

CVRSS

Tạp chí Khoa học xã hội miền Trung

ISSN 1859 – 2635

Tạp chí ra 3 tháng 1 kỳ

Số 02 năm 2024

Năm thứ mười bảy

Mục lục

- Bàn về nội dung công tác phổ biến, giáo dục pháp luật về bảo vệ môi trường ở địa phương hiện nay 3
Trần Minh Đức, Nguyễn Hoàng Yến
- Dự báo phát thải khí nhà kính ở Việt Nam đến năm 2030 và hàm ý chính sách..... 10
Hồ Trọng Phúc, Trương Tấn Quân, Phạm Xuân Hùng, Hoàng Thị Liễu
- Các nhân tố ảnh hưởng đến quyết định trồng rau VietGAP tại vùng Kinh tế trọng điểm miền Trung..... 29
Tống Thị Hải Hạnh, Hoàng Hồng Hiệp
- Chất lượng điều hành kinh tế với phát triển hệ thống doanh nghiệp vùng Kinh tế trọng điểm miền Trung 39
Châu Ngọc Hoè
- Phát triển khu kinh tế, khu công nghiệp tạo nguồn hàng cho phát triển dịch vụ logistics tại tỉnh Quảng Nam 48
Phan Thị Sông Thương, Hồ Thị Kim Thùy, Nguyễn Hữu Thanh, Nguyễn Tất Trường
- Tác động của trải nghiệm khách hàng trực tuyến đến ý định mua lặp lại của khách hàng tại thành phố Huế 59
Lê Ngọc Anh Vũ
- Tình trạng việc làm của lao động nữ nông thôn huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế 73
Dương Thị Dung Hạnh, Nguyễn Thị Thanh Thảo
- Khám phá mối quan hệ giữa văn hóa tổ chức và sự gắn kết nhân viên: Nghiên cứu định tính về ngành ngân hàng..... 81
Tô Phước Hải, Trương Minh Ký
- Tình hình xây dựng, trùng tu đình làng xứ Quảng qua các thời kì lịch sử..... 93
Lê Xuân Thông
- Chúa Tiên Nguyễn Hoàng với vùng đất Duy Xuyên..... 105
Ngô Văn Minh
- Tiến trình phát triển, phục dựng và phát huy nghệ thuật Bài Chòi tỉnh Khánh Hòa trong xã hội đương đại 112
Nguyễn Thị Thanh Xuyên, Ngô Đức Chí, Hoàng Thị Thu Hương
- Một số khó khăn, thách thức đặt ra trong phát huy ý chí tự lực, tự cường của đồng bào dân tộc thiểu số hiện nay 127
Nguyễn Văn Thắng
- Biến đổi cấu trúc gia đình người Chăm Balamôn trong quá trình hội nhập..... 135
Võ Văn Dũng
- Vẻ đẹp thị giác trong thơ Nôm Hồ Xuân Hương..... 142
Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Phạm Văn Hoá

Giấy phép xuất bản số 81/GP-BTTTT cấp ngày 01 tháng 04 năm 2024

Chế bản điện tử tại Viện Khoa học xã hội vùng Trung Bộ; In 100 cuốn khổ 19 x 27cm; Số 02 năm 2024.

In tại Công ty TNHH in Trùng Khoa, số 28 đường Nguyễn Chí Thanh, phường Thạch Thang, quận Hải Châu, thành phố Đà Nẵng, Việt Nam. Nộp lưu chiếu tháng 6/2024.

CVRSS

Central Vietnamese Review of Social Sciences

ISSN 1859 – 2635

Quarterly Review

No. 02, 2024

The 17th Year

Contents

1. Discussing the current legal dissemination and education on environmental protection in localities.....**3**
Tran Minh Duc, Nguyen Hoang Yen
 2. Forecasting greenhouse gas emissions in Vietnam by 2030 and policy implications..... **10**
Ho Trong Phuc, Truong Tan Quan, Pham Xuan Hung, Hoang Thi Lieu
 3. Factors influencing farmers' decisions to adopt VietGAP in vegetable production in the Central key economic region.....**29**
Tong Thi Hai Hanh, Hoang Hong Hiep
 4. The impact of local economic governance quality on the development of the enterprise system in the Central key economic region.....**39**
Chau Ngoc Hoe
 5. Developing economic zones and industrial parks to generate sources of goods for logistics service growth in Quang Nam province**48**
Phan Thi Song Thuong, Ho Thi Kim Thuy, Nguyen Huu Thanh, Nguyen Tat Truong
 6. The impact of online customer experience on customers' repurchase intention in Hue city ...**59**
Le Ngoc Anh Vu
 7. Rural female workers' employment status in Phu Vang district, Thua Thien Hue province.....**73**
Duong Thi Dung Hanh, Nguyen Thi Thanh Thao
 8. The relationship between organizational culture and employee engagement: A qualitative study on the banking industry.....**81**
To Phuoc Hai, Truong Minh Ky
 9. The construction and restoration of communal houses in the Quang region during historical periods.....**93**
Le Xuan Thong
 10. The first Lord Nguyen Hoang and the land of Duy Xuyen..... **105**
Ngo Van Minh
 11. The process of developing, restoring, and promoting the art of Bai Choi in Khanh Hoa province in the contemporary society **112**
Nguyen Thi Thanh Xuyen, Ngo Duc Chi, Hoang Thi Thu Huong
 12. Difficulties and challenges in promoting the will of self-reliance and resilience among ethnic minorities in the current context..... **127**
Nguyen Van Thang
 13. Changes in family structure of Cham Brahman in the integration process **135**
Vo Van Dung
 14. Visual beauty in Ho Xuan Huong's Nom poetry..... **142**
Nguyen Thi Hong Hanh, Pham Van Hoa
-

Dự báo phát thải khí nhà kính ở Việt Nam đến năm 2030 và hàm ý chính sách

**Hồ Trọng Phúc, Trương Tấn Quân,
Phạm Xuân Hùng, Hoàng Thị Liễu**
Trường Đại học Kinh tế, Đại học Huế
Email liên hệ: ttquan@hueuni.edu.vn

Tóm tắt: Trong nỗ lực cắt giảm phát thải khí nhà kính (KNK) để đạt mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050, Chính phủ Việt Nam đã có nhiều chính sách và cách thức tiếp cận để chuyển đổi mô hình tăng trưởng kinh tế gắn với giảm phát thải KNK. Tuy nhiên, số liệu thống kê cho thấy lượng phát thải KNK ở Việt Nam vẫn có xu hướng tăng, điều này đặt ra thách thức cho Chính phủ Việt Nam và cần có thông tin dự báo xu hướng phát thải để hoạch định lại chiến lược cắt giảm phát thải KNK cho các thập kỷ tới. Nghiên cứu này dự báo lượng phát thải KNK ở Việt Nam đến năm 2030 sử dụng mô hình ARIMA và dữ liệu chuỗi thời gian giai đoạn 1970–2022 được tổng hợp từ nguồn EDGAR. Kết quả dự báo cho thấy rằng lượng phát thải KNK được dự báo tăng từ 489,16 MtCO₂eq năm 2022 lên 635,57 MtCO₂eq năm 2030, với mức tăng trưởng bình quân 3,33%/năm. Nghiên cứu chỉ ra rằng sự tăng trưởng và chuyển dịch cơ cấu phát thải KNK gắn liền với quá trình chuyển dịch cơ cấu kinh tế của Việt Nam từ ngành nông nghiệp sang ngành công nghiệp. Nghiên cứu đề xuất rằng Chính phủ Việt Nam cần thực hiện mạnh mẽ hơn các chính sách trong việc chuyển đổi mô hình tăng trưởng, chuyển dịch cơ cấu kinh tế gắn với giảm phát thải khí nhà kính để có thể đạt mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050, đặc biệt cần tập trung cắt giảm phát thải KNK ở các ngành công nghiệp và giao thông vận tải.

Từ khóa: dự báo, mô hình ARIMA, phát thải khí nhà kính, Việt Nam

Forecasting greenhouse gas emissions in Vietnam by 2030 and policy implications

Abstract: In an effort to reduce greenhouse gas (GHG) emissions to achieve net zero emissions by 2050, the Vietnamese government has implemented numerous policies and approaches to transform the economic growth model associated with the reduction in GHG emissions. However, statistics show that GHG emissions in Vietnam still increase, which poses a challenge for the Vietnamese government and requires GHG emissions forecasts to re-plan strategies for GHG emission reduction for the next decades. This study forecasts GHG emissions in Vietnam by 2030 using the ARIMA model and time series data over the period 1970–2022 compiled from EDGAR. The results indicate that GHG emissions are projected to increase from 489.16 MtCO₂eq in 2022 to 635.57 MtCO₂eq in 2030, with an average annual growth rate of 3.33%. The findings reveal that GHG emissions' growth and structural transformation are associated with Vietnam's economic structural transformation from the agriculture sector to the industry sector. The study suggests that the Vietnamese government needs to more strongly implement policies in transforming the economic growth model and structure associated with reducing GHG emissions to achieve the net zero target by 2050, especially focusing on reducing GHG emissions in the industry and transportation sectors.

Keywords: forecasting, ARIMA model, GHG emissions, Vietnam

Ngày nhận bài: 04/5/2024 **Ngày phản biện:** 07/5/2024 **Ngày duyệt đăng:** 10/6/2024

1. Đặt vấn đề

Sự ấm lên toàn cầu dẫn tới sự biến đổi khí hậu đã và đang ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến hoạt động sản xuất và sinh sống của con người trên toàn thế giới. Nguyên nhân gây ra sự ấm lên toàn cầu là do sự gia tăng nồng độ khí nhà kính (Greenhouse gases – GHG) phát thải từ các hoạt động của con người, trong đó có ba loại khí chính, bao gồm khí mê-tan (CH₄),

khí nitơ oxit (N_2O) và khí cacbonic (CO_2) (IPCC 1992; 1995; 2001; 2007; 2014; 2022). Nguồn phát thải khí nhà kính liên quan đến hoạt động của con người được phân theo năm nhóm ngành chính, bao gồm có hệ thống năng lượng (energy systems), công nghiệp (industry), xây dựng (buildings), giao thông (transport), và nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất khác (agriculture, forestry and other land uses – AFOLU) (IPCC 2014; 2019; Lamb & cs. 2021). Số liệu quan sát cho thấy, nhiệt độ trung bình của không khí trên bề mặt trái đất tăng khoảng 0,3–0,6°C cuối thế kỷ 19 (IPCC 1995), tăng lên 0,87°C (với khoảng 0,75°C–0,99°C) trong thập kỷ 2006–2015, và được dự báo tiếp tục tăng ở mức 0,2°C (với khoảng 0,1°C–0,3°C) cho mỗi thập kỷ do sự phát thải khí nhà kính (IPCC 2022).

