

TÁC ĐỘNG CỦA QUY MÔ DOANH NGHIỆP ĐẾN TĂNG TRƯỞNG HIỆU QUẢ MÔI TRƯỜNG CỦA CÁC DOANH NGHIỆP CHẾ BIẾN, CHẾ TẠO VIỆT NAM

Impact of firm size on environmental efficiency growth in Vietnam's
manufacturing enterprises

PHÙNG MAI LAN
ĐÌNH VĂN TRƯỜNG
ĐOÀN THỊ KIM DUNG

Nghiên cứu đo lường tăng trưởng hiệu quả môi trường (EC) và đánh giá tác động của quy mô doanh nghiệp đến EC đối với các doanh nghiệp ngành công nghiệp chế biến, chế tạo Việt Nam giai đoạn 2015 - 2022. Sử dụng bộ dữ liệu điều tra doanh nghiệp hằng năm của Tổng cục Thống kê, nghiên cứu ứng dụng chỉ số Global Malmquist-Luenberger (GML) với đầu ra không mong muốn là phát thải CO₂ và mô hình System GMM (SGMM). Kết quả cho thấy tồn tại quan hệ phi tuyến dạng chữ U ngược giữa quy mô doanh nghiệp và tăng trưởng EC, với điểm cực đại tương ứng quy mô 315 lao động. Nhóm ngành điện - điện tử và sản xuất phương tiện vận tải tiến gần hơn tới biên hiệu quả xanh, trong khi các ngành hóa chất, sản xuất giấy và dệt may đang tụt xa hơn so với biên hiệu quả. Mức trang bị vốn trên lao động, khoảng cách công nghệ xa biên công nghệ và mức độ cạnh tranh ngành cao đều có tác động tích cực đến cải thiện EC. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đưa ra một số khuyến nghị chính sách.

Từ khóa: hiệu quả môi trường, Global Malmquist-Luenberger, công nghiệp chế biến chế tạo Việt Nam, quy mô doanh nghiệp.

This study measures environmental efficiency growth (EC) and assesses the impact of firm size on EC for manufacturing firms in Vietnam during 2015-2022. Using annual enterprise survey data from the General Statistics Office of Vietnam (GSO), the study applies the Global Malmquist-Luenberger (GML) index with CO₂ as an undesirable output, and the System GMM (SGMM) model. Results reveal an inverted U-shaped nonlinear relationship between firm size and EC growth, with a turning point at approximately 315 employees. Firms in the electronics-electrical equipment and transport vehicle manufacturing sectors are moving closer to the green efficiency frontier, while those in the chemical, paper, and textile industries are falling further behind. Higher capital-labor ratios, greater technological distance from the frontier, and increased industry competition are found to improve EC. The study proposed several policy recommendations aimed at incentivising environmentally friendly technological innovation.

Keywords: environmental efficiency, Global Malmquist-Luenberger, Vietnam manufacturing industry, firm size.

Phùng Mai Lan, TS., Khoa Kinh tế và Quản lý, Trường đại học Thủy lợi; Đình Văn Trường, NCS., Trường đại học Công đoàn; Đoàn Thị Kim Dung, ThS., Viện Chiến lược và Chính sách Kinh tế - Tài chính.

1. Giới thiệu

Biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường đang trở thành những thách thức cấp bách, đặc biệt đối với các nền kinh tế đang phát triển như Việt Nam, khi ngành công nghiệp chế biến, chế tạo vừa là động lực tăng trưởng GDP vừa là một trong các ngành phát thải lớn nhất do phụ thuộc nhiều vào năng lượng hóa thạch và công nghệ lạc hậu. Cường độ sử dụng năng lượng của Việt Nam hiện cao hơn gấp đôi mức trung bình thế giới (Hải Vân, 2024; Nguyễn Thị Ánh Vân và cộng sự, 2025), đặt ra yêu cầu cấp bách phải duy trì tăng trưởng kinh tế đồng thời cải thiện hiệu quả môi trường, góp phần thực hiện mục tiêu phát thải ròng bằng 0 mà Chính phủ đã cam kết tại COP26 (Nguyễn Hà, 2025).

Quy mô doanh nghiệp là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả môi trường. Doanh nghiệp lớn có lợi thế về vốn và công nghệ cũng như chịu áp lực từ Chính phủ và thị trường xuất khẩu để đầu tư vào đổi mới xanh, tuy nhiên khi quy mô vượt ngưỡng tối ưu lại dễ gặp phải chi phí quản lý vận hành cao, kém linh hoạt và tổng lượng phát thải tuyệt đối vẫn rất lớn (Dzeraviaha, 2022; Hidayah và cộng sự, 2022; Younis và Sundarakani, 2019). Vấn đề này đặc biệt quan trọng khi tại Việt Nam có đến 98% là doanh nghiệp nhỏ và vừa, linh hoạt nhưng năng lực tài chính, công nghệ và quản lý còn nhiều hạn chế. Câu hỏi đặt ra là liệu doanh nghiệp nhỏ và vừa có thể đảm bảo mục tiêu hiệu quả môi trường và đóng góp vào lộ trình giảm phát thải ròng bằng 0 hay không.

