Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam 2026, 24(6): 820-829 https://doi.org/10.31817/tckhnnvn.2026.24.06.9
vie.vjas.vn

HIỆU QUẢ SỬ DỤNG ĐIỆN TRONG CHĂN NUÔI LỢN THỊT TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Lê Thị Thu Hương

Khoa Kế toán và Quản trị kinh doanh, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Tác giả liên hệ: ltthuong@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 11.02.2026 Ngày chấp nhận đăng: 07.04.2026

TÓM TẮT

Với sự phát triển của hệ thống chuồng nuôi công nghiệp, điện năng đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong chăn nuôi lợn. Bài báo đo lường hiệu quả sử dụng điện và yếu tố ảnh hưởng trong chăn nuôi lợn thịt trên địa bàn thành phố Hà Nội. Nghiên cứu được tiến hành dựa trên khảo sát 122 trang trại chăn nuôi lợn, áp dụng phương pháp phân tích màng bao dữ liệu (DEA) với vector phụ và hàm hồi quy đa biến. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng hiệu quả sử dụng điện của các trang trại tương đối thấp, với giá trị bình quân là 33,20%. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện bao gồm kiểu chuồng nuôi, thời gian nuôi, mật độ nuôi, chi phí thức ăn chăn nuôi. Kết quả nghiên cứu phản ánh một thực tế là chuồng kín tiêu tốn nhiều điện hơn so với chuồng hở, đánh đổi lại việc đảm bảo điều kiện chuồng nuôi tốt hơn. Từ các phát hiện trên, nghiên cứu đề xuất một số giải pháp giúp trang trại nâng cao hiệu quả sử dụng điện như đẩy nhanh thời gian nuôi, gia tăng mật độ lợn ở mức hợp lý và nâng cao hiệu quả sử dụng thức ăn chăn nuôi.

Từ khóa: Chăn nuôi lợn, Hà Nội, hiệu quả sử dụng điện, hồi quy đa biến, phân tích màng bao dữ liệu (DEA).

Electricity Use Efficiency in Fattening Pig Production in Hanoi, Vietnam

ABSTRACT

With the development of industrial pig housing systems, electricity plays a particularly important role in pig production. The paper measured electricity use efficiency and its determinants in pig production in Hanoi. The study was based on a survey of 122 pig farms and applied Data Envelopment Analysis (DEA) with sub-vector and a multivariate regression model. The results indicate that the average electricity use efficiency of the farms was relatively low, with an average value of 33.20%. The key factors affecting electricity use efficiency included housing type, production cycle length, stocking density, and feed costs. The findings reveal that closed housing systems consumed more electricity than open housing systems, reflecting a trade-off between higher energy consumption and better-controlled housing conditions. Based on these results, the study proposed several solutions for pig farms to improve electricity use efficiency, such as shortening the production cycle, increasing stocking density at an appropriate level, and enhancing feed use efficiency.

Keywords: Pig production, electricity use efficiency, multiple linear regression, Data Envelopment Analysis (DEA).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Với sản lượng 5,2 triệu tấn thịt lợn hơi xuất chuồng, chăn nuôi lợn đóng góp 62% vào tổng sản lượng thịt tại Việt Nam (Tổng cục Thống kê, 2024). Chăn nuôi lợn đã chuyển dịch theo hướng giảm chăn nuôi nhỏ lẻ, hộ gia đình, tăng mạnh các hộ chăn nuôi công nghiệp và trang trại quy mô lớn. Trong 5 năm vừa qua, tỷ lệ chăn nuôi nông hộ giảm từ 5-7%/năm; hiện nay, sản lượng lợn sản xuất trong nông hộ nhỏ lẻ giảm còn 35-40%, sản lượng lợn sản xuất trong hộ công nghiệp và trang trại chiếm 60-65% (Chương Phượng, 2024).

Đặc thù của chăn nuôi công nghiệp quy mô lớn là hệ thống chuồng trại khép kín, đầu tư công nghệ cao, tự động hóa kiểm soát tiểu khí hậu chuồng nuôi; hệ thống thiết bị tự động cung cấp, thức ăn, nước uống (Cục Chăn nuôi, 2023). Điện năng đóng vai trò quan trọng trong chăn

nuôi lợn, đặc biệt là trong vận hành hệ thống chuồng kín (Huong & cs., 2020).

Tiết kiệm điện trong chăn nuôi đóng vai trò quan trọng vào sự phát triển bền vững ngành nông nghiệp Việt Nam vì giúp giảm chi phí sản xuất. Theo ước tính của Cục Chăn nuôi (2024), một trang trại 200 con lợn tiêu thụ khoảng 330KW, với chi phí khoảng 825.000 đồng/lứa. Theo Farmvina (2018), chi phí tiền điện để vận hành hệ thống trại nuôi kín quy mô 1.000 lợn thịt khoảng 5 triệu đồng/tháng, một lứa lợn nuôi khoảng gần 4 tháng thì chi phí tiền điện hết khoảng 20 triệu đồng. Mặt khác, theo thống kê của Tập đoàn Điện lực Việt Nam (2024), lượng khí CO_2 phát thải từ ngành nhiệt điện chiếm tới 70% tổng lượng phát thải khí nhà kính.

