các biến

Loại kiểm định	Tiêu chí kiểm định	Giá trị thống kê F	Xác suất
Kiểm định Kao	Modified Dickey-Fuller t	-1,5168	0,0647
	Dickey-Fuller t	-1,6925	0,0453
	Augmented Dickey-Fuller t	-1,4065	0,0798
	Unadjusted modified Dickey-Fuller t	-4,7756	0,0000
	Unadjusted Dickey-Fuller t	-3,1746	0,0008
Kiểm định Pedroni	Modified Phillips-Perron t	-0,6470	0,2588
	Phillips-Perron t	-2,5649	0,0052
	Augmented Dickey-Fuller t	-2,5044	0,0061
Kiểm định Westerlund	Gt	-3,6160	0,0000
	Ga	-7,7410	0,9260
	Pt	-8,4870	0,0110
	Pa	-9,6620	0,0440

Theo kết quả trong Bảng 4, với kiểm định do Kao (1999) đề xuất thì 3/5 tiêu chí kiểm định có p-value < 0,05. Với kiểm định do Pedroni (1999) đề xuất thì có 2/3 tiêu chí có p-value < 0,05. Và kiểm định do Westerlund (2005) đề xuất, 3/4 tiêu chí cũng có p-value < 0,05. Với giả thuyết không $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$ và giả thuyết đối $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq 0$. Như vậy, nếu p-value < 0,05 thì đây là bằng chứng để bác bỏ giả thuyết H_0 (các biến trong mô hình không có đồng liên kết trong dài hạn). Cả ba kiểm định của Kao (1999); Pedroni (1999); và Westerlund (2005) đều có số tiêu chí thống kê có p-value < 0,05 nhiều hơn. Do vậy, đây là bằng chứng thống kê để nhóm tác giả kết luận giữa các biến trong mô hình 2 có xảy ra hiện tượng đồng liên kết trong dài hạn, và mô hình 2 cần được ước lượng theo phương pháp VECM.

4.4. Kiểm định tương quan chéo và độ dốc không đồng nhất

Đối với nghiên cứu sử dụng dữ liệu bảng, Pesaran (2004) khuyến nghị rằng cần kiểm tra thêm sự phụ thuộc không gian (Cross-Sectional Dependence) và độ dốc (Slope Coefficient) bởi các quốc gia sẽ có những đặc điểm riêng không giống nhau. Do vậy, bài viết ứng dụng kiểm định CD-test do Pesaran (2004) đề xuất để kiểm định sự phụ thuộc không gian, và kiểm định của Pesaran và Yamagata (2008) để kiểm tra hiện tượng độ dốc không đồng nhất (Slope Heterogeneity) giữa 10 quốc gia ASEAN. Kết quả hai kiểm định này được minh họa trong Bảng 5.

Theo kết quả thực nghiệm trong Bảng 5, kiểm định Pesaran về sự phụ thuộc không gian có thống kê $F = -0,33$ với $p\text{-value} = 0,7417$. Và kiểm định của Pesaran và Yamagata (2008) về độ dốc không đồng nhất có giá trị Delta (Δ) = 0,062 và $p\text{-value} = 0,951$. Như vậy cả hai kiểm định này đều có $p\text{-value} > 0,05$, hàm ý rằng chấp nhận giả thuyết không. Tức là dữ liệu về dấu chân sinh thái, tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện và tỷ lệ đô thị hóa của 10 nước ASEAN không xảy ra hiện tượng phụ thuộc không gian và độ dốc là đồng nhất. Theo Dogan và cộng sự (2017), kết quả kiểm định như vậy thì bài viết có thể sử dụng các kỹ thuật kinh tế lượng thể hệ thứ nhất⁵ để phân tích kết quả thực nghiệm của mô hình.

Bảng 5.