Về phương pháp, mô hình DEA với các mở rộng như Slack-Based Measure (SBM), Super-SBM và Metafrontier-SBM đã được sử dụng rộng rãi để đo lường hiệu quả môi

trường (Andries và Stephan, 2019; Li và cộng sự, 2023; Matsumoto và cộng sự, 2020; Reinhard và cộng sự, 2000; Tone, 2002; Xiong, 2019; Yang Y. và cộng sự, 2025). Khác với tiếp cận SBM, chỉ số Malmquist-Luenberger (ML) do Chung và cộng sự (1997) phát triển là công cụ động cho phép đo lường thay đổi hiệu quả môi trường theo thời gian thông qua hàm khoảng cách định hướng (Directional Distance Function, DDF). Chỉ số Global Malmquist-Luenberger (GML) do Oh (2010) đề xuất tiếp tục mở rộng ML bằng cách xây dựng biên công nghệ toàn cầu, đảm bảo tính bắc cầu và ổn định khi so sánh nhiều năm, đồng thời cho phép phân tách thành phần thay đổi hiệu quả kỹ thuật (EC) và tiến bộ công nghệ (BPC) có tính đến yếu tố môi trường (Long và cộng sự, 2019; Mamghaderi và cộng sự, 2023; Povedano-Fernández và cộng sự, 2026; Yang D. và Wang, 2024).

Tuy nhiên, các nghiên cứu về tác động của quy mô doanh nghiệp đến hiệu quả môi trường còn thiếu đồng thuận: một số khẳng định doanh nghiệp lớn hiệu quả hơn nhờ lợi thế kinh tế theo quy mô (Andries và Stephan, 2019; Younis và Sundarakani, 2019), một số cho rằng doanh nghiệp nhỏ hoạt động bền vững hơn (Dzeraviaha, 2022), trong khi một số khác cho thấy tác động phụ thuộc vào yếu tố ngành và kiểm toán (Hidayah và cộng sự, 2022; Liu và cộng sự, 2016). Tại Việt Nam, các nghiên cứu gần đây sử dụng tiếp cận Super-SBM hoặc chỉ số GML để đo lường năng suất xanh (Phung và Nguyen, 2023; Phung và cộng sự, 2024), song quy mô doanh nghiệp chủ yếu mới được đưa vào như biến kiểm soát (Do và Nguyen, 2020; Phung và cộng sự, 2024; Pham, 2015). Đặc biệt, chưa có nghiên cứu nào kiểm định sự tồn tại của

quan hệ phi tuyến giữa quy mô doanh nghiệp và hiệu quả môi trường trong bối cảnh Việt Nam.

Nghiên cứu này lấp đầy khoảng trống đó bằng cách: (1) đo lường tăng trưởng EC của doanh nghiệp chế biến, chế tạo Việt Nam giai đoạn 2015 - 2022 thông qua chỉ số GML với đầu ra không mong muốn là CO₂; (2) kiểm định quan hệ phi tuyến chữ U ngược giữa quy mô doanh nghiệp và EC; (3) đánh giá ảnh hưởng của khoảng cách công nghệ, sự hiện diện FDI, tính cạnh tranh ngành và chính sách pháp luật môi trường. Kết quả cung cấp bằng chứng khoa học phục vụ hoạch định chính sách môi trường và công nghiệp tại Việt Nam.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Hiệu quả theo quy mô và hiệu quả môi trường

Từ góc nhìn kinh tế học, lý thuyết hiệu quả theo quy mô (James và Yong, 1994) cho thấy, khi tăng đồng thời tất cả các yếu tố đầu vào theo cùng tỷ lệ $\lambda > 1$, sản lượng mới q' có thể phản ánh ba trạng thái: hiệu quả tăng theo quy mô ($q' > \lambda q$), hiệu quả không đổi theo quy mô ($q' = \lambda q$) hoặc hiệu quả giảm theo quy mô ($q' < \lambda q$). Hiệu quả tăng theo quy mô xuất hiện khi doanh nghiệp tận dụng chuyên môn hóa lao động, công nghệ hiện đại và phân bổ chi phí cố định trên diện rộng. Tuy nhiên, khi vượt quy mô tối ưu, chi phí bình quân tăng do bộ máy quản lý chồng chéo, chi phí phối hợp cao và kiểm soát chất lượng kém. Nguyên lý này dự báo quan hệ phi tuyến chữ U ngược giữa quy mô doanh nghiệp và tăng trưởng EC.