Thuật ngữ hiệu quả sản xuất được đưa ra bởi Färe & cs. (2013) được dùng để đo lường khả năng của một cơ sở sản xuất ra nhiều nhất các đầu ra từ lượng đầu vào hiện có (định hướng đầu ra) hoặc tối thiểu hóa việc sử dụng đầu vào trong khi vẫn giữ nguyên đầu ra (định hướng đầu vào). Tương tự như vậy, hiệu quả sử dụng điện được hiểu là khả năng giảm lượng/chi phí tiền điện tiêu thụ trong khi vẫn giữ nguyên các đầu vào và đầu ra. Cho đến nay, có một số nghiên cứu trên trên thế giới tiến hành đo lường hiệu quả sử dụng năng lượng trong chăn nuôi. Kết quả nghiên cứu của Elahi & cs. (2019), đo lường hiệu quả sử dụng năng lượng của 360 trang trại nuôi trâu hộ gia đình tại tỉnh Punjab (Pakistan), chỉ ra rằng hiệu quả sử dụng năng lượng là 0,08, cho thấy các đầu vào năng lượng đang bị sử dụng quá mức. Nghiên cứu của Azadeh & cs. (2024) xem xét hiệu quả sử dụng năng lượng trong chăn nuôi ở Iran chỉ ra rằng mức tiêu thụ năng lượng cao, lên tới 93.602,34 MJ/tấn, cho thấy sự phụ thuộc lớn vào các nguồn năng lượng không tái tạo, đặc biệt là nhiên liệu hóa thạch. Nghiên cứu của Divya & cs. (2012) đánh giá mô hình sử dụng năng lượng trong sản xuất sữa bò, dựa trên số liệu sơ cấp thu thập từ 60 hộ chăn nuôi bò sữa tại Ấn Độ. Kết quả cho thấy mức năng lượng đầu vào bình quân trên mỗi con/ngày cao nhất ở các trang trại quy mô lớn (182,59MJ), tiếp đến là trang trại quy mô trung bình (178,30MJ) và quy mô nhỏ (159,38MJ), với mức trung bình chung là 173,85MJ.

Ở Việt Nam, có rất ít nghiên cứu về sử dụng năng lượng/điện trong chăn nuôi. Theo khuyến cáo của Tập đoàn Điện lực Việt Nam (2017), trong lĩnh vực chăn nuôi, để sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả, chủ hộ cần quy hoạch chuồng trại phù hợp với diện tích, triệt để sử dụng ánh sáng và thông gió tự nhiên, hạn chế sử dụng các loại bóng đèn sợi đốt để chiếu sáng và sưởi ấm trong trang trại chăn nuôi. Đồng thời, cần xây dựng và phát triển công trình, thiết bị khí sinh học (biogas) để xử lý chất thải chăn nuôi, tạo nguồn năng lượng sinh học cần được chú trọng. Theo nghiên cứu của Farmvina (2018), chi phí tiền điện/1kg lợn hơi đối với trang trại quy mô 1.000 con với hệ thống chuồng khép kín là 200 đồng, trong khi nó là 41,25 đồng đối với trang trại có quy mô 200 con, sử dụng hệ thống chuồng hở (Cục Chăn nuôi, 2024).

Các nghiên cứu ở Việt Nam và thế giới đã đề cập đến một số khía cạnh của việc sử dụng điện trong chăn nuôi gia súc. Tuy nhiên, vẫn tồn tại một số khoảng trống nghiên cứu cần được tiếp tục làm sáng rõ. Thứ nhất, phần lớn nghiên cứu trước đây sử dụng phương pháp kỹ thuật để đo lường lượng điện hoặc năng lượng tiêu thụ/đơn vị sản phẩm. Điều này không cho chỉ ra được mối quan hệ giữa điện năng tiêu thụ và các đầu vào khác đối với đầu ra. Trong thực tế, tất cả các đầu vào và đầu ra đều có mối liên quan mật thiết với nhau. Thứ hai, cho đến thời điểm của nghiên cứu này, tại Việt Nam chưa có bất kỳ nghiên cứu nào tiến hành đo lường hiệu quả sử dụng điện trong chăn nuôi; đây là một trong những khoảng trống có ý nghĩa để tiến hành nghiên cứu này. Mục tiêu chính của nghiên cứu này là đo lường hiệu quả sử dụng điện và phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện trong chăn nuôi lợn trên địa bàn thành phố Hà Nội. Trên cơ sở sở đó, nghiên cứu đề xuất một số giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng điện, góp phần tiết kiệm chi phí, sử dụng điện tiết kiệm, hiệu quả trong lĩnh vực chăn nuôi chăn nuôi nói riêng và ngành năng lượng của Việt Nam nói chung.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chọn điểm và mẫu