Ma trận không gian và kết quả kiểm định độ dốc không đồng nhất

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10
r1	1,0000									
r2	-0,2285	1,0000								
r3	-0,4146	0,6883	1,0000							
r4	-0,2789	0,1460	0,3013	1,0000						
r5	0,5214	-0,3361	-0,4942	-0,2810	1,0000					
r6	0,4354	-0,1294	-0,1995	-0,4443	0,3210	1,0000				
r7	-0,5104	0,8770	0,8283	0,2727	-0,4448	-0,3561	1,0000			
r8	0,5231	-0,2874	-0,6115	-0,3879	0,7599	0,2067	-0,4891	1,0000		
r9	0,2453	-0,5666	-0,2903	-0,3893	0,4483	0,2960	-0,5363	0,3031	1,0000	
r10	-0,5740	0,7385	0,9043	0,3407	-0,6471	-0,3373	0,9131	-0,7354	-0,4686	1,0000
Kiểm định Pesaran:					Kiểm định Pesaran và Yamagata (2008):					
F-statistic = -0,3300; p-value = 0,7417					Giá trị Delta = 0,0620; p-value = 0,9510					

Ghi chú: c(1, 2,...,10) minh họa cho số lượng các đối tượng trong bộ dữ liệu;

r(1, 2,...,10) minh họa cho hệ số tương quan giữa các đối tượng.

4.5. Kết quả ước lượng tác động trong ngắn hạn và dài hạn

Nghiên cứu sử dụng kiểm định bình phương tổng quát nhỏ nhất (Dickey-Fuller Generalized Least-Squares – DFGLS) trong phần mềm Stata và thuật toán vòng lặp để tìm độ trễ tối ưu của từng biến trong mô hình 2. Theo tiêu chí AIC, BIC và R-square thì ứng với mẫu dữ liệu, độ trễ tối ưu của mô hình bảng ARDL là ARDL(1,0,0,0). Tức là, trong mô hình 2 giá trị của $p = 1$; $q = 0$. Hàm ý rằng, sự biến động của dấu chân sinh thái kỳ hiện tại bị ảnh hưởng bởi chính nó một kỳ trước đó, cộng với ảnh hưởng của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện, tỷ lệ đô thị hóa của kỳ hiện tại.

Do giữa các biến tồn tại hiện tượng đồng liên kết trong dài hạn, đồng thời các biến không dừng cùng bậc (xem kết quả kiểm định tính dừng trong Bảng 3), nên Pesaran và cộng sự (1999) đề xuất ba mô hình để ước lượng cho trường hợp này gồm: (1) Mô hình Mean Group (MG); (2) mô hình Pooled

⁵ Là kỹ thuật ước lượng áp dụng cho bộ dữ liệu không có tự tương quan chéo giữa các đối tượng và độ dốc giữa các đối tượng là đồng nhất. Nếu một trong hai điều này bị vi phạm thì phải áp dụng các kỹ thuật kinh tế lượng thể hệ thứ hai như: Hồi quy không gian, hay kỹ thuật DCCE (Dynamic Common Correlated Effects Estimator).

Mean Group (PMG); và (3) Dynamic Fixed Effects (DFE). Bài viết ứng dụng cả ba mô hình này để ước lượng tác động trong ngắn hạn và dài hạn của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện, và tỷ lệ đô thị hóa đến dấu chân sinh thái cho các nước ASEAN.

Bảng 6.

Kết quả ước lượng tác động trong ngắn hạn và dài hạn

Tên biến	Mô hình MG		Mô hình PMG		Mô hình DFE	
	Hệ số β	Xác suất	Hệ số β	Xác suất	Hệ số β	Xác suất
<i>Biến phụ thuộc: ΔEF</i>						
<i>Tác động trong dài hạn</i>						
lnEC	2,3110	0,2140	-0,2120	0,0000	0,7060	0,0400
lnGDP	1,7770	0,2270	0,4340	0,0000	-0,2140	0,6350
UB	-0,1100	0,3500	0,0600	0,0000	-0,0140	0,5900
<i>Tác động trong ngắn hạn</i>						
ECM(-1)	-0,5450	0,0000	-0,1940	0,0650	-0,2180	0,0000
$\Delta EF(-1)$	0,0270	0,7100	-0,0610	0,4680	0,0080	0,8830
$\Delta \ln EC$	-0,5030	0,2050	0,7060	0,5750	0,1720	0,6450
$\Delta \ln GDP$	1,1200	0,1960	2,4770	0,0180	1,8910	0,0000
ΔUB	-0,1100	0,6210	0,1090	0,0750	0,0740	0,3320
Hệ số chặn	-8,1920	0,2410	-0,6960	0,0230	0,5220	0,4260
Kiểm định Hausman giữa mô hình MG và PMG: Giá trị $\chi^2 = 2,8900$; p-value = 0,4084						
Kiểm định Hausman giữa mô hình PMG và DFE: Giá trị $\chi^2 = 12,9200$; p-value = 0,0048						