2.2. Phương pháp đo lường hiệu quả môi trường

Chỉ số Malmquist-Luenberger (ML) do Chung và cộng sự (1997) phát triển dựa trên hàm khoảng cách định hướng (DDF)

để đồng thời tối đa hóa đầu ra mong muốn và tối thiểu hóa đầu ra không mong muốn:

$$GML^{t,t+1} = D^{gT}(x^t, y^t, b^t; y^t, -b^t) / D^{gT}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; y^{t+1}, -b^{t+1}) \quad (1)$$

Trong đó $D^{gT}(\cdot)$ là hàm khoảng cách định hướng xác định trên tập hợp sản xuất toàn cục, y là đầu ra mong muốn, b là đầu ra không mong muốn và g là vector hướng. Để khắc phục vấn đề không đảm bảo tính bắc cầu và không khả thi trong một số trường hợp của ML (Oh, 2010), Pastor và Lovell (2005) đề xuất xây dựng biên công nghệ toàn cầu thay vì biên từng năm. Trên cơ sở đó, Oh (2010) phát triển chỉ số Global Malmquist-Luenberger (GML) để đo lường tổng năng suất nhân tố xanh (GTFP):

$$GML^{t,t+1} = EC^{t,t+1} \times BPC^{t,t+1} \quad (2)$$

Trong đó: $EC^{t,t+1}$ là thay đổi hiệu quả kỹ thuật có tính đến yếu tố môi trường (phản ánh hiệu ứng bất kịp) và $BPC^{t,t+1}$ là tiến bộ công nghệ xanh (phản ánh dịch chuyển ra ngoài của biên công nghệ toàn cầu) (Cooper, 2014; Huang và cộng sự, 2014). Khi $EC > 1$, doanh nghiệp cải thiện được hiệu quả môi trường; khi $BPC > 1$, biên công nghệ toàn cầu dịch chuyển ra ngoài. Nghiên cứu này tập trung vào thành phần EC vì nó phản ánh năng lực vận hành nội tại của từng doanh nghiệp trong tiến trình bất kịp biên hiệu quả xanh.

2.3. Mô hình thực nghiệm

Để đánh giá tác động của quy mô doanh nghiệp và các nhân tố đến tăng trưởng EC, nghiên cứu đề xuất mô hình sau:

$$EC_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln size_{it} + \beta_2 [\ln size_{it}]^2 + \beta_3 \ln KL_{it} + \beta_4 Tech_gap_{it} + \beta_5 FS_{it} + \beta_6 Herf_{it} + \beta_7 Law_{it} + c_i + u_{it} \quad (3)$$

Trong đó: biến phụ thuộc EC_{it} là thành phần tăng trưởng hiệu quả môi trường được phân rã từ chỉ số GML (Oh, 2010), với đầu vào là lao động (L), vốn (K) và

năng lượng (TOE); đầu ra mong muốn là giá trị gia tăng (VA) và đầu ra không mong muốn là phát thải CO₂. Đặc tả phi tuyến thông qua cặp biến *lnsize* và *lnsize* bình phương nhằm kiểm định quan hệ chữ U ngược dự báo theo lý thuyết. Các biến kiểm soát bao gồm: mức trang bị vốn trên lao động (*lnKL*), kỳ vọng dương; khoảng cách công nghệ ($Tech_gap = (TFP^{max} - TFP)/TFP^{max}$), phản ánh hiệu ứng bất kịp; sự hiện diện doanh nghiệp FDI (*FS*), đo bằng tỷ phần vốn FDI trong tổng vốn ngành; mức độ tập trung ngành (*Herf*), đo bằng chỉ số *Herfindahl-Hirschman*; và biến giả luật môi trường (*Law*), nhận giá trị 1 từ năm 2021 khi Luật Bảo vệ môi trường chính thức có hiệu lực. TFP doanh nghiệp được ước lượng theo phương pháp GMM (Wooldridge, 2009).

Để lựa chọn mô hình phù hợp, nghiên cứu kiểm định đa cộng tuyến (VIF), phương sai sai số thay đổi (Modified Wald test) và tự tương quan (Wooldridge test). Kết quả kiểm định Hausman (1978) cho thấy mô hình tác động cố định (FE) phù hợp hơn tác động ngẫu nhiên (RE). Do mô hình FE có phương sai sai số thay đổi và tự tương quan, nghiên cứu sử dụng FGLS để hiệu chỉnh (Phụ lục 1). Để xử lý nội sinh phát sinh trong mô hình bảng động, nghiên cứu áp dụng System GMM (SGMM) của Arellano và Bover (1995) kết hợp phương trình sai phân và phương trình mức với các biến công cụ nội sinh từ độ trễ, nâng cao hiệu quả ước lượng (Roodman, 2006). Kết quả kiểm định chi tiết được trình bày tại bảng 1 và bảng 2.