Với đàn lợn khoảng 1,3 triệu con, chiếm khoảng 5% tổng số đầu lợn cả nước, Hà Nội được lựa chọn làm điểm nghiên cứu. Bên cạnh đó, hệ thống trang trại chăn nuôi ở Hà Nội rất đa dạng, bao gồm các loại hình chăn nuôi công nghiệp, bán công nghiệp và truyền thống với các quy mô lớn, vừa và nhỏ và các hình thức chăn nuôi công nghiệp và chăn nuôi tư nhân (Huong & cs., 2023). Hà Nội có 126 xã/phường, trong đó chăn nuôi lợn tập trung ở các xã như Nghĩa Phú, Xuân Mai, Phú Hòa, Quảng Bị (huyện Chương Mỹ cũ), xã Vật Lại, Cổ Đô, Bất Bạt (Huyện Ba Vì cũ), xã Thạch Thất, xã Hòa Lạc (huyện Thạch Thất cũ). Theo số liệu từ Chi cục Thú y Hà Nội (2023), tính đến 2023, Hà Nội có 45.611 cơ sở chăn nuôi lợn, trong đó có 43.256 hộ chăn nuôi và 2.355 trang trại. Trong số các trang trại, có 273 trang trại chăn nuôi công nghiệp, chiếm khoảng 11% tổng số trang trại trên địa bàn Hà Nội. Mặc dù số lượng trang trại công nghiệp không nhiều, nhưng số đầu lợn của các trang trại công nghiệp chiếm 29,71% số lượng lợn trên toàn thành phố. Các trang trại công nghiệp có đặc thù là hệ thống chuồng kín, được xây dựng theo tiêu chuẩn của các tập đoàn thức ăn chăn nuôi ký hợp đồng với chủ trại (Huong & cs., 2025). Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào loại hình chăn nuôi trang trại. Theo Nghị định 13/2020/NĐ-CP hướng dẫn thi hành Luật Chăn nuôi, những cơ sở chăn nuôi có trên 10 đơn vị vật nuôi được xếp vào quy mô trang trại. Đối với cơ sở chăn nuôi lợn thịt, số đầu lợn theo quy định là trên 50 con tại cùng thời điểm.

Vì nghiên cứu sử dụng mô hình hồi quy đa biến, nên số lượng mẫu được xác định theo công thức của Tabachnick & cs. (2013) đề xuất: $N > 50 + 8m$, trong đó N là số mẫu cần thu thập, m là số biến được sử dụng trong mô hình hồi quy. Số biến dự kiến đưa vào mô hình hồi quy Tobit là m = 9, số mẫu tối thiểu cần thu thập là 122 mẫu.

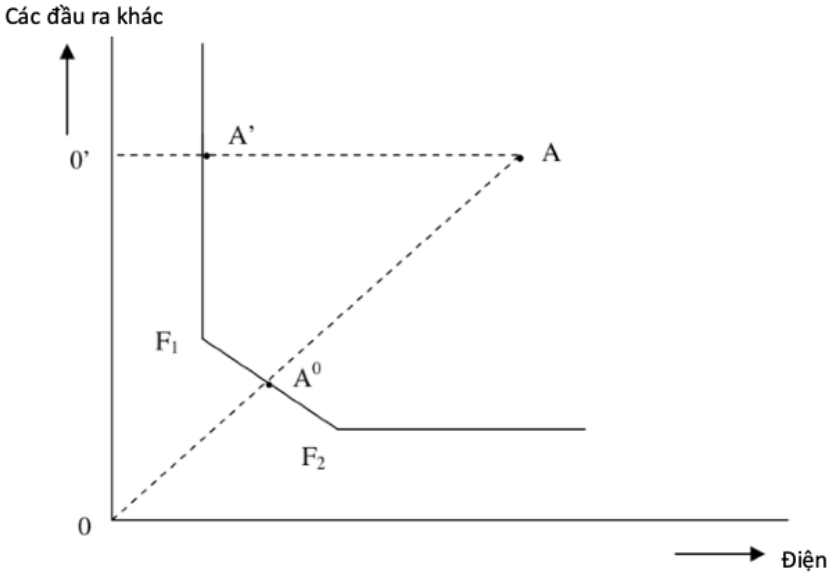
Do khó khăn trong việc tiếp cận các trang trại vì tình hình dịch bệnh, chúng tôi lựa chọn phương pháp chọn mẫu dạng lăn cầu tuyết snowballing. Chúng tôi nhờ sự giới thiệu của các chủ trang trại đã biết để tiếp cận các chủ trang trại khác. Đối tượng phỏng vấn là chủ trang trại; nội dung phỏng vấn bao gồm các thông tin chung về nhân khẩu học; tình hình sử dụng đầu vào và đầu ra trong chăn nuôi lợn; tình hình sử dụng điện năng. Tổng số lượng mẫu điều tra là 122 mẫu, tập trung ở 05 xã là Phú Nghĩa (30 mẫu), Quảng Bị (30 mẫu), Vật Lại (30 mẫu), Cổ Đô (22 mẫu), Thạch Thất (10 mẫu).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Vector phụ DEA

Phương pháp phi tham số (vector phụ DEA) và phương pháp tham số (SFA) là hai phương pháp phổ biến được sử dụng để đo lường hiệu quả sử dụng điện. Trong nghiên cứu này, phương pháp phi tham số được lựa chọn để đo lường hiệu quả sử dụng điện vì phương pháp này không đòi hỏi phải xây dựng một hàm sản xuất đặc thù như SFA và cho phép đo lường hiệu quả theo quy mô (Reinhard & cs., 2000).