Theo kết quả ước lượng minh họa trong Bảng 6, cả ba mô hình MG, PMG, và DFE đều có hệ số tự điều chỉnh $ECM(-1) < 0$ và có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 10%. Điều này chứng tỏ rằng biến EF có khả năng tự điều chỉnh về trạng thái cân bằng trong dài hạn, mặc dù có thể trong ngắn hạn có thể xảy ra các “cú sốc”. Kết quả kiểm định Hausman lựa chọn giữa mô hình MG và PMG, có $p\text{-value} = 0,408 > 0,05$, chứng tỏ mô hình PMG phù hợp hơn mô hình MG. Tương tự, kết quả kiểm định Hausman giữa mô hình PMG với DFE có $p\text{-value} = 0,0048 < 0,05$, chứng tỏ mô hình PMG phù hợp hơn mô hình DFE. Kết hợp cả hai kiểm định này, bài viết kết luận kết quả ước lượng bằng mô hình PMG là phù hợp nhất với dữ liệu của các nước ASEAN trong giai đoạn 1981–2016. Phân tích chi tiết mô hình PMG, cả 2 biến $\Delta UB (= 0,109)$ và $UB (= 0,060)$ đều mang dấu dương và có ý nghĩa thống kê lần lượt tương ứng ở mức ý nghĩa 10% và 1%. Biến $\Delta \ln GDP (= 2,477)$ và $GDP (= 0,434)$ đều có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Điều này chứng tỏ cả tăng trưởng kinh tế và tỷ lệ đô thị hóa đều có tác động cùng chiều đến dấu chân sinh thái cả trong ngắn hạn và dài hạn. Cụ thể, với điều kiện các yếu tố khác không thay đổi thì thu nhập bình quân đầu người, hay tỷ lệ đô thị hóa tăng 1% sẽ làm dấu chân sinh thái tăng lần lượt là 0,434 và 0,060 GHA. Tuy nhiên, biến $\Delta \ln EC = 0,706$ ($p\text{-value} = 0,575$) và biến $\ln EC = -0,212$ ($p\text{-value} = 0,000$), điều này hàm ý rằng không đủ bằng chứng để kết luận giữa tiêu thụ điện và dấu chân sinh thái có mối quan hệ trong ngắn hạn, nhưng trong dài hạn tác động của tiêu thụ điện đến dấu chân sinh thái là tác động ngược chiều. Theo đó, nếu tiêu thụ điện tăng 1% thì dấu chân sinh thái sẽ giảm 0,212 GHA (với giả định các yếu tố khác không thay đổi).