BẢNG 1: Kết quả kiểm định khuyết tật mô hình

Loại kiểm định	Kết quả	Kết luận
Kiểm định VIF	8,6	Không tồn tại đa cộng tuyến
Kiểm định Hausman (1978)	2.312,64***	Mô hình FE phù hợp hơn RE
Modified Wald test	4.218,76***	Tồn tại phương sai sai số thay đổi
Kiểm định Wooldridge	2.194***	Tồn tại tự tương quan

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả từ số liệu Tổng cục Thống kê.

BẢNG 2: Kết quả kiểm định mô hình SGMM

Kiểm định	Kết quả	Kết luận
Arellano-Bond AR(1)	-9,29***	AR(1) có ý nghĩa thống kê; AR(2) không có ý nghĩa: giả định mô hình GMM được thỏa mãn
Arellano-Bond AR(2)	0,01	
Kiểm định Sargan	1,49	Không có ý nghĩa thống kê: bộ công cụ hợp lệ
Kiểm định Hansen	8,39	Không có ý nghĩa thống kê: bộ công cụ hợp lệ và bền vững

Nguồn: Tính toán của tác giả từ số liệu Tổng cục Thống kê.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu mảng cân đối giai đoạn 2015 - 2022 của các doanh nghiệp ngành công nghiệp chế biến, chế tạo Việt Nam từ kết quả điều tra doanh nghiệp hằng năm của Tổng cục Thống kê. Sau khi xử lý và loại bỏ các quan sát không phù hợp, bộ dữ liệu gồm 23.954 quan sát của 3.422 doanh nghiệp. Các biến giá trị được điều chỉnh giảm phát theo năm gốc 2010.

Do các doanh nghiệp sử dụng nhiều loại năng lượng khác nhau (than đá, xăng, dầu, điện, khí tự nhiên), tất cả được quy đổi về đơn vị tấn dầu quy đổi (TOE) theo hướng dẫn tại Văn bản số 3505/BCT-KHCN ngày 19-4-2011 của Bộ Khoa học

và Công nghệ. Giá trị gia tăng (VA) được xác định theo phương pháp thu thập các yếu tố (bằng tổng thu nhập lao động, khấu hao và lợi nhuận ròng) và được dùng làm đầu ra mong muốn. Phát thải CO₂ là đầu ra không mong muốn, được ước tính gián tiếp từ dữ liệu tiêu thụ năng lượng theo hệ số phát thải của IPCC (2006) và phương pháp của Chen và Zhang (2010) và Phung và Nguyen (2023):

$$CO_{2t} = \sum_i (E_{it} \times NCV_i \times CEF_i \times COF_i \times 44/12) \quad (4)$$

Trong đó: NCV_i (TJ/Gg) là nhiệt lượng thực, CEF_i (tấn/GJ) là hệ số phát thải carbon và COF_i là hệ số oxy hóa carbon (đặt bằng 1); tỷ lệ 44/12 là tỷ lệ khối lượng phân tử CO₂ so với carbon. Bảng 3 trình bày thống kê mô tả các biến chính đưa vào mô hình.

BẢNG 3: Thống kê mô tả các biến trong mô hình

Tên biến	Đơn vị	Trung bình	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Độ lệch chuẩn	Độ xiên	Độ nhọn
L	người	604,97	5	45.659	1.603,87	11,33	209,97
Size	triệu đồng	1,68e+11	266,92	1,88e+14	2,45e+12	58,73	3.958,34
Insize		15,465	5,586	32,865	6,483	0,866	2,050
(Insize) ²		281,209	31,213	1.080,151	238,065	1,017	2,323
VA	triệu đồng	91.540,62	0,0001	3,97e+07	832.536	32,67	1.248,50
lnVA		8,915	-9,638	18,238	2,699	-0,716	3,58
KL	triệu đồng/người	1.030,63	0,0000	195.482,5	1,02e+09	20,53	758,10
lnKL		8,007	-11,26	24,783	5,125	1,805	4,846
Tech_gap	0-1	0,851	0	1	0,294	-3,542	15,153
FS	0-1	0,0009	0	0,4926	0,0083	34,82	1.579,21
Herf	0-1	0,0819	0,0052	0,4743	0,0886	2,145	7,956
Law	0/1	0,2857	0	1	0,452	0,948	1,9