Để kiểm soát sự ấm lên toàn cầu và giảm thiểu tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu, Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) được thành lập vào năm 1988 bởi Tổ chức Khí tượng Thế giới (World Meteorological Organization – WMO) và Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (United Nations Environment Programme – UNEP) dưới sự chủ trì của giáo sư Bert Bolin (IPCC 1992). IPCC gồm có ba nhóm làm việc để đánh giá các thông tin khoa học liên quan đến biến đổi khí hậu (Working Group I), đánh giá tác động môi trường và kinh tế – xã hội do biến đổi khí hậu (Working Group II), và xây dựng các chiến lược ứng phó (Working Group III). Kể từ khi thành lập, IPCC đã có sáu báo cáo tổng hợp về biến đổi khí hậu (IPCC 1992; 1995; 2001; 2007; 2014; 2023). Các đánh giá tổng hợp của IPCC đã đóng một vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ các chính phủ ứng dụng và thực hiện các chính sách ứng phó với biến đổi khí hậu (IPCC 2007). Gần đây, IPCC (2022) đã tiến hành đánh giá, dự báo mức độ tác động của biến đổi khí hậu và thảo luận về chiến lược cắt giảm phát thải khí nhà kính trước năm 2030 để duy trì sự ấm lên toàn cầu ở mức dưới 1,5°C cho các thập kỷ tới.

Trong chiến lược tăng trưởng và phát triển kinh tế, Chính phủ Việt Nam đã đặt mục tiêu và cam kết đạt phát thải khí nhà kính ròng bằng 0 vào năm 2050. Điều này đã được cụ thể hoá bằng Quyết định số 896/QĐ–TTg của Thủ tướng Chính phủ ký ngày 26 tháng 7 năm 2022 về phê duyệt “Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn đến năm 2050” (VGP 2022) và đã đặt mục tiêu “phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050, trong đó đến năm 2030 đảm bảo tổng lượng phát thải khí nhà kính quốc gia giảm 43,5% so với kịch bản phát triển thông thường (BAU). Cụ thể, lĩnh vực năng lượng giảm 32,6%, lượng phát thải không vượt quá 457 triệu tấn khí cacbonic tương đương ($MtCO_2eq$); lĩnh vực nông nghiệp giảm 43,0%, lượng phát thải không vượt quá 64 $MtCO_2eq$; lĩnh vực lâm nghiệp, sử dụng đất giảm 70% lượng phát thải và tăng 20% lượng hấp thụ cacbon, tổng lượng phát thải và hấp thụ đạt ít nhất $-95 MtCO_2eq$; lĩnh vực chất thải giảm 60,7%, lượng phát thải không vượt quá 18 $MtCO_2eq$; lĩnh vực các quá trình công nghiệp giảm 38,3%, lượng phát thải không vượt quá 86 $MtCO_2eq$. Các cơ sở có mức phát thải khí nhà kính hằng năm từ 2.000 tấn CO_2eq trở lên phải thực hiện giảm phát thải khí nhà kính”. Tuy nhiên, số liệu thống kê cho thấy trong những năm gần đây lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam có xu hướng tăng lên. Điều này đặt ra thách thức cho Chính phủ Việt Nam và yêu cầu cần có thông tin dự báo về lượng phát thải khí nhà kính để hoạch định lại chiến lược cắt giảm phát thải khí nhà kính cho các thập kỷ tới.

Đã có một số nghiên cứu liên quan đến thực trạng và giải pháp lượng phát thải khí nhà kính của Việt Nam (Hiếu & Nam 2021). Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào tiến hành nghiên cứu về nguồn phát thải khí nhà kính, phân tích cơ cấu phát thải và dự báo xu hướng phát thải trong tương lai. Do đó, nghiên cứu này tiến hành phân tích và dự báo phát thải khí nhà kính của Việt Nam đến năm 2030 sử dụng mô hình dự báo trung bình trượt tích hợp tự hồi quy (ARIMA). Mô hình ARIMA được áp dụng rộng rãi để dự báo chuỗi dữ liệu thời gian. Một số nghiên cứu áp dụng mô hình ARIMA để dự báo phát thải khí nhà kính ở một số quốc gia trên thế giới (Pao & Tsai 2011; Sen & cs. 2016; Hossain & cs. 2017; Li & Li 2017; Rahman & Hasan 2017; Sutthichaimethee & Ariyasajakorn 2017; Deepa & Vijayasree 2019; Li & cs. 2019; Nyoni & Mutongi 2019; Wang & cs. 2020; Ning & cs. 2021; Tudor & Sova 2021; Kour 2023; Sharma & cs. 2023; Wen & cs. 2023).

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp dự báo với mô hình ARIMA

Hiện nay, có năm cách tiếp cận để dự báo kinh tế dựa trên dữ liệu chuỗi thời gian, bao gồm: (1) phương pháp làm trơn hàm mũ (Exponential smoothing method), (2) các mô hình hồi quy đơn phương trình (Single-equation regression models), (3) các mô hình hồi quy phương trình đồng thời (Simultaneous-equation regression models), (4) các mô hình tự hồi quy tích hợp trung bình trượt (AutoRegressive Integrated Moving Average – ARIMA models), và (5) các mô hình tự hồi quy véctơ (Vector AutoRegressive models) (Gujarati & Porter 2022). Trong đó, mô hình ARIMA được sử dụng rộng rãi trong dữ báo chuỗi dữ liệu thời gian (Hyndman & Athanasopoulos 2021; Petropoulos & cs. 2022). Trong nghiên cứu này, chúng tôi áp dụng mô hình ARIMA để dự báo lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam đến năm 2030.

Phương pháp dự báo bằng mô hình ARIMA, giới thiệu bởi Box & Jenkins (1970), được áp dụng phổ biến để dự báo dữ liệu chuỗi thời gian. Chức năng của mô hình ARIMA là giải thích sự tự tương quan trong chuỗi dữ liệu nghiên cứu (Hyndman & Athanasopoulos 2021; Petropoulos & cs. 2022). Bản chất của mô hình ARIMA chính là sự tích hợp ($I(d)$) của quá trình tự hồi quy ($AR(p)$) và quá trình trung bình trượt ($MA(q)$), và được gọi là mô hình trung bình trượt tích hợp tự hồi quy. Phương trình của mô hình ARIMA(p,d,q) được thể hiện dưới dạng tổng quát như sau (Hyndman & Athanasopoulos 2021):

$$y'_t = c + \phi_1 y'_{t-1} + \dots + \phi_p y'_{t-p} + \theta \varepsilon_{t-1} \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (1)$$

trong đó, y'_t ký hiệu là chuỗi dữ liệu hạ bậc, các giá trị y'_{t-p} và ε_{t-q} ký hiệu lần lượt là các giá trị trễ của biến y'_t và ε_t . p là bậc tự hồi quy, d là bậc hạ bậc, và q là bậc trung bình trượt.

Công thức (1) được diễn đạt dưới dạng ký hiệu dịch chuỗi lùi (backshift notation) như sau:

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) (1 - B)^d y_t = c + (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (2)$$

trong đó, $(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$ là quá trình tự hồi quy bậc p ($AR(p)$); $(1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q)$ là quá trình trung bình trượt bậc q ($MA(q)$); $(1 - B)^d y_t$ là sai phân bậc thứ d của chuỗi quan sát y_t ; B là toán tử lùi: $B y_t = y_{t-1}$, $B^m y_t = y_{t-m}$, $y_t - y_{t-1} = (1 - B)y_t$; và ε_t là nhiễu trắng.

Quy trình ước lượng mô hình ARIMA được trình bày chi tiết trong nghiên cứu của Hyndman & Athanasopoulos (2021). Nghiên cứu này sử dụng gói *forecast* trong phần mềm R của Hyndman & Athanasopoulos (2021) để ước lượng mô hình ARIMA. Cách tiếp cận này đã được áp dụng trong nghiên cứu thực nghiệm của Phúc & Hùng (2023); Phúc & cs. (2023); Phúc & Hùng (2024). Trong gói *forecast* của Hyndman & Athanasopoulos (2021), công thức (2) được viết lại như sau:

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) (y'_t - \mu) = (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (3)$$

trong đó, $y'_t = (1 - B)^d y_t$ và μ là giá trị trung bình của y'_t . Để chuyển đổi qua công thức (3), chúng ta đặt $c = \mu(1 - \phi_1 - \dots - \phi_p)$.

2.2. Dữ liệu

Nguồn dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu này được tổng hợp từ Cơ sở dữ liệu phát thải cho nghiên cứu khí quyển toàn cầu (EDGAR) của Ủy ban Châu Âu giai đoạn 1970–2022 được công bố năm 2023 (EDGAR 2023). Theo EDGAR (2023) dữ liệu được tổng hợp bao gồm: tổng lượng phát thải khí nhà kính, (ký hiệu là GHGE và đơn vị đo lường là triệu tấn CO₂ tương đương (MtCO₂eq/năm), bao gồm khí CO₂ (fossil only), CH₄, N₂O và khí F. Tổng lượng phát thải khí nhà kính được tổng hợp bằng cách sử dụng giá trị tiềm năng ấm lên toàn cầu (Global Warming Potential – GWP values) từ IPCC AR5 (GWP–100 AR5). Khí nhà kính phân theo loại khí gồm có khí cacbonic (CO₂), mê-tan (CH₄), nitơ oxit (N₂O), và khí F. Trong nghiên cứu này, chúng tôi chỉ nghiên cứu 3 loại khí chính là CO₂, CH₄ và N₂O. Trong đó, khí cacbonic ký hiệu là CO₂, đơn vị đo lường là MtCO₂/năm; khí mê-tan ký hiệu là CH₄, đơn vị đo lường là MtCO₂eq/năm; và khí nitơ oxit ký hiệu là N₂O, đơn vị đo lường là MtCO₂eq/năm. Khí nhà kính phân theo nguồn phát thải gồm có nông nghiệp (Agriculture), xây

dựng (Buildings), khai thác dầu khí (Fuel exploitation), đốt cháy công nghiệp (Industrial combustion), công nghiệp năng lượng (Power industry), công nghiệp chế biến (Processes), giao thông (Transport) và rác thải (Waste). Định nghĩa biến, mã hoá biến, đơn vị tính và nội dung đo lường của các biến sử dụng trong nghiên cứu này được trình bày chi tiết ở Bảng 1.