4.6. Thảo luận kết quả

Kết quả thực nghiệm của nghiên cứu cho thấy cả tăng trưởng kinh tế và tỷ lệ đô thị hóa đều làm tăng dấu chân sinh thái ở các nước ASEAN, trong khi tiêu thụ điện đang ngày càng giảm áp lực với môi trường tự nhiên. Cụ thể, về tác động của tăng trưởng kinh tế đến dấu chân sinh thái, kết luận của nghiên cứu này tương đồng với kết luận của Alola và cộng sự (2019) cho 16 nước thuộc Liên minh châu Âu, hay nghiên cứu Destek và Sarkodie (2019) cho nhóm nước OECD, và nghiên cứu của Zafar và cộng sự (2019) cho trường hợp kinh tế Mỹ. Về tác động của tỷ lệ đô thị hóa, nghiên cứu này tìm được bằng chứng là đô thị hóa làm gia tăng nhu cầu về tài sản sinh thái, ảnh hưởng xấu đến môi trường tự nhiên. Kết luận này cũng nhận được sự ủng hộ bởi các nghiên cứu trước đây như nghiên cứu của Ahmed và cộng sự (2020), Nathaniel và cộng sự (2019). Về tác động của tiêu thụ điện, nghiên cứu này tìm thấy bằng chứng là tiêu thụ điện làm giảm dấu chân sinh thái trong dài hạn. Kết luận này khác với nghiên cứu của Danish và cộng sự (2020), tuy nhiên lại tương đồng với nghiên cứu của Nathaniel và Khan (2020). Đối chiếu với thực tiễn phát triển kinh tế - xã hội của các nước ASEAN có thể tin rằng kết luận này là hợp lý bởi một số lý do sau:

- *Thứ nhất*, có thể dễ dàng nhận ra rằng các hoạt động kinh tế và tiêu dùng của loài người phụ thuộc chặt chẽ vào môi trường tự nhiên (Destek & Sinha, 2020). Khai thác tự nhiên càng nhiều, dân số tăng càng nhanh thì những tài sản sinh thái còn lại có giá trị càng cao. Điều này làm nảy sinh nhu cầu chiếm hữu và nhiều hệ quả tiêu cực khác (Aşıcı & Acar, 2016; Biswas và cộng sự, 2012).

- *Thứ hai*, người dân thường tập trung về các đô thị lớn do ở đó cung cấp nhiều cơ hội về việc làm, dịch vụ giáo dục và chăm sóc y tế tốt hơn (Wang và cộng sự, 2012). Tuy nhiên, nếu nhu cầu này quá lớn sẽ làm đất ở tại các đô thị trở nên đắt đỏ, đất phục vụ các nhu cầu khác như: Trồng trọt, làm công viên, quảng trường bị thu hẹp dần để phục vụ cho phát triển giao thông, xây dựng chung cư, trung tâm thương mại... Một điểm rất đáng lưu ý nữa là khi sống trong môi trường bị ô nhiễm thì khát vọng

được sống gần với thiên nhiên sẽ tăng lên. Điều này lý giải cho việc tỷ lệ đô thị hóa có tác động cùng chiều với dấu chân sinh thái (Qiu và cộng sự, 2020; Su và cộng sự, 2018).

- *Thứ ba*, bảo vệ môi trường và lối sống tối giản (chỉ mua sắm những thiết bị, vật dụng cần thiết cho đời sống hằng ngày) đã được giảng dạy trong các trường học cho thế hệ trẻ cũng góp phần thay đổi cách ứng xử với môi trường, tiết kiệm tiêu thụ năng lượng và tiết giảm các nhu cầu về dấu chân sinh thái (Akram và cộng sự, 2019; Danish và cộng sự, 2019).

- *Thứ tư*, một số quốc gia như Singapore, Malaysia đã áp dụng đồng bộ nhiều giải pháp để giảm tình trạng thâm hụt sinh thái. Một mặt, họ khuyến khích các doanh nghiệp chuyển đổi sang những công nghệ xanh, công nghệ ít tiêu hao năng lượng. Mặt khác, họ cũng đưa ra các quy định tối thiểu về việc đảm bảo “diện tích không gian xanh” trong xây dựng nhà ở của người dân, cao ốc văn phòng và khu công nghiệp. Tổng hợp những giải pháp này, giúp việc tiêu thụ năng lượng bớt trở thành áp lực với môi trường tự nhiên, đồng thời lại tăng cường số lượng cây xanh để hấp thụ những chất độc hại thải ra từ quá trình sản xuất của các doanh nghiệp hay sinh hoạt của người dân.