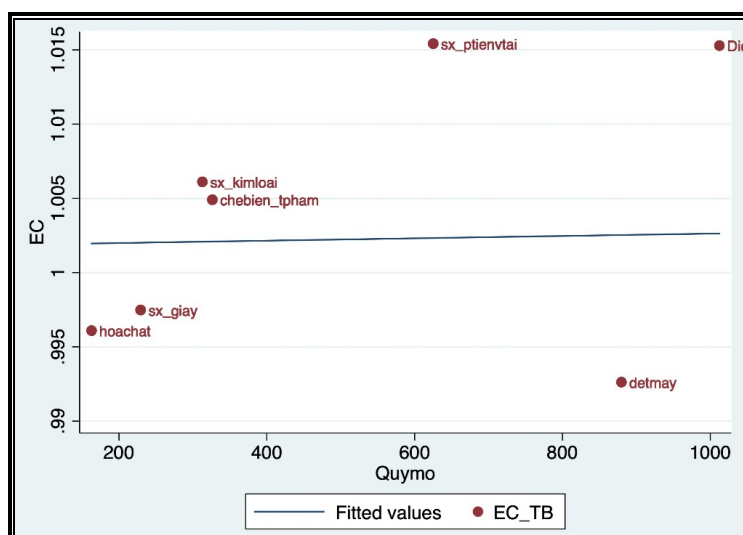
Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả từ số liệu Tổng cục Thống kê.

3.2. Tăng trưởng hiệu quả môi trường theo nhóm ngành

Kết quả đo lường tăng trưởng EC theo nhóm ngành được thể hiện tại hình 1. Các ngành điện - điện tử và sản xuất phương tiện vận tải ghi nhận EC trên 1,01, phản ánh quá trình bắt kịp biên hiệu quả xanh nhờ đổi mới công nghệ, giảm tiêu hao năng lượng và đáp ứng các tiêu chuẩn phát thải nghiêm ngặt của thị trường xuất khẩu.

Ngược lại, ba ngành hóa chất, sản xuất giấy và dệt may ghi nhận EC dưới 1, nghĩa là đang tụt xa hơn so với biên hiệu quả. Đây là những ngành thâm dụng năng lượng, phát thải cao và công nghệ nhìn chung còn lạc hậu. Đặc biệt, ngành dệt may, tuy đóng góp lớn cho GDP của khu vực chế biến, chế tạo, chủ yếu vẫn dừng ở khâu gia công với ít đầu tư vào công nghệ nhuộm xanh và tiết kiệm năng lượng, dẫn đến phát thải CO₂ tăng và hiệu quả tổ chức sản xuất suy giảm.

HÌNH 1: Tăng trưởng hiệu quả môi trường (EC) theo nhóm ngành, 2015 - 2022



Nguồn: Ước lượng của nhóm tác giả từ số liệu Tổng cục Thống kê.

3.3. Tác động của quy mô doanh nghiệp đến tăng trưởng hiệu quả môi trường

Bảng 4 trình bày kết quả ước lượng SGMM, trong đó tất cả các biến đều có ý nghĩa thống kê ngoại trừ biến FS.

BẢNG 4: Kết quả ước lượng SGMM (biến phụ thuộc: EC)

Biến số	Hệ số	Sai số chuẩn
L.EC (trễ bậc 1 của EC)	-0,265***	0,0955
lnsize	0,382*	0,207
(lnsize) ²	-0,0332*	0,0161
lnKL	0,0204***	0,00258
Tech_gap	0,0592**	0,0267

Biến số	Hệ số	Sai số chuẩn
FS	0,0410	0,523
Herf	-0,330**	0,162
Law	-0,127***	0,0103
Hàng số	1,039**	0,423
Số quan sát	20.532	
Số doanh nghiệp	3.422	
Wald chi ² (8)	122.802,35***	

Ghi chú: ***, ** và * lần lượt ký hiệu mức ý nghĩa thống kê 1%, 5% và 10%.

Nguồn: Ước lượng của nhóm tác giả từ số liệu Tổng cục Thống kê.

Quan hệ phi tuyến của quy mô doanh nghiệp. Hệ số *lnsize* dương và hệ số *lnsize* bình phương âm đều có ý nghĩa thống kê xác nhận quan hệ phi tuyến chữ U ngược giữa quy mô và tăng trưởng EC. Điểm cực đại được tính tại $\ln size^* = 0,382 / (2 \times 0,0332) = 5,753$, tương ứng với quy mô trung bình khoảng 315 lao động. Dưới ngưỡng này, mở rộng quy mô giúp cải thiện quản trị năng lượng và năng lực xử lý phát thải, từ đó thúc đẩy tăng trưởng EC. Vượt qua ngưỡng này, tổ chức càng kènh hơn, chi phí phát sinh nhiều hơn và việc đổi mới tài sản cố định thiếu đồng bộ làm chậm quá trình cải thiện EC. Trong thực tế, các doanh nghiệp lớn thuộc ngành truyền thống như xi măng, thép và giấy thường vẫn sử dụng thiết bị cũ, trong khi các doanh nghiệp lớn thuộc ngành điện tử và sản xuất phương tiện vận tải dễ hấp thụ các giải pháp tiết kiệm năng lượng và quản trị chất thải theo chuỗi cung ứng quốc tế hơn.