Bảng 1: Định nghĩa các biến sử dụng trong mô hình

STT	Tên biến	Mã hóa biến	Đơn vị tính	Nội dung đo lường
1	Tổng phát thải khí nhà kính	GHGE	MtCO ₂ eq/năm	Phát thải khí nhà kính gồm khí CO ₂ (fossil only), CH ₄ , N ₂ O và khí F. Chúng được tổng hợp bằng cách sử dụng giá trị tiềm năng ấm lên toàn cầu (Global Warming Potential values) từ IPCC AR5 (GWP-100 AR5).
2	<i>Phân theo loại khí</i>			
2.1	Khí cacbonic	CO ₂	MtCO ₂ /năm	Khí CO ₂ (fossil only)
2.2	Khí metan	CH ₄	MtCO ₂ eq/năm	Lượng khí CH ₄ phát thải từ các nguồn.
2.3	Khí nitơ oxit	N ₂ O	MtCO ₂ eq/năm	Lượng khí N ₂ O phát thải từ các nguồn.
3	<i>Phân theo nguồn phát thải</i>			
3.1	Nông nghiệp	Agriculture	MtCO ₂ eq/năm	Phát thải trong nông nghiệp bao gồm phát thải từ đất nông nghiệp (Agricultural soils), đốt phụ phẩm cây trồng (crop residues burning), quá trình lên men hệ thống tiêu hoá trong chăn nuôi (enteric fermentation), quản lý phân bón (manure management), và phát thải gián tiếp khí N ₂ O từ ngành nông nghiệp.
3.2	Xây dựng	Buildings	MtCO ₂ eq/năm	Phát thải từ xây dựng bao gồm từ hoạt động đốt cháy cố định phi công nghiệp quy mô nhỏ.
3.3	Khắc thác dầu	Fuel	MtCO ₂ eq/năm	Phát thải khí nhà kính từ khai thác dầu khí bao gồm từ hoạt động sản xuất, chuyển đổi và tinh chế nhiên liệu.
3.4	Đốt cháy công nghiệp	Industrial combustion	MtCO ₂ eq/năm	Phát thải từ đốt cháy công nghiệp bao gồm từ việc đốt cháy cho sản xuất công nghiệp.
3.5	Công nghiệp năng lượng	Power industry	MtCO ₂ eq/năm	Phát thải từ các nhà máy sản xuất điện và nhiệt điện.
3.6	Chế biến	Processes	MtCO ₂ eq/năm	Phát thải từ ngành công nghiệp chế biến (ví dụ: phát thải từ sản xuất xi măng, sắt thép, nhôm, hoá chất, dung môi).
3.7	Giao thông	Transport	MtCO ₂ eq/năm	Khí thải phát ra từ đốt cháy động cơ di động của hệ thống giao thông (gồm đường bộ, đường sắt, đường thủy và hàng không).

STT	Tên biến	Mã hóa biến	Đơn vị tính	Nội dung đo lường
3.8	Rác thải	Waste	MtCO ₂ eq/ năm	Khí thải phát ra từ xử lý chất thải rắn và xử lý nước thải.

Lưu ý: Theo giá trị GWP 100 năm trong Báo cáo đánh giá của IPCC lần thứ năm (GWP-100 AR5), hệ số quy đổi các khí nhà kính qua khí cacbonic tương đương là: CO₂ = 1, CH₄ = 28, và N₂O = 265 (IPCC 2014).

Nguồn: EDGAR (2023)

Lượng phát thải khí nhà kính của Việt Nam giai đoạn 1970–2022 và tốc độ tăng trưởng bình quân hàng năm của từng giai đoạn 10 năm phân theo loại khí nhà kính và nguồn phát thải được thể hiện ở Bảng 2 và Bảng 3. Kết quả cho thấy, tổng lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam có xu hướng tăng qua giai đoạn 1970–2020, đặc biệt tăng nhanh giai đoạn 1990–2020. Cụ thể, lượng phát thải khí nhà kính tăng từ 94,25 MtCO₂eq năm 1970 lên 499,45 MtCO₂eq năm 2020; trong đó, tốc độ tăng trưởng bình quân hàng năm giai đoạn 1970–1980 chỉ 0,51%/năm, giai đoạn 1980–1990 tăng lên 1,23%/năm, nhưng giai đoạn 1990–2000 tăng mạnh lên bình quân 4,56%/năm, giai đoạn 2000–2010 có mức tăng trưởng bình quân cao nhất 5,58%/năm, giai đoạn 2010–2020 có giảm nhưng tốc độ tăng trưởng vẫn còn cao, 4,92%/năm. Tuy nhiên, từ năm 2020 đến năm 2022, tổng lượng phát thải khí nhà kính có xu hướng giảm xuống còn 489,16 MtCO₂eq và ghi nhận mức tăng trưởng âm (–1,04%/năm), điều này có thể hai năm này do ảnh hưởng của Covi-19 nên các hoạt động sản xuất và tiêu dùng sụt giảm nên lượng phát thải khí nhà kính cũng giảm.

Về cơ cấu phát thải khí nhà kính theo loại khí, chúng ta thấy rằng lượng khí nhà kính phát thải chủ yếu ở Việt Nam là khí CO₂ và CH₄, và có sự chuyển dịch cơ cấu phát thải từ khí CH₄ là chính sang khí CO₂ qua giai đoạn 1970–2022. Cụ thể, năm 1970 tỷ trọng khí CH₄ chiếm tới 76,09%, theo sau là khí CO₂ chiếm 18,58% và khí N₂O chiếm 5,33%; nhưng năm 2022 khí CO₂ tăng lên chiếm 67,03%, theo sau là khí CH₄ chiếm 27,05% và khí N₂O chiếm 3,92%. Số liệu Bảng 3 ghi nhận mức tăng trưởng bình quân hàng năm tương đối cao (trên 8%/năm) của khí CO₂ giai đoạn 1990–2020. Sự chuyển dịch cơ cấu phát thải này là do quá trình chuyển dịch cơ cấu ngành kinh tế của Việt Nam từ nông nghiệp là chính chuyển sang ngành công nghiệp.

Bảng 2: Lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam, giai đoạn 1970–2022

Biến	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2022
GHGE	94,25	99,13	112,02	174,90	308,86	499,45	489,16
<i>Phân theo loại khí</i>							
CO ₂	17,51	16,27	20,58	56,56	156,76	343,18	327,91
CH ₄	71,72	77,30	82,36	101,19	130,43	128,22	132,34
N ₂ O	5,03	5,56	9,08	16,31	18,74	20,35	19,20
<i>Phân theo nguồn phát thải</i>							
Agriculture	63,88	66,28	70,13	84,37	93,41	90,53	88,41
Buildings	14,47	7,00	6,33	12,01	17,51	16,36	16,37
Fuel exploitation	2,03	3,17	5,07	14,41	30,68	28,51	32,42
Industrial combustion	0,15	5,50	5,93	14,80	42,05	92,78	86,73
Power industry	1,95	3,73	4,90	11,53	41,63	151,53	132,02
Process	1,03	1,36	2,66	9,27	27,55	47,17	56,50
Transport	2,86	2,02	4,25	10,77	31,66	37,16	38,18
Waste	7,89	10,06	12,76	16,90	21,44	27,72	28,82

Nguồn: EDGAR (2023)

Xét theo nguồn phát thải, chúng ta cũng thấy rằng nguồn phát thải khí nhà kính ở Việt Nam chủ yếu đến từ ngành nông nghiệp và công nghiệp. Qua giai đoạn 1970–2022, lượng phát thải khí nhà kính cũng có sự chuyển dịch từ ngành nông nghiệp sang nhóm ngành công nghiệp (gồm công nghiệp năng lượng, đốt cháy công nghiệp và công nghiệp chế biến) gắn liền với sự chuyển dịch cơ cấu ngành kinh tế. Cụ thể năm 1970, tổng lượng phát thải khí nhà kính từ ngành nông nghiệp chiếm tới 67,78% và nhóm ngành công nghiệp chỉ chiếm 3,32%; nhưng đến năm 2022 lượng phát thải khí nhà kính từ ngành nông nghiệp giảm xuống chỉ chiếm 18,07%, trong khi đó phát thải khí nhà kính từ nhóm ngành công nghiệp tăng lên chiếm 56,27%. Điều này cũng có thể dễ dàng nhận thấy tốc độ tăng trưởng bình quân hàng năm của khí nhà kính phát thải từ các ngành thuộc nhóm ngành công nghiệp tương đối cao (Bảng 3), đặc biệt là giai đoạn 1990–2020 (từ 5%–13,79%/năm).

Bảng 3: Tăng trưởng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam qua các giai đoạn

Biến	g_{1970–1980}	g_{1980–1990}	g_{1990–2000}	g_{2000–2010}	g_{2010–2020}	g_{2020–2022}
GHGE	0,51	1,23	4,56	5,85	4,92	-1,04
<i>Phân theo loại khí</i>						
CO ₂	-0,73	2,38	10,64	10,73	8,15	-2,25
CH ₄	0,75	0,64	2,08	2,57	-0,17	1,59
N ₂ O	1,01	5,02	6,04	1,40	0,83	-2,87
<i>Phân theo nguồn phát thải</i>						
Agriculture	0,37	0,57	1,87	1,02	-0,31	-1,18
Buildings	-7,00	-1,00	6,61	3,84	-0,68	0,03
Fuel exploitation	4,57	4,82	11,01	7,85	-0,73	6,64
Industrial combustion	43,23	0,74	9,58	11,01	8,24	-3,32
Power industry	6,71	2,77	8,94	13,70	13,79	-6,66
Process	2,82	6,94	13,31	11,51	5,53	9,44
Transport	-3,41	7,72	9,74	11,39	1,61	1,37
Waste	2,46	2,40	2,85	2,41	2,60	1,96

Nguồn: EDGAR (2023)

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Kiểm tra chuỗi dữ liệu

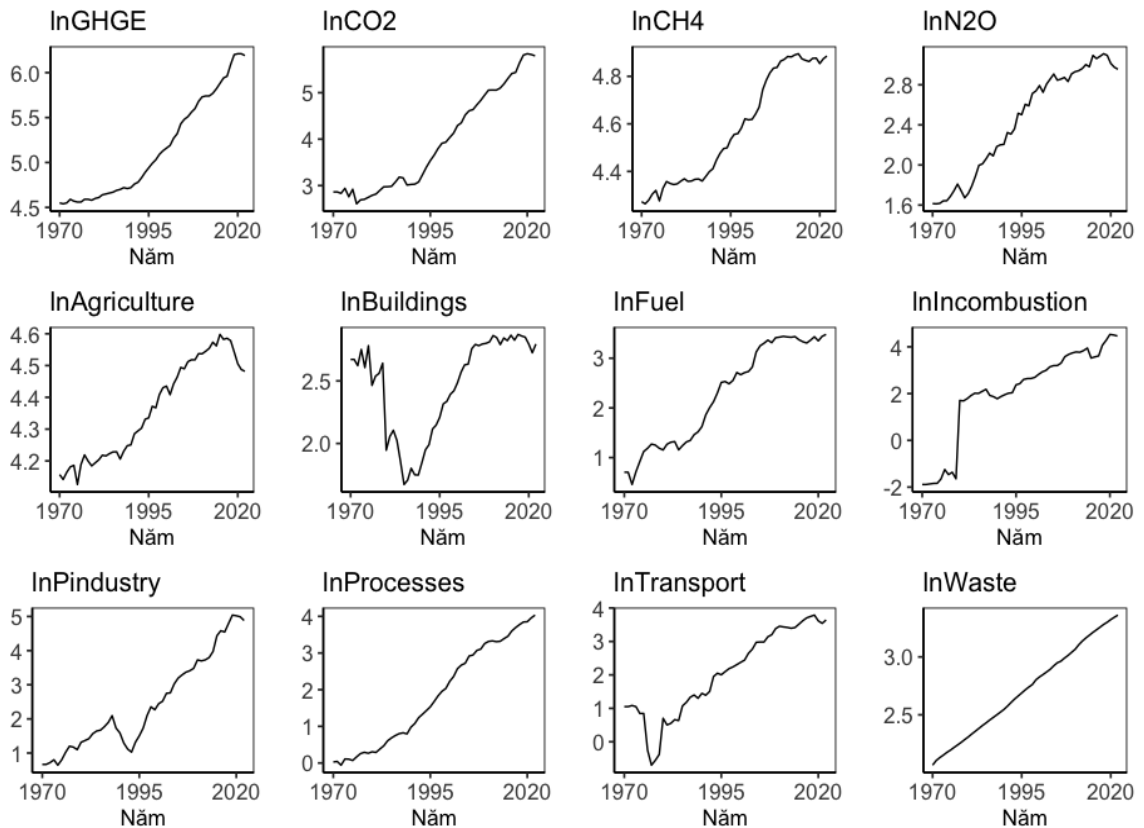
Các biến trước khi đưa vào mô hình dự báo đã được lấy giá trị logarit, bởi vì dữ liệu về phát thải khí nhà kính thay đổi theo cấp số nhân qua thời gian với biến động tăng mạnh. Việc lấy giá trị logarit giúp loại bỏ xu hướng tuyến tính của dữ liệu, tăng tính ổn định của dữ liệu chuỗi thời gian (Nam & Thảo 2020). Thống kê mô tả các chuỗi dữ liệu sử dụng trong mô hình dự báo được thể hiện ở Bảng 4. Điều kiện đối với chuỗi dữ liệu sử dụng trong mô hình ARIMA phải là chuỗi dừng, do đó chúng tôi đã tiến hành kiểm tra xem các chuỗi dữ liệu này có dừng hay không. Để kiểm tra tính dừng của chuỗi dữ liệu, chúng ta có thể biểu diễn chuỗi dữ liệu lên đồ thị và sử dụng các kiểm định. Hai kiểm định phổ biến được dùng là: Augmented Dicjkey–Fuller (ADF) và Perron–Phillips (PP), hay còn được gọi là kiểm định đơn vị (unit root test).