5. Kết luận và hàm ý chính sách

Tác động của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ năng lượng và tỷ lệ đô thị hóa đến dấu chân sinh thái đã được phân tích, nhưng chủ yếu là ở các nước phát triển. Số lượng nghiên cứu cho những nước đang phát triển như các nước ASEAN còn khiêm tốn. Bảng ba mô hình MG, PMG, DFE do Pesaran và cộng sự (1999) đề xuất, nghiên cứu cho 10 nước ASEAN trong giai đoạn 1981–2016, kết quả kiểm định cho thấy giữa các biến có xảy ra hiện tượng đồng liên kết và mô hình PMG là phù hợp nhất. Theo đó, bài viết khẳng định được một số điểm sau đây:

- *Thứ nhất*, tăng trưởng kinh tế và tỷ lệ đô thị hóa làm tăng dấu chân sinh thái cả trong ngắn hạn và dài hạn.

- *Thứ hai*, tiêu thụ điện không có tác động đến dấu chân sinh thái trong ngắn hạn, nhưng làm giảm dấu chân sinh thái trong dài hạn.

Với dữ liệu thứ cấp được thu thập từ các tổ chức thống kê đáng tin cậy, trải qua quy trình xử lý nghiêm ngặt gồm: (1) Kiểm định tính dừng; (2) kiểm định hiện tượng đồng liên kết; (3) kiểm định sự phụ thuộc không gian và độ dốc đồng nhất; (4) và phân tích tác động trong ngắn hạn và dài hạn. Nhóm tác giả tin tưởng rằng, kết quả thực nghiệm của nghiên cứu là đủ mức độ tin cậy và cung cấp bằng chứng để các nhà hoạch định chính sách có cái nhìn sâu hơn về sự tác động của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện và tỷ lệ đô thị hóa đến dấu chân sinh thái ở các nước ASEAN. Từ kết quả thực nghiệm, nhóm tác giả xin lưu ý một số điểm khi vận dụng kết quả vào thực tiễn như sau:

- *Lưu ý 1*: Tăng trưởng kinh tế làm tăng dấu chân sinh thái, tức là gây ra những tác động tiêu cực cho môi trường tự nhiên. Điều này không đồng nghĩa với việc ủng hộ cho việc phải giảm tăng trưởng kinh tế. Thay vào đó, chính phủ các nước ASEAN cần tăng cường cho các hoạt động truyền thông về bảo vệ môi trường, khuyến khích người dân trồng nhiều cây xanh, áp dụng các tiến bộ khoa học trong việc trồng trọt nhằm giảm thiểu tình trạng bạc màu của đất. Ban hành những chính sách hỗ trợ các doanh nghiệp chuyển sang sử dụng các dây chuyền sản xuất ít tiêu hao nhiên liệu, thân thiện với môi trường. Xử phạt nghiêm các hành vi đánh bắt cá ở đại dương theo kiểu “tận diệt”, hoặc những hành vi phá rừng, xâm hại rừng tự nhiên trái phép.

- *Lưu ý 2*: Đô thị hóa đang đặt ra nhiều vấn đề phức tạp như: Khói bụi do các phương tiện giao thông, tình trạng mất an ninh trật tự, thất nghiệp, xử lý rác thải y tế, thiếu các khu vui chơi cộng đồng... Do vậy, khi chưa có những giải pháp cho các vấn đề trên thì việc đẩy nhanh tỷ lệ đô thị hóa cần phải tính toán kỹ lưỡng. Thực tiễn ở các quốc gia phát triển cho thấy, quá trình đô thị hóa chỉ thực sự thành công khi nó không làm thay đổi hoặc tăng thêm các tiêu chuẩn sống của người dân về không gian xanh, hạ tầng giao thông, chất lượng không khí hay sự phát triển của hệ thống chăm sóc y tế, trường học, bên cạnh các điều kiện tối thiểu khác như cung cấp nước sạch, lương thực và an ninh.