Để đo lường hiệu quả sử dụng điện, nghiên cứu sử dụng phương pháp DEA với vector phụ (Fare & cs., 1994). Hiệu quả sử dụng điện là tỷ số giữa lượng điện tối thiểu (được sử dụng bởi các trang trại hoạt động hiệu quả) với lượng điện thực tế (được sử dụng bởi một trang trại nào đó), với điều kiện giữ nguyên các đầu ra và đầu vào còn lại (Hình 1). Giả sử F1 và F2 là hai trang trại hiệu quả (sử dụng ít nhất đầu vào với đầu ra quan sát được), hình thành đường biên sản xuất. Trang trại A nằm trong đường biên sản xuất nên không đạt được hiệu quả. Để đạt được hiệu quả sử dụng điện với các đầu vào và đầu ra khác cố định, trại A cần phải cắt giảm lượng điện sử dụng tại điểm A'. Tỉ số $\theta^k = 0'A'/0'A$ đo lường hiệu quả sử dụng điện của trại A, luôn nằm trong khoảng (0;1]. Trong quá trình phỏng vấn các chủ trại về lượng điện tiêu thụ theo tháng thì họ không nhớ được câu trả lời. Thay vào đó, họ nhớ số tiền điện họ phải trả hàng tháng. Do đó, thay vì việc sử dụng lượng điện tiêu thụ (KW) là biến đầu vào, chúng tôi đã sử dụng biến chi phí tiền điện.



Nguồn: Mô phỏng theo Lansink & cs. (2002).

Hình 1. Hiệu quả sử dụng điện

Hiệu quả sử dụng điện của trại thứ i được tính theo công thức 1 (CT1):

$$\text{Min}_{\theta\lambda}\theta^k$$

$$\text{Subject to} - y_i + Y\lambda \geq 0 \quad (1)$$

$$\theta^k x_i^k - X^k\lambda \geq 0 \quad (2)$$

$$x_i^{n-k} - X^{n-k}\lambda \geq 0 \quad (3)$$

$$N1'\lambda = 1 \quad (4)$$

$$\lambda \geq 0 \quad (5)$$

Trong đó:

θ là vô hướng

N1 là vector của 1

λ là vector hằng số

θ^k là hiệu quả sử dụng điện của trang trại thứ i, nằm trong đoạn (0;1]

x_i^{n-k} và X^{n-k} là đầu vào bất kỳ và các đầu vào X khi không đưa đầu vào điện vào mô hình

x_i^k và X^k là khi trong mô hình chỉ có biến đầu vào điện

Thông thường, đầu vào và đầu ra sẽ tăng cùng một tỷ lệ, người ta gọi đó là không đổi theo quy mô (constant returns to scale - CRS) và giả định là các trang trại luôn hoạt động trong quy mô tối ưu. Tuy nhiên, trong thực tế, không phải lúc nào các trang trại cũng đạt được quy mô tối ưu, và tỷ lệ tăng đầu ra khác biệt với tỷ lệ tăng đầu vào, lúc này chúng ta quan tâm đến sự thay đổi theo quy mô (variable returns to scale - VRS). Nghiên cứu này đo lường hiệu quả kỹ thuật trên cả hai khía cạnh: không đổi theo quy mô và biến đổi theo quy mô. Coelli & cs. (2002) chỉ ra rằng $SE = \theta^k_{CRS} \div \theta^k_{VRS}$

Trong đó: SE là hiệu quả theo quy mô θ^k_{CRS} và θ^k_{VRS} là hiệu quả không đổi theo quy mô và thay đổi theo quy mô. Khi SE = 1, trang trại đã đạt được quy mô sản xuất tối ưu, khi SE < 1 trang trại có thể điều chỉnh quy mô sản xuất để nâng cao hiệu quả sử dụng điện.

2.2.2. Mô hình hồi quy đa biến (OLS)

Do số lượng các trại mà chúng tôi điều tra được khá khiêm tốn (122 trang trại), có thể chưa đảm bảo tính đại diện cho địa bàn Hà Nội và sẽ được chúng tôi hoàn thiện trong các nghiên cứu trong tương lai. Để hiệu chỉnh các sai lệch trong hệ số ước lượng, chúng tôi sử dụng kỹ thuật bootstrap 2.000 lần điểm hiệu quả sử dụng điện của các trang trại giúp giảm sai số trong ước lượng (Simar & Wilson, 2007).

Bảng 1. Giải thích các biến độc lập sử dụng trong mô hình hồi quy đa biến

Tên biến	Đơn vị tính	Giải thích biến
Trình độ học vấn	Năm	Số năm đi học của chủ hộ/trại
Thời gian nuôi 1 lứa	Tháng	Thời gian từ nuôi từ khi lợn con đạt 5kg đến khi xuất chuồng (khoảng 80kg trở lên)
Mật độ lợn	Con/m^2	Tỷ lệ số lợn/diện tích chuồng nuôi
Số nái	Con	Số lượng nái hiện có
Tần suất vệ sinh chuồng trại	Lần/ngày	Số lần vệ sinh chuồng trại bình quân/ngày
Kiểu chuồng	Kín/hở	Chuồng kín có hệ thống làm mát tự động bằng quạt gió và dàn mát; chuồng hở tận dùng ánh sáng và làm mát tự nhiên
Hố tắm	Có/Không	Hố tắm có chiều sâu khoảng 10cm, thiết kế dọc chuồng để dễ dàng thu gom chất thải của lợn
Thời gian làm mát mái chuồng	Giờ/ngày	Thời gian phun nước lên mái chuồng để giảm nhiệt vào những ngày nắng nóng
Chi phí thức ăn chăn nuôi	Triệu đồng/lứa	Chi phí mua cám công nghiệp

Bảng 2. Tỷ lệ phần trăm nguồn tiêu thụ điện trong chăn nuôi lợn thịt

Kiểu chuồng		Nguồn tiêu thụ điện		
		Thông gió làm mát (%)	Bơm nước vệ sinh (%)	Chiếu sáng (%)
Chuồng kín	Trung bình	57,40	12,16	30,44
	Độ lệnh chuẩn	10,01	4,14	9,18
Chuồng hở	Trung bình	35,50	42,67	21,83
	Độ lệnh chuẩn	9,67	10,86	8,64

Ghi chú: Số liệu điều tra năm 2024.