Bảng 4: Thống kê mô tả các chuỗi dữ liệu

Biến	N	Mean	SD	Min	Max	p50	Skewness	Kurtosis
lnGHGE	53	5,15	0,56	4,54	6,21	4,99	0,53	1,84
<i>Phân theo loại khí</i>								
lnCO ₂	53	3,92	1,07	2,61	5,84	3,66	0,42	1,68

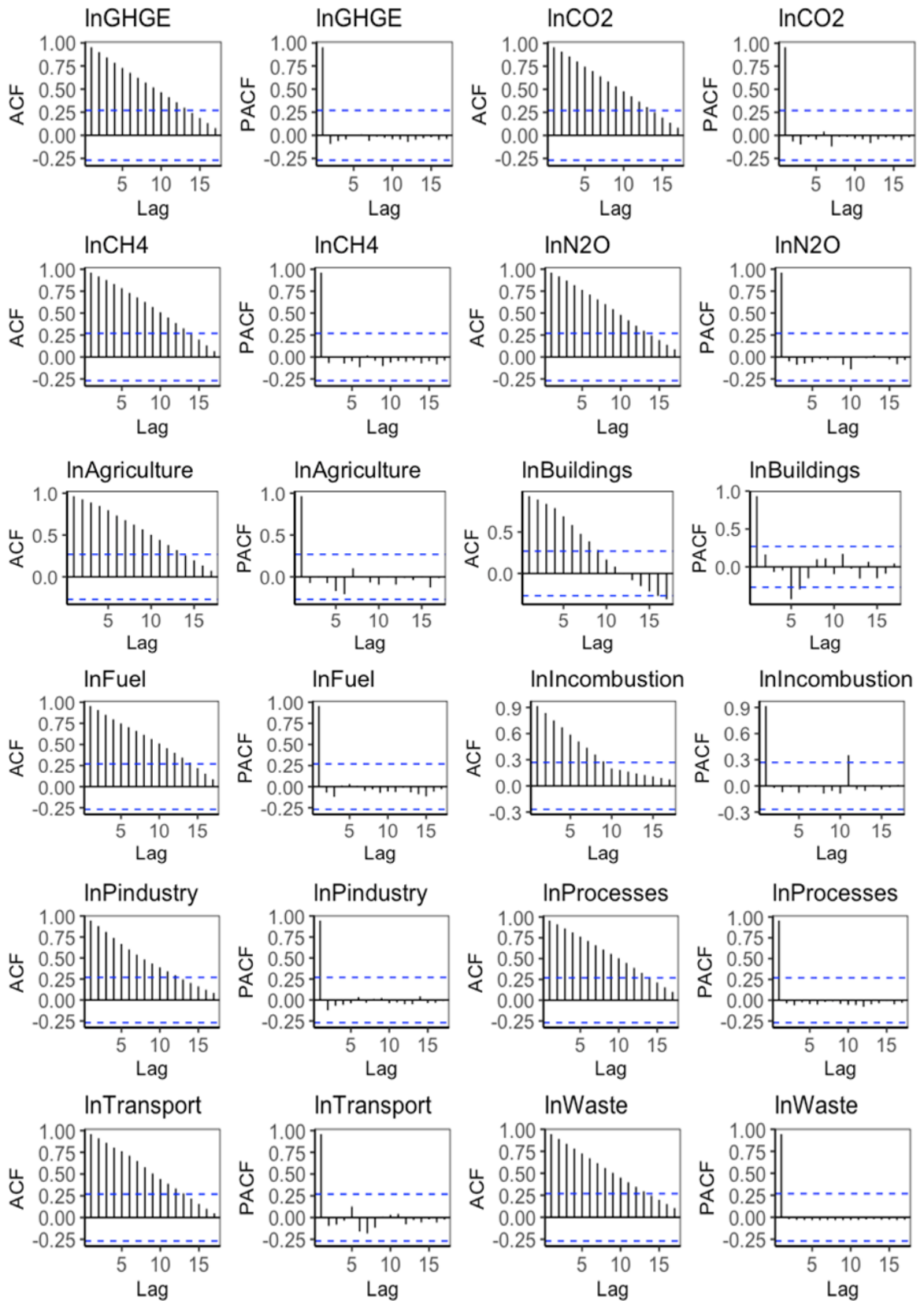
Biến	N	Mean	SD	Min	Max	p50	Skewness	Kurtosis
lnCH ₄	53	4,58	0,23	4,26	4,89	4,56	0,17	1,40
lnN ₂ O	53	2,44	0,52	1,61	3,11	2,59	-0,32	1,56
<i>Phân theo nguồn phát thải</i>								
lnAgriculture	53	4,36	0,15	4,13	4,60	4,37	0,05	1,44
lnBuildings	53	2,46	0,39	1,67	2,87	2,62	-0,70	2,05
lnFuel	53	2,27	1,00	0,46	3,48	2,51	-0,18	1,47
lnIncombustion	53	2,04	1,98	-1,89	4,53	2,43	-0,99	2,79
lnPindustry	53	2,43	1,38	0,65	5,04	2,09	0,51	1,97
lnProcess	53	1,83	1,38	-0,06	4,03	1,68	0,13	1,48
lnTransport	53	2,03	1,28	-0,70	3,79	2,10	-0,30	2,02
lnWaste	53	2,72	0,39	2,07	3,36	2,72	0,03	1,76

Nguồn: EDGAR (2023)



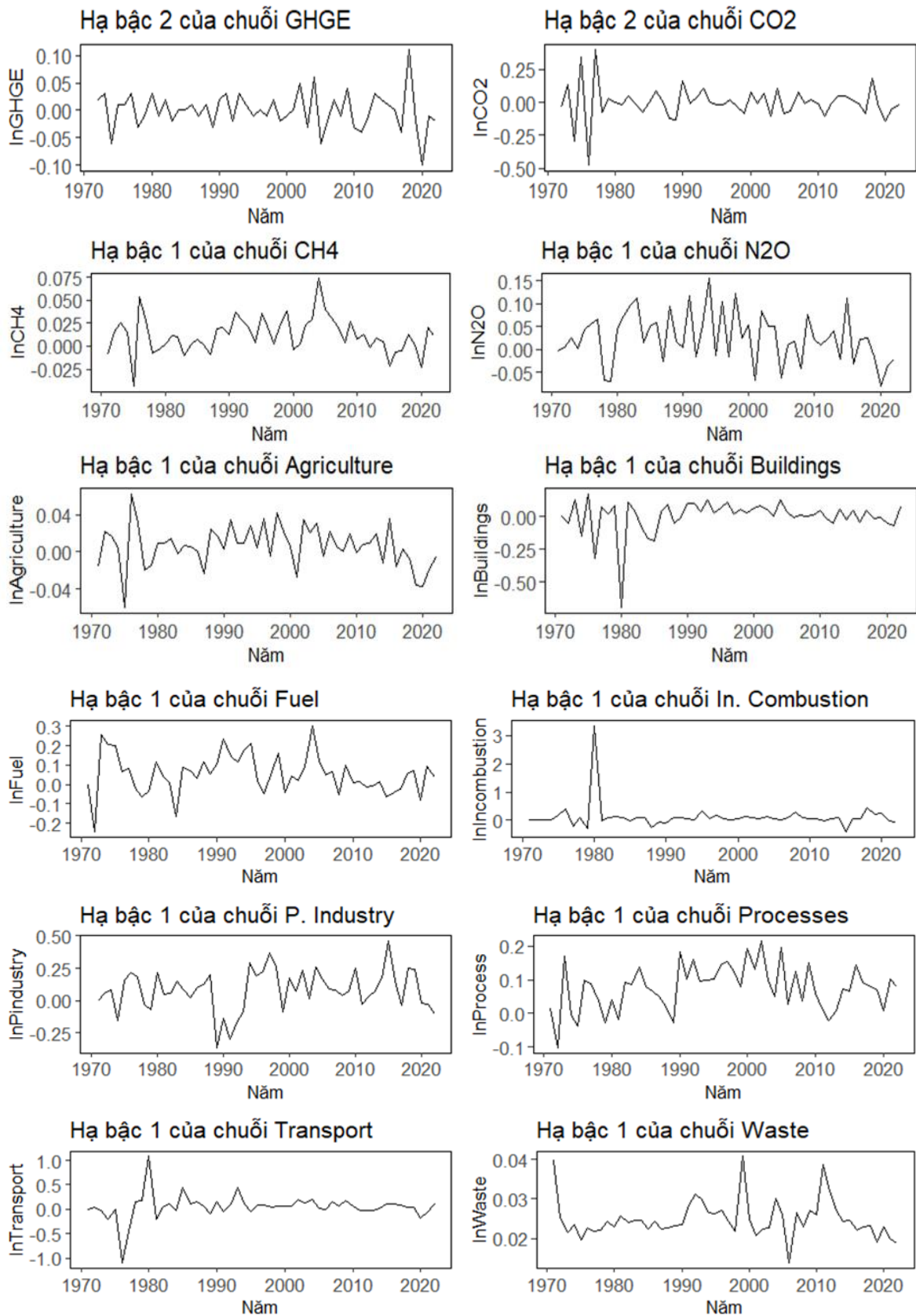
Hình 1: Lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam, giai đoạn 1970–2022

Nguồn: EDGAR (2023)



Hình 2: Biểu đồ ACF và PACF của các chuỗi dữ liệu

Nguồn: EDGAR (2023)



Hình 3: Biểu đồ sai phân của các chuỗi dữ liệu

Nguồn: EDGAR (2023)

Hình 1 và Hình 2 cho thấy các chuỗi dữ liệu không dừng. Kết quả kiểm định ADF và PP cũng cho thấy kết quả kiểm định ADF và PP với giá trị p -value lớn hơn 5%, tức là chúng ta không thể bác bỏ giả thiết H_0 : Chuỗi dữ liệu có nghiệm đơn vị, đồng nghĩa là các chuỗi dữ liệu hiện tại không dừng. Để khắc phục điều này, chúng tôi tiến hành lần lượt lấy sai phân bậc 1 và 2, và tiến hành kiểm tra lại với kiểm định ADF và PP. Kết quả kiểm định cho thấy rằng các chuỗi dữ liệu đều dừng ở sai phân bậc 1 dừng, ngoại trừ chuỗi GHGE và chuỗi CO₂ dừng ở sai phân bậc 2, tức là các chuỗi dữ liệu này thỏa mãn điều kiện để ước lượng mô hình. Kết quả này cũng thể hiện rõ ở Hình 3.