Hạn chế của nghiên cứu

Nghiên cứu này cũng không tránh khỏi những hạn chế nhất định: (1) Tiêu thụ điện trong nghiên cứu này là tính chung cho cả lĩnh vực sản xuất và tiêu dùng cá nhân, nên không chỉ ra được lĩnh vực nào gây tác động đến chất lượng môi trường nhiều hơn; (2) Trong thực tiễn có xảy ra tình trạng nhập khẩu tài sản sinh thái, nghiên cứu này chỉ phân tích tác động của tăng trưởng kinh tế, tiêu thụ điện, và tỷ lệ đô thị hóa đến tài sản sinh thái của chính quốc gia đó. Tức là đã bỏ qua yếu tố nhập khẩu; (3) Giữa các quốc gia trong cùng một khu vực thường có sự lan tỏa về chính sách kinh tế, hay các tiêu chuẩn về môi trường. Nghiên cứu này chưa xem xét tác động lan tỏa theo không gian giữa các nước ASEAN. Phần đề xuất hàm ý chính sách cũng có thể được nhìn nhận như hạn chế của nghiên cứu bởi mỗi quốc gia đều theo đuổi các chiến lược phát triển kinh tế riêng. Việc đề xuất một chính sách được áp dụng thống nhất giữa 10 nước ASEAN cần có thêm các nghiên cứu thực nghiệm khác để kết luận. Nhóm tác giả ghi nhận đây là những hạn chế, đồng thời cũng là những gợi mở cho các nghiên cứu tiếp theo■

Tài liệu tham khảo

- Abdo, A. B., Li, B., Zhang, X., Lu, J., & Rasheed, A. (2020). Influence of FDI on environmental pollution in selected Arab countries: A spatial econometric analysis perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 28222–28246.
- Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J., & Thaicharoen, Y. (2003). Institutional causes, macroeconomic symptoms: Volatility, crises and growth. *Journal of Monetary Economics*, 50(1), 49–123.
- Ahmed, Z., Zafar, M. W., Ali, S., & Danish. (2020). Linking urbanization, human capital, and the ecological footprint in G7 countries: An empirical analysis. *Sustainable Cities and Society*, 55, 102064.
- Ahmed, Z., Zhang, B., & Cary, M. (2021). Linking economic globalization, economic growth, financial development, and ecological footprint: Evidence from symmetric and asymmetric ARDL. *Ecological Indicators*, 121, 107060.
- Akram, V., Jangam, B. P., & Rath, B. N. (2019). Does human capital matter for reduction in energy consumption in India? *International Journal of Energy Sector Management*, 13(2), 359–376.
- Alola, A. A., Bekun, F. V., & Sarkodie, S. A. (2019). Dynamic impact of trade policy, economic growth, fertility rate, renewable and non-renewable energy consumption on ecological footprint in Europe. *Science of The Total Environment*, 685, 702–709.
- Aşıcı, A. A., & Acar, S. (2016). Does income growth relocate ecological footprint? *Ecological Indicators*, 61(2), 707–714.

- Bakhsh, K., Rose, S., Ali, M. F., Ahmad, N., & Shahbaz, M. (2017). Economic growth, CO₂ emissions, renewable waste and FDI relation in Pakistan: New evidences from 3SLS. *Journal of Environmental Management*, 196, 627–632.
- Biswas, A. K., Farzanegan, M. R., & Thum, M. (2012). Pollution, shadow economy and corruption: Theory and evidence. *Ecological Economics*, 75, 114–125.
- Bùi Hoàng Ngọc. (2020). Tác động của tiêu thụ điện đến lượng khí thải CO₂ ở Việt Nam: Đối xứng hay bất đối xứng?. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 31(2), 45–60.
- Breitung, J. (2002). Nonparametric tests for unit roots and cointegration. *Journal of Econometrics*, 108(2), 343–363.
- Charfeddine, L. (2017). The impact of energy consumption and economic development on Ecological Footprint and CO₂ emissions: Evidence from a Markov Switching Equilibrium Correction Model. *Energy Economics*, 65, 355–374.
- Charfeddine, L., & Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 138–154.
- Chen, B., Chen, G. Q., Yang, Z. F., & Jiang, M. M. (2007). Ecological footprint accounting for energy and resource in China. *Energy Policy*, 35(3), 1599–1609.
- Currie, J., Neidell, M., & Schmieder, J. F. (2008). *Air pollution and infant health: Lessons from New Jersey* (NBER Working Paper No 14196). Retrieved from the National Bureau of Economic Research: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w14196/w14196.pdf
- Danish, Hassan, S. T., Baloch, M. A., Mahmood, N., & Zhang, J. (2019). Linking economic growth and ecological footprint through human capital and biocapacity. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101516
- Danish, Ulucak, R., & Khan, S. U. -D. (2020). Determinants of the ecological footprint: Role of renewable energy, natural resources, and urbanization. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101996.
- Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development. *Science of The Total Environment*, 650(2), 2483–2489.
- Destek, M. A., & Sinha, A. (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118537.
- Destek, M. A., Ulucak, R., & Dogan, E. (2018). Analyzing the environmental Kuznets curve for the EU countries: the role of ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(29), 29387–29396.
- Dietz, T., & Rosa, E. A. (1994). Rethinking the environmental impacts of population, affluence and technology. *Human Ecology Review*, 1, 277–300.
- Dogan, E., Seker, F., & Bulbul, S. (2017). Investigating the impacts of energy consumption, real GDP, tourism and trade on CO₂ emissions by accounting for cross-sectional dependence: A panel study of OECD countries. *Current Issues in Tourism*, 20(16), 1701–1719.