Điểm hiệu quả sau khi đo lường bằng mô hình DEA θ^k luôn nằm trong khoảng (0; 1]. Tuy nhiên, sau khi thực hiện kỹ thuật bootstrap 2.000 lần thì điểm hiệu quả nằm trong khoảng (0,1). Do đó, chúng tôi sử dụng mô hình hồi quy đa biến để phân tích yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện. Theo Wooldridge (2016), hàm hồi quy đa biến được mô tả theo công thức 2 (CT 2):

$\theta^k = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \ldots + \beta_n X_n + U_i$ (mô hình có n biến độc lập)

Trong đó:

θ^k: Biến phụ thuộc là điểm hiệu quả sử dụng điện;

$X_1, X_2, X_3 \ldots X_n$: Biến độc lập bao gồm trình độ học vấn, thời gian nuôi 1 lứa, mật độ lợn, số nái, tần suất vệ sinh chuồng trại, kiểu chuồng, hố tắm, thời gian làm mát mái chuồng, chi phí thức ăn chăn nuôi được mô tả chi tiết trong bảng 1 (Huong & cs., 2020; Huong & cs., 2024; Ly & cs., 2016);

β_0: Hệ số chặn (contanst);

$\beta_1, \beta_2, \beta_3 \ldots \beta_n$: Các tham số hay hệ số góc - phản ánh mức độ ảnh hưởng của các biến X lên biến phụ thuộc θ^k;

U_i: Phần sai số là phần biến thiên của biến phụ thuộc θ^k chịu ảnh hưởng ngoài các biến X đưa vào mô hình.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Nguồn tiêu thụ điện trong chăn nuôi lợn

Nguồn tiêu thụ điện trong chăn nuôi lợn bao gồm (i) quạt thông gió làm mát, (ii) bơm nước chạy giàn mát và vệ sinh chuồng trại; (iii) hệ thống đèn chiếu sáng, đèn sưởi và các thiết bị khác. Tỷ lệ phần trăm điện được tiêu thụ từ các nguồn đối với 2 hệ thống chuồng kín và chuồng hở được mô tả trong bảng 1. Theo Huong & cs. (2020), chuồng kín là kiểu chuồng sử dụng hệ thống làm mát tự động trong khi chuồng hở thì lấy không khí và ánh sáng tự nhiên. Kết quả trình bày trong bảng 2 cho thấy, đối với mô hình

chuồng kín, điện năng được sử dụng chủ yếu cho hệ thống quạt thông gió làm mát, chiếm 57,40% lượng điện tiêu thụ. Điện năng dùng cho bơm nước và vệ sinh chuồng kín chiếm tỷ lệ thấp hơn (12,16%), trong khi tỷ lệ này ở chuồng hở là 42,67%, phản ánh thực tế là chuồng hở sử dụng nhiều điện để bơm nước vệ sinh sàn chuồng và phun nước làm mát mái chuồng vào mùa nắng nóng (Huong & cs., 2020). Ngược lại, tỷ lệ điện cho chiếu sáng trong chuồng kín là 30,44%, cao hơn so với chuồng hở cho thấy sự phụ thuộc lớn vào ánh sáng nhân tạo, do đặc điểm khép kín của chuồng nuôi.

Đối với chuồng hở, cơ cấu tiêu thụ điện có sự khác biệt rõ rệt. Điện năng sử dụng cho thông gió và làm mát chỉ chiếm 35,50%, thấp hơn đáng kể so với chuồng kín, do mô hình này chủ yếu tận dụng thông gió tự nhiên. Trong khi đó, điện cho bơm nước và vệ sinh chiếm tỷ trọng cao nhất (42,67%), phản ánh nhu cầu lớn về nước trong làm mát, xịt rửa chuồng trại. Điện cho chiếu sáng chiếm tỷ lệ thấp hơn so với chuồng kín (21,83%), do khả năng tận dụng ánh sáng tự nhiên.

3.2. Hiệu quả sử dụng điện

Bảng 3 trình bày thống kê mô tả các biến đầu vào và đầu ra được sử dụng trong mô hình DEA nhằm đánh giá hiệu quả sử dụng điện trong chăn nuôi lợn. Độ lệch chuẩn tương đối lớn cho thấy mức độ sử dụng yếu tố đầu và đầu ra giữa các cơ sở chăn nuôi có sự khác biệt rất lớn, phản ánh tính không đồng nhất trong lĩnh vực chăn nuôi lợn hiện nay.