3.2. Xác định mô hình ARIMA(p,d,q) phù hợp

Việc xác định mô hình tối ưu chính là xác định các giá trị p , d và q phù hợp cho mô hình ARIMA. Thông thường, các giá trị p , q được xác định dựa vào biểu đồ hệ số tự tương quan (ACF) và bảng hệ số tự tương quan từng phần (PACF). Tuy nhiên, việc xác định thủ công gặp nhiều khó khăn và dễ bỏ sót các mô hình trong việc kết hợp các giá trị p , d và q . Để khắc phục vấn đề này, chúng tôi sử dụng hàm *auto.arima()* của gói *forecast* trong phần mềm R để xác định mô hình ARIMA tối ưu. Kết quả kiểm tra cho thấy rằng mô hình ARIMA(0,2,2) là tốt nhất để dự báo tổng lượng phát thải khí nhà kính (GHGE); mô hình ARIMA(0,2,1) là mô hình tốt nhất để dự báo lượng phát thải khí CO₂; mô hình ARIMA(0,1,0) là mô hình phù hợp nhất để dự báo lượng phát thải khí CH₄, khí N₂O, phát thải khí nhà kính từ ngành nông nghiệp (Agriculture), đốt cháy công nghiệp (Industrial combustion), và chế biến (Processes); mô hình ARIMA(1,1,3) phù hợp nhất để dự báo lượng phát thải khí nhà kính từ ngành xây dựng (Buildings); mô hình ARIMA(0,1,1) phù hợp nhất để dự báo lượng phát thải khí nhà kính từ ngành khác thác dầu (Fuel exploitation); mô hình ARIMA(1,1,0) phù hợp nhất để dự báo lượng phát thải khí nhà kính từ ngành công nghiệp năng lượng (Power industry) và rác thải (Waste); và mô hình ARIMA(4,1,1) là phù hợp nhất để dự báo lượng phát thải khí nhà kính từ ngành giao thông (Transportation).

3.3. Ước lượng và kiểm tra mô hình được chọn

Bảng 5 trình bày kết quả ước lượng các mô hình dự báo ARIMA được chọn. Để kiểm tra mức độ phù hợp của mô hình được chọn, chúng tôi tiến hành phân tích phần dư của các mô hình này bằng cách sử dụng biểu đồ ACF, kiểm định portmanteau, và kiểm định Ljung Box để xem phần dư của các mô hình này có hoạt động giống như sai số ngẫu nhiên trắng (white noise) không. Trong đó, kiểm định Ljung Box có giá trị mức ý nghĩa 5%, nếu giá trị p -value thấp hơn 0,05 chúng ta bác bỏ H_0 , có nghĩa rằng giá trị tổng bình phương sai số (SSE) lớn (hay mô hình không tốt), nếu giá trị p -value lớn hơn 0,05 thì chúng ta chấp nhận H_0 , có nghĩa rằng giá trị SSE nhỏ (hay mô hình tốt).

Bảng 5: Kết quả ước lượng mô hình ARIMA được chọn

Chuỗi dữ liệu	Mô hình	Hệ số ước lượng	Độ lệch chuẩn	t-value	p-value
GHGE	ARIMA(0,2,2)				
	MA(1)	-0,52***	0,14	-3,74	0,00
	MA(2)	-0,29**	0,13	-2,16	0,03
<i>Phân theo loại khí</i>					
CO ₂	ARIMA(0,2,1)				
	MA(1)	-0,87***	0,07	-11,91	0,00
CH ₄	ARIMA(0,1,0) with drift				
	Drift	0,01***	0,00	4,36	0,00
N ₂ O	ARIMA(0,1,0) with drift				
	Drift	0,03***	0,01	3,41	0,00
<i>Phân theo nguồn phát thải</i>					

Chuỗi dữ liệu	Mô hình	Hệ số ước lượng	Độ lệch chuẩn	t-value	p-value
Agriculture	ARIMA(0,1,0) with drift				
	Drift	0,01**	0,00	2,04	0,04
Buildings	ARIMA(1,1,3)				
	AR(1)	0,67***	0,15	4,36	0,00
	MA(1)	-1,21***	0,18	-6,82	0,00
	MA(2)	0,49**	0,21	2,36	0,02
	MA(3)	0,27*	0,14	1,88	0,06
Fuel	ARIMA(0,1,1) with drift				
	MA(1)	0,22	0,13	1,63	0,10
	Drift	0,05***	0,02	3,21	0,00
Industrial combustion	ARIMA(0,1,0) with drift				
	Drift	0,12*	0,07	1,85	0,06
Power industry	ARIMA(1,1,0) with drift				
	AR(1)	0,29**	0,13	2,18	0,03
	Drift	0,08***	0,03	2,70	0,01
Processes	ARIMA(0,1,0) with drift				
	Drift	0,08***	0,01	8,36	0,00
Transport	ARIMA(4,1,1) with drift				
	AR(1)	-0,42***	0,14	-3,04	0,00
	AR(2)	0,16	0,13	1,23	0,22
	AR(3)	-0,03	0,13	-0,21	0,84
	AR(4)	-0,48***	0,12	-3,89	0,00
	MA(1)	0,77***	0,12	6,30	0,00
	Drift	0,05*	0,03	1,89	0,06
Waste	ARIMA(1,1,0) with drift				
	AR(1)	0,25*	0,15	1,65	0,10
	Drift	0,02***	0,00	28,51	0,00

Lưu ý: *, **, và *** thể hiện mức ý nghĩa thống kê ở mức 10%, 5% và 1%.

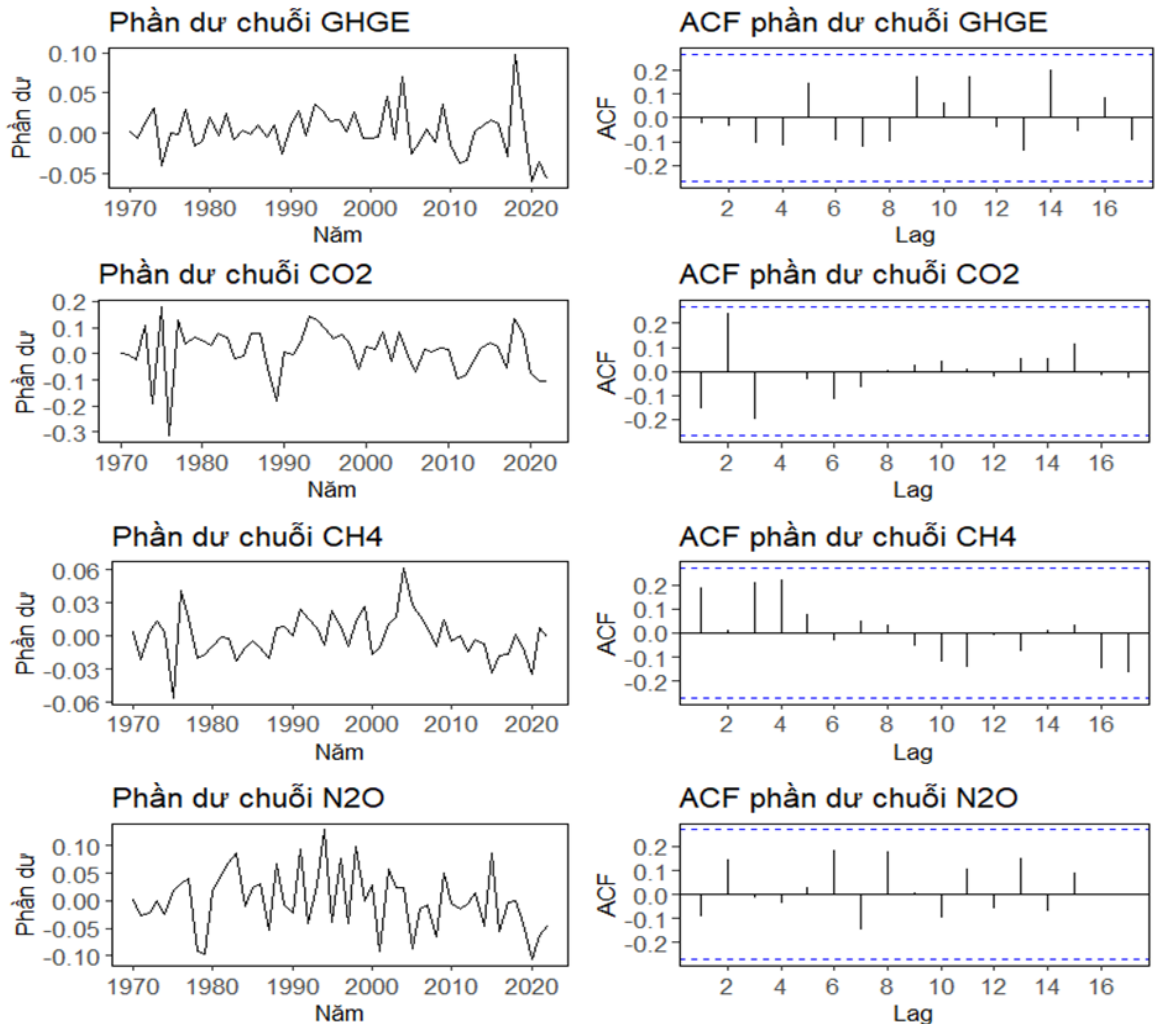
Nguồn: Tính toán của tác giả

Biểu đồ phân phối phần dư và biểu đồ ACF của phần dư của các mô hình ARIMA được chọn được trình bày ở Hình 4a–c. Kết quả cho thấy rằng tất cả các tự tương quan của phần dư đều nằm trong giới hạn và phần dư hoạt động giống như sai số ngẫu nhiên trắng. Kết quả kiểm định portmanteau test có giá trị p (p -value) lớn, cũng xác nhận rằng phần dư của các mô hình được chọn là nhiễu trắng. Kết quả kiểm định Ljung Box cho thấy rằng, giá trị p -value của tất cả các mô hình đều lớn hơn 0,05 (Bảng 6) và chúng ta chấp nhận H_0 , đồng nghĩa rằng tất cả các mô hình được chọn dự báo là phù hợp.