Mức trang bị vốn trên lao động (lnKL). Hệ số dương có ý nghĩa thống kê cho thấy tăng vốn trên lao động thúc đẩy cải thiện EC, phản ánh xu hướng tích hợp thiết bị tiết kiệm năng lượng, hệ thống điều khiển tự động và các giải pháp giảm phát thải đáp ứng tiêu chuẩn ISO.

Khoảng cách công nghệ (Tech gap). Hệ số dương có ý nghĩa thống kê phản ánh hiệu ứng bất kịp: các doanh nghiệp càng xa biên công nghệ thì tốc độ cải thiện EC càng nhanh khi áp dụng công nghệ mới, một phần do áp lực từ tiêu chuẩn môi trường của thị trường quốc tế và yêu cầu xuất khẩu.

Sự hiện diện FDI (FS). Biến FS không có ý nghĩa thống kê, cho thấy tác động lan tỏa của FDI lên EC không rõ ràng khi xét tổng thể toàn ngành: một số doanh nghiệp FDI tập trung vào lợi nhuận ngắn hạn, trong khi một số khác trong các ngành gây ô nhiễm cao có thể làm xấu đi EC, khiến tác động tổng thể triệt tiêu lẫn nhau.

Mức độ tập trung ngành (Herf). Hệ số âm có ý nghĩa thống kê cho thấy các ngành có mức độ tập trung cao (ít cạnh tranh) như xi măng và thép xây dựng có tăng trưởng EC chậm hơn, do động cơ đầu tư công nghệ giảm phát thải và tiết kiệm năng lượng thấp hơn. Đối với các doanh nghiệp này, chính sách thuế hoặc lệ phí môi trường và tăng cường tiêu chuẩn môi trường là cần thiết để thay thế áp lực cạnh tranh.

Luật môi trường (Law). Hệ số âm có ý nghĩa thống kê phản ánh việc luật môi trường chưa phát huy vai trò kích thích cải

thiện EC trong giai đoạn ngắn. Điều này có thể lý giải do hai năm 2021 - 2022 là giai đoạn luật mới ban hành, doanh nghiệp chưa kịp thích ứng, đồng thời nền kinh tế vẫn chịu ảnh hưởng nặng nề của đại dịch COVID-19 khiến sản xuất suy giảm và đầu tư công nghệ mới bị trì hoãn.

4. Kết luận và hàm ý chính sách

Nghiên cứu đo lường tăng trưởng EC của các doanh nghiệp chế biến, chế tạo Việt Nam giai đoạn 2015 - 2022 thông qua chỉ số GML với đầu ra không mong muốn CO₂, đồng thời đánh giá tác động của quy mô doanh nghiệp và các nhân tố liên quan bằng các phương pháp FE, RE, FGLS và SGMM. Ba phát hiện chính được rút ra. Thứ nhất, tồn tại quan hệ phi tuyến chữ U ngược giữa quy mô doanh nghiệp và tăng trưởng EC với ngưỡng tối ưu khoảng 315 lao động. Quy mô lớn không đảm bảo EC cao hơn khi doanh nghiệp Việt Nam vẫn sử dụng nhiều công nghệ lạc hậu và thiếu động lực cạnh tranh, đặc biệt trong các ngành thép, giấy và thực phẩm. Thứ hai, xét theo nhóm ngành, điện - điện tử và sản xuất phương tiện vận tải tiến gần hơn tới biên hiệu quả xanh nhờ đầu tư công nghệ mạnh và tuân thủ tiêu chuẩn quốc tế, trong khi hóa chất, sản xuất giấy và dệt may đang tụt xa hơn. Thứ ba, mức trang bị vốn trên lao động, khoảng cách công nghệ lớn và mức độ cạnh tranh cao đều có tác động tích cực, trong khi mức độ tập trung ngành cao và tác động ngắn hạn của luật môi trường có dấu âm.