Bảng 4 trình bày sự phân bổ số lượng các trang trại theo các nhóm điểm hiệu quả sử dụng điện, được ước lượng bằng mô hình DEA với kỹ thuật không đổi theo quy mô (CRS), biến đổi theo quy mô (VRS) và hiệu quả theo quy mô (SE). Kết quả cho thấy có sự khác biệt về phân bổ các trang trại theo các nhóm điểm hiệu quả.

Xét theo hiệu quả không đổi theo quy mô, phần lớn các trang trại tập trung ở nhóm có hiệu quả thấp. Cụ thể có tới hơn 50% số trang trại có điểm hiệu quả dưới 20%. Chỉ có 16,39% số trang trại đạt điểm hiệu quả bằng 100, tức là nằm trên đường biên sản xuất tối ưu. Điều này cho thấy đa số các trang trại chưa đạt được hiệu quả kỹ thuật trong điều kiện không đổi theo quy mô. Giá trị trung bình của điểm hiệu quả sử dụng điện là 33,2%, có nghĩa là các trang trại có thể cắt giảm 66,8% lượng điện sử dụng mà không làm ảnh hưởng đến sản lượng.

Mô hình hiệu quả thay đổi theo quy mô cho phép các trang trại có thể tối ưu hóa việc sử dụng đầu vào xét trên quy mô riêng biệt của trang trại. Theo mô hình này, cho thấy bức tranh khả quan hơn về điểm hiệu quả sử dụng điện. Tỷ lệ trang trại đạt hiệu quả bằng 100% tăng lên đáng kể, đạt 30,33%. Đồng thời, tỷ trọng các trang trại ở nhóm hiệu quả thấp dưới 20% chỉ còn khoảng 13%. Điểm trung bình hiệu quả sử dụng điện đã tăng lên gần gấp đôi so với CRS, ở mức 62,18%, cho thấy các trang trại có thể tiết kiệm 37,82% chi phí tiền điện mà không ảnh hưởng đến hoạt động sản xuất. Điều này chỉ ra, khi loại bỏ ảnh hưởng của quy mô sản xuất, nhiều trang trại đang sử dụng điện tương đối hiệu quả về mặt kỹ thuật. Sự chênh lệch giữa CRS và VRS hàm ý rằng hiệu quả sử dụng điện của nhiều trang trại bị hạn chế do tính kinh tế theo quy mô.

Bảng 3. Tóm tắt các đầu vào và đầu ra trong mô hình DEA đo lường hiệu quả sử dụng điện trong chăn nuôi lợn

	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Thức ăn chăn nuôi (tấn/lứa)	276,41	305,39	19,64	1225,00
Con giống (triệu đồng/lứa)	724,41	790,72	40,00	3499,98
Lao động (công/lứa)	372,73	489,63	14,43	2399,99
Chi phí cố định (triệu đồng/lứa)	112,34	163,25	2,00	1096,00
Chi phí điện (triệu đồng/lứa)	45,21	57,15	0,90	294,00
Chi phí khác (triệu đồng/lứa)	198,83	223,44	2,00	1000,00
Sản lượng lợn hơi xuất chuồng (tấn/lứa)	114,87	123,50	9,00	550,00

Ghi chú: Số liệu điều tra năm 2024

Bảng 4. Thống kê số lượng các trang trại theo nhóm điểm hiệu quả sử dụng điện

Nhóm điểm hiệu quả	CRS		VRS		SE	
	Số lượng	%	Số lượng	%	Số lượng	%
$0 < \theta^k \leq 10$	26	21,31	5	4,10	8	6,56
$10 < \theta^k \leq 20$	38	31,15	11	9,02	12	9,84
$20 < \theta^k \leq 30$	7	5,74	18	14,75	24	19,67
$30 < \theta^k \leq 40$	8	6,56	9	7,38	16	13,11
$40 < \theta^k \leq 50$	5	4,10	12	9,84	6	4,92
$50 < \theta^k \leq 60$	3	2,46	7	5,74	9	7,38
$60 < \theta^k \leq 70$	3	2,46	9	7,38	7	5,74
$70 < \theta^k \leq 80$	4	3,28	6	4,92	6	4,92
$80 < \theta^k \leq 90$	4	3,28	5	4,10	6	4,92
$90 < \theta^k < 100$	4	3,28	3	2,46	8	6,56
100	20	16,39	37	30,33	20	16,39
Giá trị trung bình (%)	33,20		62,18		50,22	
Độ lệch chuẩn	36,04		34,32		33,26	

Ghi chú: CRS, VRS, SE lần lượt là hiệu quả sử dụng điện không đổi, biến đổi và hiệu quả theo quy mô

Bảng 5. Thống kê các biến sử dụng trong mô hình phân tích yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện

Các biến	Giá trị trung bình số lượng	Độ lệch chuẩn	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
Điểm hiệu quả sử dụng điện[(a)] (%)	40,86	20,43	1,21	65,96
Trình độ học vấn (năm)	8,57	3,74	0,00	17,00
Thời gian nuôi/lứa (tháng)	5,78	0,82	4,00	8,00
Mật độ lợn (con/m^2)	0,49	0,24	0,02	0,82
Số nái (con)	2,99	4,61	0,00	17,00
Tần suất vệ sinh chuồng trại (lần/ngày)	1,90	0,50	1,00	3,00
Loại chuồng nuôi:				
Chuồng kín	59			
Chuồng hở	63			
Hố tắm				
Có	90			
Không	32			
Thời gian làm mát mái chuồng (giờ)	1,58	3,12	0,00	10,00
Chi phí thức ăn chăn nuôi (triệu đồng)	2,37	0,32	1,93	3,63

Ghi chú: [(a)]: Điểm hiệu quả VRS đã được bootstrap 2000 lần để hạn chế sai số chọn mẫu.