Bảng 6: Kết quả kiểm định Ljung Box của các mô hình được chọn

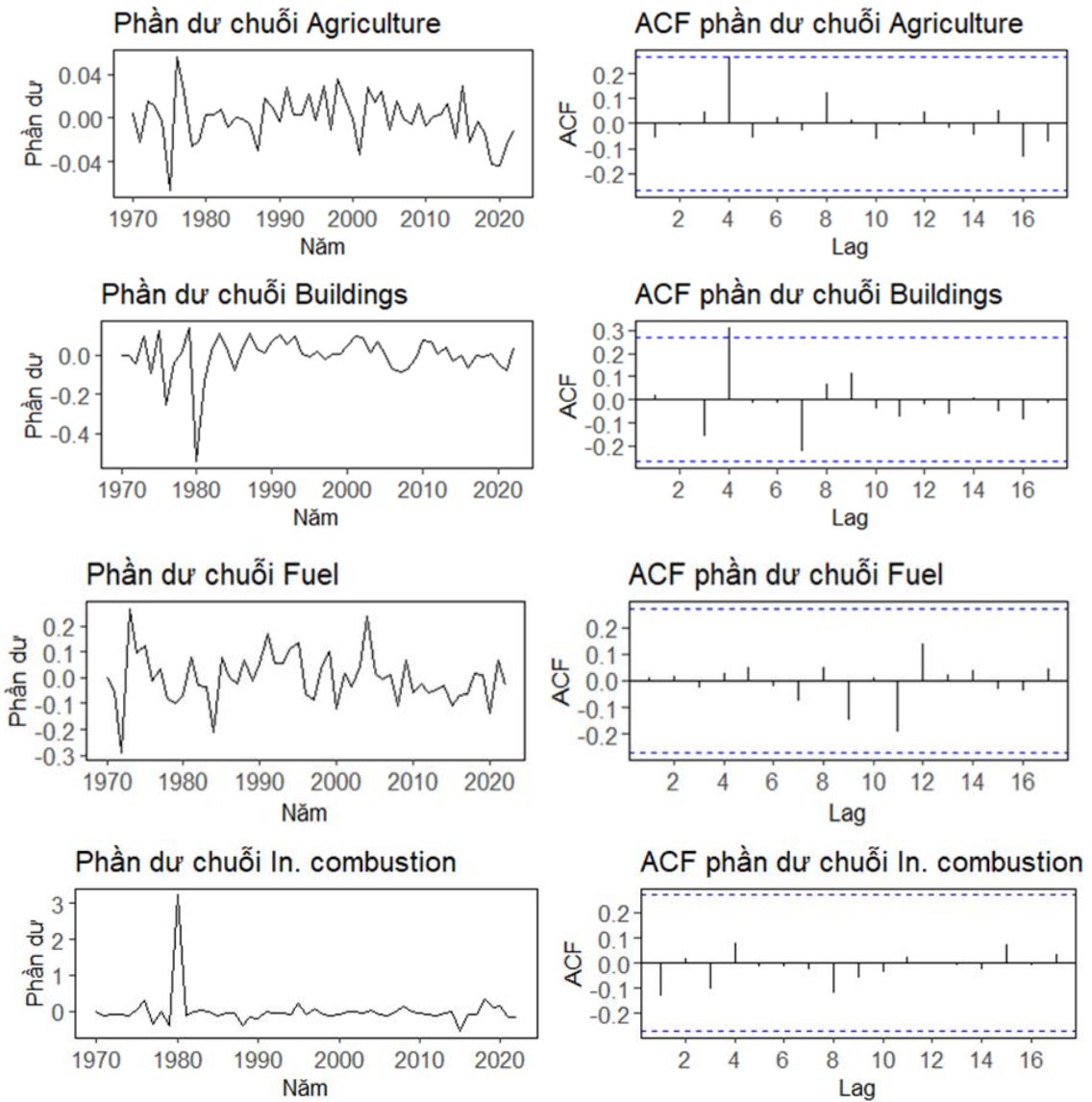
STT	Chuỗi dữ liệu	Mô hình	Giá trị Q*	P-value
1	GHGE	ARIMA(0,2,2)	7,45	0,49
2	CO ₂	ARIMA(0,2,1)	8,49	0,49
3	CH ₄	ARIMA(0,1,0) with drift	9,28	0,51
4	N ₂ O	ARIMA(0,1,0) with drift	7,84	0,64
5	Agriculture	ARIMA(0,1,0) with drift	6,10	0,81
6	Buildings	ARIMA(1,1,3)	11,79	0,07
7	Fuel	ARIMA(0,1,1) with drift	2,29	0,99
8	Industrial combustion	ARIMA(0,1,0) with drift	3,34	0,97
9	Power industry	ARIMA(1,1,0) with drift	8,98	0,44
10	Processes	ARIMA(0,1,0) with drift	13,18	0,21
11	Transport	ARIMA(4,1,1) with drift	3,16	0,67
12	Waste	ARIMA(1,1,0) with drift	4,43	0,88

Nguồn: Tính toán của tác giả



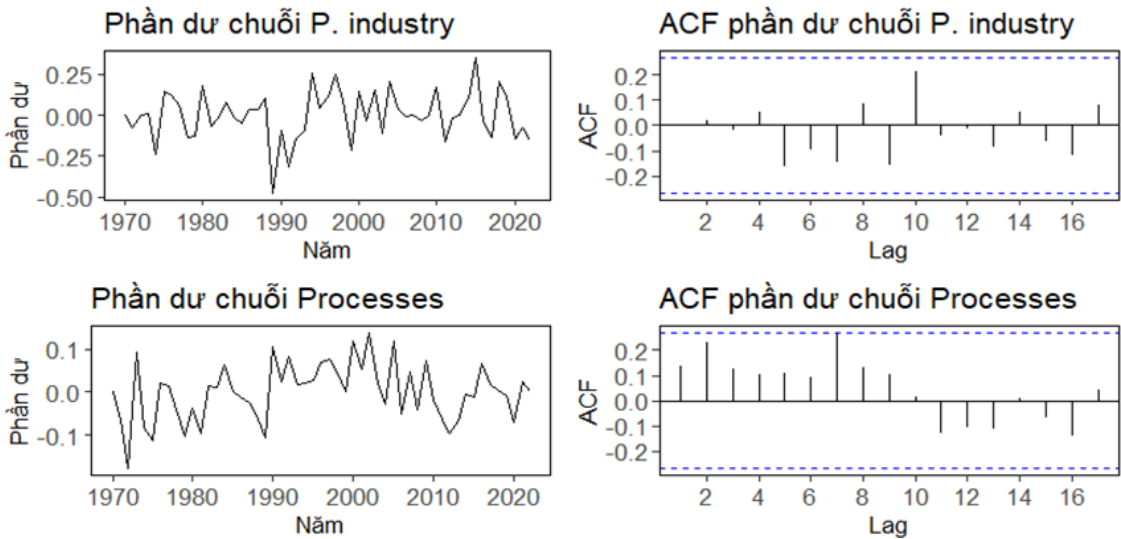
Hình 4a: Biểu đồ phân phối và ACF của phần dư của các mô hình được chọn

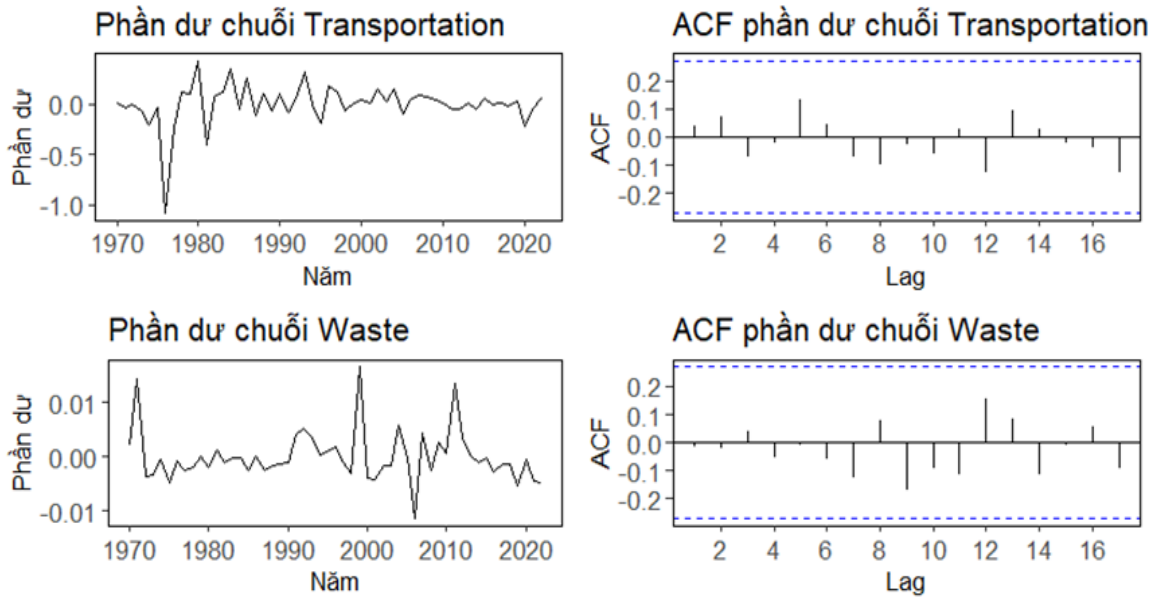
Nguồn: Tính toán của tác giả



Hình 4b: Biểu đồ phân phối và ACF của phần dư của các mô hình được chọn

Nguồn: Tính toán của tác giả





Hình 4c: Biểu đồ phân phối và ACF của phần dư của các mô hình được chọn

Nguồn: Tính toán của tác giả

3.4. Dự báo lượng phát thải khí nhà kính của Việt Nam tới năm 2030

Kết quả dự báo lượng phát thải khí nhà kính theo loại khí và nguồn phát thải ở Việt Nam đến năm 2030 được trình bày ở Bảng 7 và được thể hiện ở Hình 5. Kết quả dự báo cho thấy lượng phát thải khí nhà kính có xu hướng tăng trong giai đoạn tới, ngoại trừ phát thải từ ngành xây dựng có xu hướng giảm. Cụ thể, tổng lượng phát thải khí nhà kính được dự báo tăng lên 635,57 MtCO₂eq vào năm 2030, tương ứng với mức tăng trưởng bình quân hàng năm là 3,33%/năm.