Từ các phát hiện trên, nghiên cứu đề xuất bốn nhóm khuyến nghị chính sách. *Thứ nhất*, khuyến khích vốn đầu tư xanh thông qua tín dụng ưu đãi cho thiết bị tiết kiệm năng lượng, ưu tiên các doanh nghiệp đang ở gần ngưỡng quy mô tối ưu. *Thứ hai*, hỗ trợ thiết kế cụm công nghiệp với hạ tầng dùng chung để giúp các doanh nghiệp nhỏ

và vừa đạt lợi thế quy mô. *Thứ ba*, tăng tính cạnh tranh ngành thông qua giảm rào cản gia nhập, công khai tiêu chuẩn năng lượng và môi trường theo ngành, kết hợp với cải cách công cụ quản lý môi trường như tín chỉ carbon để biến chi phí môi trường thành động lực đổi mới công nghệ. *Thứ tư*, đẩy mạnh khả năng hấp thụ công nghệ thông qua liên kết doanh nghiệp FDI với doanh nghiệp nội địa và các chương trình đào tạo kỹ sư năng lượng và môi trường theo định hướng phát triển bền vững./.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN

1. Andries P., Stephan U. (2019), "Environmental innovation and firm performance: how firm size and motives matter", *Sustainability*, vol. 11, no. 13, article 3585.
2. Arellano M., Bover O. (1995), "Another look at the instrumental variable estimation of error-components models", *Journal of Econometrics*, vol. 68, no. 1, pp. 29-52.
3. Chen G.Q., Zhang B. (2010), "Greenhouse gas emissions in China 2007: inventory and input-output analysis", *Energy Policy*, vol. 38, no. 10, pp. 6180-6193.
4. Chung Y.H., Färe R., Grosskopf S. (1997), "Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach", *Journal of Environmental Management*, vol. 51, no. 3, pp. 229-240.
5. Cooper J.O. (2014), *Applied Behavior Analysis*, Pearson.
6. Do B., Nguyen N. (2020), "The links between proactive environmental strategy, competitive advantages and firm performance: an empirical study in Vietnam", *Sustainability*, vol. 12, no. 12, p. 4962.
7. Dzeraviah I. (2022), "The impact of firm size on environmental sustainability: the assessment based on the analysis of cost structure", *Business Strategy & Development*, vol. 6, pp. 20-32.

8. Hải Vân. (2024) “Ngành công nghiệp nỗ lực thực hiện hóa mục tiêu phát triển xanh”, *VnEconomy*, ngày 24-6-2024, <https://vneconomy.vn/nganh-cong-nghiep-no-luc-thuc-hien-hoa-muc-tieu-phat-trien-xanh.htm>.
9. Hausman J.A. (1978), “Specification tests in econometrics”, *Econometrica*, vol. 46, no. 6, pp. 1251-1271.
10. Hidayah R. *et al.* (2022), “The role of firm size on environmental performance in the developing country”, *Corporate and Business Strategy Review*, vol. 3, pp. 134-143.
11. Huang J., Chen J., Yin Z. (2014), “A network DEA model with super efficiency and undesirable outputs: an application to bank efficiency in China”, *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, article 793192.
12. IPCC (2006), “2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories”, *IPCC-TFI*, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.
13. James M.B., Yong J.Y. (1994), *The Return to Increasing Returns*, University of Michigan Press.
14. Li W., Dong F., Ji Z. (2023), “Evaluation of carbon emission efficiency and reduction potential of 336 cities in China”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 428, article 139372.
15. Liu C., Lu R., Guo Y. (2016), “Firm size, environmental efficiency and productivity difference”, *Iron and Steel Industry*, vol. 9, no. 4.
16. Long X. *et al.* (2019), “Spatial and temporal heterogeneity of environmental efficiency for China’s hotel sector: new evidence through metafrontier global Malmquist-Luenberger”, *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 26, no. 26, pp. 27534-27541.
17. Mamghaderi M., Mamkhezri J., Khezri M. (2023), “Assessing the environmental efficiency of OECD countries through the lens of ecological footprint indices”, *Journal of Environmental Management*, vol. 338, article 117796.
18. Matsumoto K., Makridou G., Doumpos M. (2020), “Evaluating environmental performance using data envelopment analysis: the case of European countries”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 272, article 122637.
19. Nguyễn Hà (2025), “Việt Nam cam kết và hành động vì mục tiêu net zero vào năm 2050”, *Lao Động*, ngày 5-1-2023, <https://laodong.vn/thoi-su/viet-nam-cam-ket-va-hanh-dong-vi-muc-tieu-net-zero-vao-nam-2050-1134654.lao>.
20. Nguyễn Thị Ánh Vân, Nguyễn Thị Thục, Bùi Thị Cẩm Tú (2025), “Quan điểm của giảm phát thải khí nhà kính và vai trò sử dụng hiệu quả năng lượng trong các doanh nghiệp Việt Nam”, *Tạp chí Môi trường*, số tháng 2-2025, tr. 111-114.
21. Oh D. (2010), “A global Malmquist-Luenberger productivity index”, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 34, no. 3, pp. 183-197.
22. Pastor J.T., Lovell C.A.K. (2005), “A global Malmquist productivity index”, *Economics Letters*, vol. 88, no. 2, pp. 266-271.
23. Pham Q.A. (2015), “Internal determinants and effects of firm-level environmental performance: empirical evidences from Vietnam”, *Asian Social Science*, vol. 11, no. 4, p. 190.
24. Phung M.L., Nguyen T.T., Nguyen K.M. (2024), “FDI spillover effect on the green productivity of Vietnam manufacturing firms: the role of absorptive capacity”, *Journal of Applied Economics*, vol. 27, no. 1, article 2382653.
25. Phung M.L., Nguyen K.M. (2023), “Environmental efficiency evaluation in Vietnam textile and garment industry: Super-SBM model with undesirable output approach”, *Nature Environment and Pollution Technology*, vol. 22, no. 2, pp. 731-740.
26. Povedano-Fernández P., Pérez-López G., Zafra-Gómez J.L. (2026), “Shedding light on the environmental efficiency of the public light service: minimising light pollution through the global Malmquist-