- Dogan, E., Ulucak, R., Kocak, E., & Isik, C. (2020). The use of ecological footprint in estimating the environmental Kuznets curve hypothesis for BRICST by considering cross-section dependence and heterogeneity. *Science of The Total Environment*, 723, 138063.
- Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549–560.
- Faridi, S., Shamsipour, M., Krzyzanowski, M., Kunzli, N., Amini, H., Azimi, F., . . . , & Naddafi, K. (2018). Long-term trends and health impact of PM_{2.5} and O₃ in Tehran, Iran, 2006–2015. *Environment International*, 114, 37–49.
- Feng, Z., & Wu, J. (2011). *Relationship between the ecological footprint and the economic growth in China*. The 2011 International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering, 6205–6211. doi: 10.1109/RSETE.2011.5965775
- Hansen, A. C., & Selte, H. K. (2000). Air pollution and sick-leaves: A case study using air pollution data from Oslo. *Environmental and Resource Economics*, 16(1), 31–50.
- Hassan, S. T., Xia, E., Khan, N. H., & Shah, S. M. A. (2019). Economic growth, natural resources, and ecological footprints: Evidence from Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 2929–2938.
- Hossain, S. M. (2011). Panel estimation for CO₂ emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries. *Energy Policy*, 39(11), 6991–6999.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74.
- Islam, F., Shahbaz, M., Ahmed, A. U., & Alam, M. M. (2013). Financial development and energy consumption nexus in Malaysia: A multivariate time series analysis. *Economic Modelling*, 30, 435–441.
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90(1), 1–44.
- Kassouri, Y., & Altintas, H. (2020). Human well-being versus ecological footprint in MENA countries: A trade-off?. *Journal of Environmental Management*, 263, 110405.
- Kazar, G., & Kazar, A. (2019). Ecological Footprint – Economic Growth Nexus. In *A New Perspective in Social Sciences* (pp. 80–87). United Kingdom: Frontpage Publications Limited.
- Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J., & Bano, S. (2019). Does energy consumption, financial development, and investment contribute to ecological footprints in BRI regions?. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 36952–36966.
- Kongbuamai, N., Bui, Q., Yousaf, H. M. A. U., & Liu, Y. (2020). The impact of tourism and natural resources on the ecological footprint: A case study of ASEAN countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 19251–19264.
- Levin, A., Lin, C. -F., & Chu, C. -S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24.
- Nathaniel, S., & Khan, S. A. R. (2020). The nexus between urbanization, renewable energy, trade, and ecological footprint in ASEAN countries. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122709.