Dự báo lượng phát thải khí nhà kính theo loại khí, chúng ta thấy rằng các loại khí nhà kính đều được dự báo có xu hướng tăng. Trong đó khí CO₂ có tốc độ tăng trưởng bình quân cao nhất, khoảng 6,60%/năm, đạt 546,58 MtCO₂eq vào năm 2030. Khí CH₄ và N₂O được dự báo tiếp tục tăng, nhưng tốc độ tăng trưởng bình quân thấp hơn, lần lượt là 1,19%/năm và 2,61%/năm, và lượng phát thải lần lượt đạt 145,42 MtCO₂eq và 23,60 MtCO₂eq vào năm 2030.

Kết quả dự báo lượng phát thải khí nhà kính theo nguồn phát thải đến năm 2030 cho thấy rằng lượng phát thải khí nhà kính từ các nguồn đều được dự báo có xu hướng tăng lên, đặc biệt là lượng phát thải từ nhóm các ngành công nghiệp (như khai thác dầu khí (Fuel exploitation), đốt cháy công nghiệp (Industrial combustion), công nghiệp năng lượng (Power industry)) và ngành giao thông (Transportation) có mức tăng trưởng cao. Trong khi đó, ngành nông nghiệp có tốc độ tăng trưởng thấp và ngành xây dựng có xu hướng giảm. Cụ thể, ngành có lượng phát thải khí nhà kính được dự báo tăng cao nhất là ngành giao thông, với mức tăng trưởng bình quân là 13,43%/năm và lượng phát thải đạt 64 MtCO₂eq vào năm 2030. Sự gia tăng này có thể được lý giải do số lượng phương tiện và tần suất lưu thông của phương tiện giao thông tăng lên theo sự tăng trưởng của nền kinh tế. Cụ thể, theo chiều hướng tăng trưởng của nền kinh tế, thu nhập người dân tăng lên nhu cầu mua sắm và sử dụng các phương tiện cá nhân (ô tô, xe máy,...) sẽ tăng lên, nhu cầu vận tải hàng hoá, hành khách cũng tăng lên. Ngành được dự báo có tốc độ tăng trưởng phát thải khí nhà kính cao thứ hai là nguồn đốt cháy từ công nghiệp, có mức tăng trưởng bình quân khoảng 13%/năm và lượng phát thải dự báo đạt 230,39 MtCO₂eq vào năm 2030.

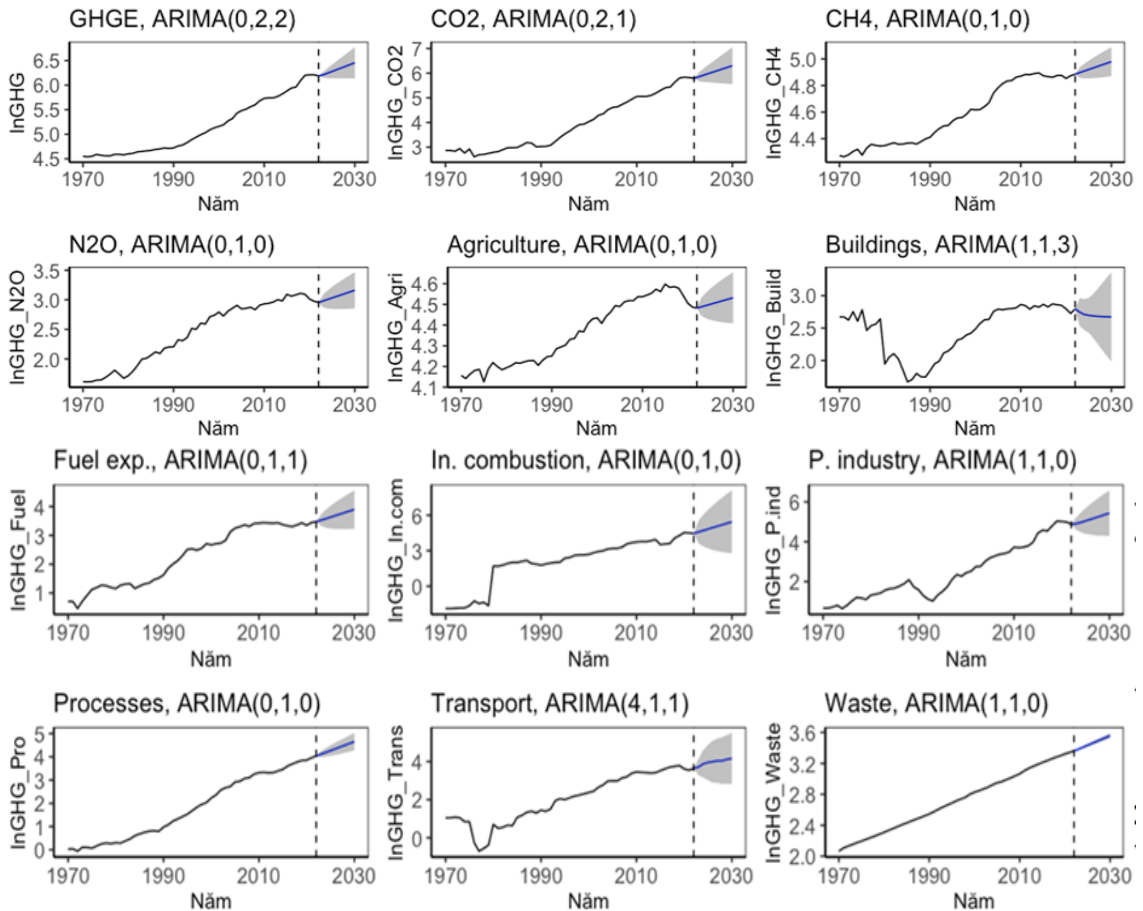
Bảng 7: Giá trị dự báo lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam đến năm 2030

Năm	GHG	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Agriculture	Buildings
2023	497,20	349,53	133,91	19,70	88,96	15,58
2024	514,95	372,59	135,50	20,21	89,52	15,03
2025	533,33	397,16	137,10	20,74	90,08	14,82
2026	552,37	423,35	138,73	21,28	90,64	14,69
2027	572,09	451,27	140,37	21,84	91,21	14,60
2028	592,51	481,04	142,03	22,41	91,78	14,54
2029	613,66	512,76	143,72	23,00	92,36	14,50
2030	635,57	546,58	145,42	23,60	92,94	14,47
Năm	Fuel exploitation	Industrial combustion	Power industry	Processes	Transport	Waste
2023	33,97	97,99	135,31	61,02	40,82	29,50
2024	35,83	110,72	144,13	65,91	48,43	30,24
2025	37,79	125,10	155,26	71,19	51,86	31,00
2026	39,86	141,35	167,80	76,89	54,28	31,78
2027	42,04	159,72	181,51	83,05	57,17	32,58
2028	44,34	180,46	196,41	89,70	57,06	33,41
2029	46,76	203,90	212,54	96,89	61,33	34,25
2030	49,32	230,39	230,01	104,65	64,00	35,12

Nguồn: Tính toán của tác giả

Ngành công nghiệp năng lượng và ngành khai thác dầu khí cũng được dự báo có mức tăng trưởng phát thải khí nhà kính tương đối cao, lần lượt là 7,19%/năm và 5,39%/năm, và lượng phát thải lần lượt đạt 230,01 MtCO₂eq và 49,32 MtCO₂eq vào năm 2030. Sự tăng trưởng phát thải khí nhà kính cao ở các nhóm ngành công nghiệp này có thể được lý giải là do sự tăng trưởng và phát triển kinh tế, đặc biệt là sự chuyển dịch cơ cấu kinh tế theo hướng công nghiệp hoá và hiện đại hoá nền kinh tế dẫn đến sự phát triển của ngành công nghiệp và nhu cầu sử dụng năng lượng sẽ cao. Sự phát triển của nhóm ngành công nghiệp cũng thúc đẩy hoạt động giao thông phát triển, đây cũng là một lý do làm cho lượng phát thải khí nhà kính của ngành giao thông được dự báo tăng trưởng cao trong thời gian tới. Phát thải khí nhà kính từ rác thải được dự báo tăng trưởng khoảng 2,5%/năm trong giai đoạn tới và lượng phát thải ước đạt 35,12 MtCO₂eq vào năm 2030.

Phát thải khí nhà kính từ ngành nông nghiệp được dự báo có mức tăng trưởng thấp, khoảng 0,63%/năm và mức phát thải ước đạt 92,92 MtCO₂eq vào năm 2030. Tốc độ tăng trưởng phát thải khí nhà kính của ngành nông nghiệp được dự báo thấp có thể được lý giải là do ngành nông nghiệp đã thực hiện tốt các phương thức sản xuất, canh tác thông minh, thích ứng với biến đổi khí hậu và thân thiện với môi trường (tức là áp dụng các phương pháp sản xuất, canh tác giảm phát thải khí nhà kính). Ví dụ như việc áp dụng mô hình 1 phải 5 giảm, 1 phải 6 giảm, mô hình tưới khô xen kẽ (Alternative Wetting Drying – AWD), hệ thống thâm canh tổng hợp trong sản xuất lúa (System of Rice Intensification – SRI) trong canh tác lúa; mô hình nông nghiệp thông minh thích ứng với biến đổi khí hậu (Climate-Smart Agriculture practices – CSA), chuyển đổi đất lúa nước năng suất thấp sang canh tác các loại rau màu hoặc nuôi trồng thủy sản có giá trị kinh tế cao; giải pháp cải thiện chế độ dinh dưỡng cho vật nuôi (như trâu, bò, lợn, gia cầm) và sử dụng các công nghệ xử lý chất thải chăn nuôi bằng khí sinh học, thu gom và sản xuất phân bón hữu cơ; giải pháp quản lý đất và sử dụng phân đạm hợp lý đã được áp dụng nhằm giảm phát thải khí nhà kính trong nông nghiệp (Phúc & Toàn 2023). Đối với ngành xây dựng, lượng phát thải khí nhà kính được dự báo có xu hướng giảm trong giai đoạn tới, với mức giảm khoảng 1,53%/năm và mức phát thải được dự báo giảm còn khoảng 14,47 MtCO₂eq vào năm 2030.