- Luenberger index”, *International Transactions in Operational Research*, <https://doi.org/10.1111/itor.70061>.
27. Reinhard S., Knox Lovell C.A., Thijssen G.J. (2000), “Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables; estimated with SFA and DEA”, *European Journal of Operational Research*, vol. 121, no. 2, pp. 287-303.
 28. Roodman D. (2006), “How to do xtabond2: an introduction to difference and system GMM in Stata”, *CGD Working Paper*, no. 103, Center for Global Development.
 29. Tone K. (2002), “A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis”, *European Journal of Operational Research*, vol. 143, no. 1, pp. 32-41.
 30. Wooldridge J.M. (2009), “On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables”, *Economics Letters*, vol. 104, no. 3, pp. 112-114.
 31. Xiong B. (2019), *Environmental Efficiency Evaluation by Data Envelopment Analysis and Its Applications*, Doctoral dissertation, Université de Technologie de Troyes, University of Science and Technology of China.
 32. Yang D., Wang Q. (2024), “Evaluation of China’s marine aquaculture sector’s green development level using the super-efficiency slacks-based measure and global Malmquist-Luenberger index models”, *Sustainability*, vol. 16, no. 8, article 3441.
 33. Yang Y., Chih S.-H., Chiu C.-R. (2025), “Association between the environmental efficiency and corruption perception index: a dynamic alternative metafrontier SBM approach”, *Journal of Environmental Management*, vol. 374, article 124046.
 34. Younis H., Sundarakani B. (2019), “The impact of firm size, firm age and environmental management certification on the relationship between green supply chain practices and corporate performance”, *Benchmarking: An International Journal*, vol. 27, no. 1, pp. 319-346.

Ngày nhận bài : 14-10-2025

Ngày nhận bản sửa : 07-11-2025

Ngày duyệt đăng : 09-11-2025

PHỤ LỤC 1: Kết quả ước lượng FE, RE và FGLS (biến phụ thuộc: EC)

Biến số	FE	RE	FGLS
Insize	0,123*** (0,0238)	-0,0115** (0,00556)	-0,00574* (0,00348)
(Insize) ²	-0,0180*** (0,00253)	0,00125** (0,000551)	0,000725 (0,00334)
lnKL	0,00190** (0,000813)	0,00146* (0,000751)	0,00340 (0,00322)
Tech_gap	0,0866*** (0,0329)	0,0543 (0,0367)	0,0312*** (0,000498)
FS	-0,105 (0,834)	-0,900 (0,594)	-1,038 (1,585)
Herf	-0,475*** (0,0466)	-0,227*** (0,0202)	-0,160*** (0,00925)

Tác động của quy mô doanh nghiệp...

Biến số	FE	RE	FGLS
Law	0,134*** (0,00813)	0,103*** (0,00671)	0,0287 (0,0260)
Hằng số	0,524*** (0,0579)	0,807*** (0,0152)	0,825*** (0,00937)
Số quan sát	23.954	23.954	23.954
Số doanh nghiệp	3.422	3.422	3.422
Wald chi ² /F	804,76***	4.377,11***	5.220,54***
R ²	0,328	0,322	-

Ghi chú: ***, ** và * lần lượt ký hiệu mức ý nghĩa thống kê 1%, 5% và 10%;
sai số chuẩn trong ngoặc ().

Nguồn: Ước lượng của nhóm tác giả từ số liệu Tổng cục Thống kê.