Kết quả phân tích hiệu quả theo quy mô củng cố thêm nhận định trên. Chỉ có 16,39% các trang trại đạt hiệu quả quy mô, trong khi phần lớn các trang trại phân bố ở nhóm hiệu quả thấp dưới 40%. Điều này cho thấy đa số các trang trại chưa vận hành ở quy mô tối ưu, dẫn đến việc sử dụng điện chưa đạt được hiệu quả tốt nhất. Trong dài hạn, hiệu quả sử dụng điện có thể tăng lên nhờ việc điều chỉnh quy mô phù hợp.

3.3. Yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện

Bảng 5 trình bày thống kê các biến sử dụng trong mô hình hồi quy đa biến phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện. Biến phụ thuộc là điểm hiệu quả sử dụng điện theo VRS, được bootstrap 2.000 lần để giảm sai số trong chọn mẫu (Simar & Wilson, 2007).

Bảng 6. Yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện trong chăn nuôi lợn

Các biến	Hệ số hồi quy	Sai số chuẩn
Trình độ học vấn (năm)	0,54	0,54
Thời gian nuôi/lứa (tháng)	-4,60*	2,63
Mật độ lợn (con/m^2)	21,08**	10,48
Số nái (con)	-0,94*	0,55
Tần suất vệ sinh chuồng trại (lần/ngày)	-9,31**	4,26
Kiểu chuồng (hở)	24,43***	7,28
Hố tắm (không)	-6,89	6,19
Thời gian làm mát mái chuồng (giờ)	1,22	0,70
Chi phí thức ăn chăn nuôi (triệu đồng)	-16,73**	7,50
Hệ số chặn	99,49***	23,32
Số quan sát	122	
Prob > F	0,0004	
R-squared	0,3066	
Giá trị trung bình VIF	1,7	

Ghi chú: *: *P <0,1;* **: *P <0,05;* ***: *P <0.*

Các biến được lựa chọn đưa vào trong mô hình liên quan đến các đặc điểm nhân khẩu học (trình độ học vấn của chủ trại), đặc điểm sản xuất (thời gian nuôi/lứa, số lượng nái, chi phí thức ăn), đặc điểm chuồng nuôi (kín/hở, mật độ lợn, có hố tắm hay không, tần suất vệ sinh, làm mát mái chuồng).

Bảng 6 trình bày kết quả hồi quy các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện trong chăn nuôi lợn. Các biến được kiểm tra tương quan trước khi đưa vào mô hình; hệ số VIF bình quân là 1,7 cho thấy không tồn tại hiện tượng đa cộng tuyến nghiêm trọng giữa các biến giải thích. Giá trị Prob > F nhỏ hơn 0,01 chứng tỏ các biến độc lập khi xét đồng thời có ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện trong chăn nuôi lợn. Hệ số R2 đạt 0,3066 cho thấy khoảng 30,66% biến thiên của điểm hiệu quả được giải thích bởi các biến trong mô hình. Mặc dù mức giải thích chưa cao, đây là kết quả chấp nhận được trong các nghiên cứu thực nghiệm cấp trang trại, nơi hiệu quả sản xuất còn chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố quan sát khác.

Xét từng biến cụ thể, thời gian nuôi có tác động âm đến hiệu quả sử dụng điện, theo đó, mỗi tháng tăng lên làm giảm hiệu quả sử dụng điện đến 4,6%. Mật độ lợn có tác động dương đến hiệu quả sử dụng điện và biên độ tác động tương đối lớn (21,08%). Số lợn nái tăng lên làm giảm hiệu quả sử dụng điện, nhưng mức giảm không đáng kể (0,94%). Một trong những yếu tố tác động mạnh nhất đến hiệu quả sử dụng điện chính là kiểu chuồng nuôi, theo đó, chuồng hở sẽ giúp nâng cao hiệu quả sử dụng điện lên 24,43%. Bên cạnh đó, chi phí thức ăn cũng là một biến có ảnh hưởng lớn (16,73%), làm giảm hiệu quả sử dụng điện.

4. THẢO LUẬN

Kết quả đo lường hiệu quả sử dụng điện của trang trại chăn nuôi theo CRS, VRS và SE cho thấy hầu hết các trang trại chưa sử dụng điện một cách hiệu quả. Điều này chỉ ra rằng vẫn còn có các cách thức để trang trại chăn nuôi lợn tiết kiệm chi phí tiền điện mà không ảnh hưởng đến sản lượng sản xuất và các yếu tố đầu vào khác. Hiệu quả quy mô SE khoảng 50%, chỉ ra rằng hầu hết các trang trại chưa hoạt động trên một quy mô tối ưu. Điều này có thể được lý giải rằng quy mô của các trang trại điều tra chưa đồng nhất, có những trang trại chăn nuôi công nghiệp có quy mô lớn, có những trang trại tư nhân có quy mô nhỏ. Việc không đồng nhất về quy mô chăn nuôi sẽ dẫn đến điểm hiệu quả theo quy mô có sự chênh lệch lớn (Huong & cs., 2024). Nghiên cứu về việc sử dụng năng lượng trong chăn nuôi trên thế giới cũng có kết quả tương tự rằng các trang trại còn rất nhiều tiềm năng để cắt giảm năng lượng sử dụng (Elahi & cs., 2019).