Hình 5: Biểu đồ dự báo lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam đến năm 2030

Nguồn: Tính toán của tác giả

4. Kết luận và hàm ý chính sách

Bài báo này áp dụng mô hình ARIMA để dự báo lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam đến năm 2030 theo nguồn phát thải và loại khí thải sử dụng dữ liệu chuỗi thời gian giai đoạn 1970–2022 được tổng hợp từ Cơ sở dữ liệu phát thải cho nghiên cứu khí quyển toàn cầu (EDGAR) của Ủy ban Châu Âu. Kết quả phân tích, so sánh cho thấy rằng lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam có xu hướng tăng qua giai đoạn 1970–2022, từ 94,25 triệu tấn khí cacbonic tương đương (MtCO₂eq) năm 1970 lên 489,16 MtCO₂eq năm 2022, với mức tăng trưởng bình quân khoảng 3,22%/năm. Nghiên cứu chỉ ra rằng cơ cấu phát thải chủ yếu đến từ ngành nông nghiệp (chủ yếu là khí CH₄) và công nghiệp (chủ yếu là khí CO₂); và có sự chuyển dịch cơ cấu phát thải khí nhà kính ở Việt Nam gắn liền với quá trình chuyển dịch cơ cấu kinh tế từ ngành nông nghiệp sang ngành công nghiệp. Cụ thể, xem xét cơ cấu phát thải theo loại khí thải cho thấy khí nhà kính phát thải ở Việt Nam chủ yếu là khí CO₂ và CH₄; và có sự chuyển dịch cơ cấu phát thải từ khí CH₄ là chính sang khí CO₂ qua giai đoạn 1970–2022. Số liệu phân tích cho thấy năm 1970 tỷ trọng khí CH₄ chiếm tới 76,09% và khí CO₂ chiếm 18,58%, nhưng đến năm 2022 khí CO₂ tăng lên chiếm 67,03% và khí CH₄ chỉ chiếm 27,05%. Xét theo nguồn phát thải, lượng phát thải khí nhà kính có sự chuyển dịch từ ngành nông nghiệp sang nhóm ngành công nghiệp. Cụ thể năm 1970, tổng lượng phát thải khí nhà kính từ ngành nông nghiệp chiếm tới 67,78% và nhóm ngành công nghiệp chỉ chiếm 3,32%; nhưng đến năm 2022 lượng phát thải khí nhà kính từ nhóm ngành công nghiệp đã tăng mạnh và chiếm 56,27%, còn ngành nông nghiệp giảm xuống chỉ chiếm 18,07%.

Kết quả dự báo cho thấy lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam tiếp tục có xu hướng tăng và đạt 635,57 MtCO₂eq vào năm 2030, với mức tăng trưởng bình quân giai đoạn dự báo khoảng

3,33%/năm. Sự gia tăng này tiếp tục gắn liền với quá trình chuyển dịch cơ cấu kinh tế của Việt Nam từ ngành nông nghiệp sang ngành công nghiệp. Cụ thể, khí CO₂ được dự báo có tốc độ tăng trưởng bình quân cao nhất, khoảng 6,60%/năm, đạt 546,58 MtCO₂eq vào năm 2030. Khí CH₄ và N₂O được dự báo tiếp tục tăng, nhưng tốc độ tăng trưởng bình quân thấp hơn, lần lượt là 1,19%/năm và 2,61%/năm, và lượng phát thải lần lượt đạt 145,42 MtCO₂eq và 23,60 MtCO₂eq vào năm 2030. Xét theo nguồn phát thải, lượng phát thải từ nhóm các ngành công nghiệp và ngành giao thông được dự báo có mức tăng trưởng cao, với mức tăng trưởng bình quân hàng năm trong khoảng 5,39%–13,43%. Cụ thể, lượng phát thải khí nhà kính từ hoạt động đốt cháy công nghiệp, công nghiệp năng lượng, chế biến, giao thông vận tải và khai thác dầu khí được dự báo đến năm 2030 lần lượt đạt 230,39 MtCO₂eq, 230,01 MtCO₂eq, 104,65 MtCO₂eq, 64,00 MtCO₂eq và 49,32 MtCO₂eq. Trong khi đó, ngành nông nghiệp có tốc độ tăng trưởng thấp (0,63%/năm) và ngành xây dựng có mức tăng trưởng âm (–1,53%/năm), và lượng phát thải khí nhà kính từ hai ngành này được dự báo lần lượt đạt 92,94 MtCO₂eq và 14,47 MtCO₂eq vào năm 2030.

Với kết quả phân tích và dự báo lượng phát thải khí nhà kính ở Việt Nam đến năm 2030, nghiên cứu đề xuất rằng Chính phủ Việt Nam cần thực hiện mạnh mẽ hơn các chính sách trong việc chuyển đổi mô hình tăng trưởng, chuyển dịch cơ cấu kinh tế phải gắn với giảm phát thải khí nhà kính để có thể đạt mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Đặc biệt, cần tập trung cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính từ các nhóm ngành công nghiệp và giao thông vận tải bởi vì những ngành này có tốc độ tăng trưởng phát thải khí nhà kính tương đối cao. Cụ thể, các chính sách cần phải thúc đẩy việc áp dụng công nghệ sản xuất và phương tiện giao thông thân thiện với môi trường và giảm phát thải khí nhà kính như xe điện, công nghệ sản xuất sử dụng năng lượng sạch, năng lượng tái tạo, hạn chế các công nghệ cũ và công nghệ sử dụng nhiều năng lượng hoá thạch.

Ghi chú: Nghiên cứu này là một hợp phần trong đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Đại học Huế thực hiện từ năm 2024, mã số: DHH2024–06–150.

Tài liệu tham khảo

- Box, G.E.P. & Jenkins, G.M. (1970). *Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day.
- Deepa, S. & Vijayasree, G. (2019). *Forecasting the Emission of Carbon-di-oxide Equivalent in Key Sectors of India Using ARIMA Model*. Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP), Melmaruvathur, India.
- EDGAR (2023). *Global Greenhouse Gas Emissions (EDGAR v8.0), 1970-2022*. EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research, European Commission.
- Gujarati, D.N. & Porter, D.C. (2022). Chapter 22: Time Series Econometrics: Forecasting. in Gujarati, D.N. and Porter, D.C. (eds.), *Basic econometrics*. Douglas Reiner, New York, pp 773-837.
- Hồ Trọng Phúc, Nguyễn Văn Toàn (2023). Ảnh hưởng của khí nhà kính phát thải từ ngành AFOLU đến sự ấm lên toàn cầu. *Tạp chí Khoa học Quản lý & Kinh tế*, 26, 1-14.
- Hồ Trọng Phúc, Phạm Xuân Hùng (2023). Dự báo diện tích, năng suất và sản lượng lúa của Việt Nam: Áp dụng mô hình ARIMA. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Kinh tế và Phát triển*, 132(5C), 85–104.
- Hồ Trọng Phúc, Phạm Xuân Hùng (2024). Dự báo sản xuất lúa vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2030: Áp dụng mô hình ARIMA. *Tạp chí Kinh tế và Dự báo*, 866(3), 56-60.
- Hồ Trọng Phúc; Phạm Minh Tâm; Hoàng Thị Liễu; Trần Minh Trí; Nguyễn Thị Minh Phương (2023). Phân tích và dự báo sản xuất lúa theo mùa vụ canh tác ở Việt Nam đến năm 2030. *Tạp chí Khoa học Quản lý & Kinh tế*, 27, 1-15.
- Hossain, A., Islam, M.A., Kamruzzaman, M., Khalek, M.A. & Ali, M.A. (2017). Forecasting carbon dioxide emissions in Bangladesh using Box-Jenkins ARIMA models. *Department of Statistics, University of Rajshahi*.

Hyndman, R.J. & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and Practice*. OTexts, Monash University, Australia.

IPCC (1992). *Climate change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments (IPCC First Assessment Report: Overview and Policymaker Summaries and 1992 IPCC Supplement)*. World Meteorological Organization/United Nations Environment Programme, Canada.

IPCC (1995). *IPCC Second Assessment: A Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*.

IPCC (2001). *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 pp.

IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPCC (2019). Annex I: Glossary [van Diemen, R. (ed.)]. in [P.R. Shukla, J.S., E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S.C., R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, and P. Vyas, E.H., K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)] (eds.), *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*.

IPCC (2022). *Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC (2023). *Climate Change 2023: Synthesis report of the IPCC sixth assessment report (AR6)*. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Kour, M. (2023). Modelling and forecasting of carbon-dioxide emissions in South Africa by using ARIMA model. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(10), 11267-11274.

Lamb, W.F., Wiedmann, T., Pongratz, J., Andrew, R., Crippa, M., Olivier, J.G., Wiedenhofer, D., Mattioli, G., Al Khourdajie, A. & House, J. (2021). A review of trends and drivers of greenhouse gas emissions by sector from 1990 to 2018. *Environmental research letters*, 16(7), 073005.

Li, S. & Li, R. (2017). Comparison of forecasting energy consumption in Shandong, China Using the ARIMA model, GM model, and ARIMA-GM model. *Sustainability*, 9(7), 1181.

Li, S., Yang, X. & Li, R. (2019). Forecasting coal consumption in India by 2030: using linear modified linear (MGM-ARIMA) and linear modified nonlinear (BP-ARIMA) combined models. *Sustainability*, 11(3), 695.

Nguyễn Ngọc Nam, Nguyễn Thị Phương Thảo (2020). Mối quan hệ giữa xuất khẩu, đầu tư trực tiếp nước ngoài và tăng trưởng kinh tế ở Việt Nam - Cách tiếp cận bằng mô hình Véc tơ tự hồi quy (VAR). *Tạp chí Khoa học Quản lý & Kinh tế*.

Nguyễn Văn Hiếu, Nguyễn Hoàng Nam (2021). Hiện trạng phát thải khí nhà kính tại Việt Nam: Cơ hội và thách thức. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 728, 51-66.

Ning, L., Pei, L. & Li, F. (2021). Forecast of China's carbon emissions based on ARIMA method. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021, 1-12.

Nyoni, T. & Mutongi, C. (2019). Modeling and forecasting carbon dioxide emissions in China using Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) models. *MPRA*, 1-12.

Pao, H.-T. & Tsai, C.-M. (2011). Modeling and forecasting the CO₂ emissions, energy consumption, and economic growth in Brazil. *Energy*, 36(5), 2450-2458.

Petropoulos, F., Apiletti, D., Assimakopoulos, V., Babai, M.Z., Barrow, D.K., Taieb, S.B., Bergmeir, C., Bessa, R.J., Bijak, J. & Boylan, J.E. (2022). Forecasting: theory and practice. *International Journal of Forecasting*, 38(3), 705-871.

Rahman, A. & Hasan, M.M. (2017). Modeling and forecasting of carbon dioxide emissions in Bangladesh using Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) models. *Open Journal of Statistics*, 7(4), 560-566.

Sen, P., Roy, M. & Pal, P. (2016). Application of ARIMA for forecasting energy consumption and GHG emission: A case study of an Indian pig iron manufacturing organization. *Energy*, 116, 1031-1038.

Sharma, S., Mittal, A., Bansal, M., Joshi, B.P. & Rayal, A. (Year). *Forecasting of carbon emissions in India using (ARIMA) time series predicting approach, Proceedings of the International Conference on Renewable Power2023*. Springer.

Sutthichaimethee, P. & Ariyasajakorn, D. (2017). Forecasting model of GHG emission in manufacturing sectors of Thailand. *Journal of Ecological Engineering*, 18(1), 18-24.

Tudor, C. & Sova, R. (2021). Benchmarking GHG emissions forecasting models for global climate policy. *Electronics*, 10(24), 3149.

VGP (2022). Quyết định số 896/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn đến năm 2050. Cổng thông tin điện tử Chính phủ, Văn phòng Chính phủ.

Wang, Q., Li, S. & Pisarenko, Z. (2020). Modeling carbon emission trajectory of China, US and India. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120723.

Wen, T., Liu, Y., he Bai, Y. & Liu, H. (2023). Modeling and forecasting CO₂ emissions in China and its regions using a novel ARIMA-LSTM model. *Heliyon*, 9(11), e21241.