- Nathaniel, S., Nwodo, O., Adediran, A., Sharma, G., Shah, M., & Adeleye, N. (2019). Ecological footprint, urbanization, and energy consumption in South Africa: Including the excluded. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 27168–27179.
- Nelson, C. R., & Plosser, C. R. (1982). Trends and random walks in macroeconomic time series: Some evidence and implications. *Journal of Monetary Economics*, 10(2), 139–162.
- Nkoro, E., & Uko, A. K. (2016). Autoregressive Distributed Lag (ARDL) cointegration technique: Application and Interpretation. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5(4), 63–91.
- Ozturk, I., Al-Mulali, U., & Saboori, B. (2016). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis: The role of tourism and ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1916–1928.
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 653–670.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. The Institute for the Study of Labor (IZA) Discussion Paper No. 1240.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1999). Pooled Mean Group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621–634.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50–93.
- Qiu, L., Guo, D., Zhao, X., & Zhang, W. (2020). The value of school in urban China: A spatial quantile regression with housing transactions in Beijing. *Applied Economics*, 52(20), 2135–2146.
- Raeissi, P., Harati-Khalilabad, T., Rezapour, A., Hashemi, S. Y., Mousavi, A., & Khodabakhshzadeh, S. (2018). Effects of air pollution on public and private health expenditures in Iran: A time series study (1972–2014). *Journal of Preventive Medicine & Public Health*, 51(3), 140–147.
- Sapkota, P., & Bastola, U. (2017). Foreign direct investment, income, and environmental pollution in developing countries: Panel data analysis of Latin America. *Energy Economics*, 64, 206–212.
- Sharma, R., Sinha, A., & Kautish, P. (2020). Does renewable energy consumption reduce ecological footprint? Evidence from eight developing countries of Asia. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124867.
- Solarin, S. A., Al-Mulali, U., Musah, I., & Ozturk, I. (2017). Investigating the pollution haven hypothesis in Ghana: An empirical investigation. *Energy*, 124, 706–719.
- Su, Y., Gao, W., Guan, D., & Su, W. (2018). Dynamic assessment and forecast of urban water ecological footprint based on exponential smoothing analysis. *Journal of Cleaner Production*, 195, 354–364.
- Uddin, G. A., Salahuddin, M., Alam, K., & Gow, J. (2017). Ecological footprint and real income: Panel data evidence from the 27 highest emitting countries. *Ecological Indicators*, 77, 166–175.
- Udemba, E. N. (2020). A sustainable study of economic growth and development amidst ecological footprint: New insight from Nigerian Perspective. *Science of The Total Environment*, 732, 139270.
- Usman, M., Ma, Z., Zafar, M. W., Haseeb, A., & Ashraf, R. U. (2019). Are air pollution, economic and non-economic factors associated with per capita health expenditures? Evidence from

- emerging economies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(11). doi: 10.3390/ijerph16111967
- Verhofstadt, E., van Ootegem, L., Defloor, B., & Bleys, B. (2016). Linking individuals' ecological footprint to their subjective well-being. *Ecological Economics*, 127, 80–89.
- Wang, B. -C., Chou, F. -Y., & Lee, Y. -J. (2012). Ecological footprint of Taiwan: A discussion of its implications for urban and rural sustainable development. *Computers, Environment and Urban Systems*, 36(4), 342–349.
- Wang, J., & Dong, K. (2019). What drives environmental degradation? Evidence from 14 Sub-Saharan African countries. *Science of The Total Environment*, 656, 165–173.
- Wang, Z., Yang, L., Yin, J., & Zhang, B. (2018). Assessment and prediction of environmental sustainability in China based on a modified ecological footprint model. *Resources, Conservation and Recycling*, 132, 301–313.
- Westerlund, J. (2005). New simple tests for panel cointegration. *Econometric Reviews*, 24(3), 297–316.
- Yang, Y., & Li, W. (2019). The evolution of the ecological footprint and its relationship with the urban development of megacities in Western China: The case of Xi'an. *Journal of Environmental Management*, 243, 463–471.
- Yazdi, S. K., & Khanalizadeh, B. (2017). Air pollution, economic growth and health care expenditure. *Economic Research - Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 1181–1190.
- Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Khan, N. R., Mirza, F. M., Hou, F., & Kirmani, S. A. A. (2019). The impact of natural resources, human capital, and foreign direct investment on the ecological footprint: The case of the United States. *Resources Policy*, 63, 101428.