Về yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng năng lượng, thời gian nuôi có tác động âm; điều này cho thấy hiệu quả giảm không chỉ do điện tăng mà do năng suất biên của đầu vào giảm dần, trong khi tốc độ tăng trong giảm dần ở giai đoạn cuối chu kỳ chăn nuôi, khi lợn đã đạt trọng lượng từ 100-120kg, chuẩn bị xuất chuồng (Kusec & cs., 2008). Điều này gợi ý giải pháp rằng lợn cần được xuất chuồng (bán) ngay khi đạt trọng lượng tối ưu, sẽ giúp giảm được chi phí tiền điện. Mặc dù vậy, giá cả cũng là yếu tố quan trọng để trang trại quyết định thời điểm xuất chuồng.

Mật độ lợn ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện, theo đó khi tăng mật độ lợn lên thì sẽ giúp tăng hiệu quả sử dụng điện. Điều này có thể được lý giải rằng việc tối ưu hóa không gian chuồng nuôi giúp tiết kiệm điện và nước trong vệ sinh và làm mát chuồng (Huong & cs., 2020). Tuy nhiên, trang trại cũng cần xác định mật độ nuôi hợp lý để đảm bảo sức khỏe vật nuôi. Lee & cs. (2016) chỉ ra rằng mật độ chăn nuôi tối ưu nên là 1,10 đến 1,27 m^2/con.

Số lượng nái tăng lên làm giảm nhẹ hiệu quả sử dụng điện, do trong quy trình chăn nuôi lợn đẻ thì các trại phải thắp đèn úm lợn lợn 10-15 ngày. Lượng điện năng tiêu thụ trong giai đoạn này là tương đối lớn. Một yếu tố khác ảnh hưởng tiêu cực đến hiệu quả sử dụng điện là chi phí thức ăn chăn nuôi. Mặc dù không có sự liên quan trực tiếp đến hiệu quả sử dụng điện, nhưng có thể được giải thích thông qua mô hình DEA - một mô hình được xây dựng dựa trên tất cả các đầu vào như thức ăn chăn nuôi, chi phí giống, lao động, khấu hao, chi phí khác… Trong DEA, hiệu quả là hàm của toàn bộ vector đầu vào. Do đó, biến nào làm tăng đầu vào mà không làm tăng đầu ra tương ứng sẽ làm giảm hiệu quả.

Kiểu chuồng là một trong những yếu tố đặc biệt quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện. Theo đó, kiểu chuồng kín sẽ làm giảm hiệu quả sử dụng điện so với kiểu chuồng hở truyền thống. Để vận hành hệ thống làm mát, kiểm soát điều kiện khí hậu chuồng nuôi, chuồng kín sử dụng lượng lớn điện để chạy quạt thông gió và bơm nước vào các giàn mát (Huong & cs., 2020). Có thể thấy rằng hiệu quả sử dụng điện thấp không có nghĩa là hiệu quả tổng thể thấp. Đánh đổi chi phí tiền điện lớn, khả năng kiểm soát khí hậu và dịch bệnh của chuồng kín sẽ tốt hơn chuồng hở; đó đó, chuồng kín vẫn là hệ thống chuồng trại được khuyến khích sử dụng ở các trang trại quy mô lớn.

Hạn chế của nghiên cứu: Nghiên cứu còn tồn tại một số hạn chế để các nghiên cứu sau tiếp tục khắc phục và phát triển. Thứ nhất, số lượng mẫu điều tra còn khiêm tốn, có thể chưa đảm bảo tính đại diện cho chăn nuôi lợn trên địa bàn thành phố Hà Nội. Thứ hai, việc sử dụng chi phí tiền điện thay vì lượng điện tiêu thụ (KW) có thể chưa phản ánh chính xác hiệu quả kỹ thuật trong sử dụng điện. Thứ ba, các nghiên cứu trong tương lai có thể phân tích tác động của ứng dụng công nghệ tiết kiệm điện, tối ưu hệ thống thông gió, kiểm soát tự động nhiệt độ, chính sách năng lượng… đến hiệu quả sử dụng điện trong trang trại chăn nuôi, để đưa ra giải pháp trong vấn đề sử dụng điện.

5. KẾT LUẬN

Điện năng đóng vai trò quan trọng trong chăn nuôi lợn, đặc biệt là trong chăn nuôi lợn quy mô công nghiệp. Do đó, nâng cao hiệu quả sử dụng điện năng góp phần làm giảm chi phí, giúp giảm phát thải khí nhà kính trong chăn nuôi. Nghiên cứu tiến hành đo lường hiệu quả sử dụng điện và yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng điện trong chăn nuôi lợn. Nghiên cứu này không những đóng góp về mặt thực tiễn mà còn là nghiên cứu đầu tiên ở Việt Nam tiến hành đo lường hiệu quả sử dụng điện trong chăn nuôi bằng việc áp dụng phương pháp phân tích màng bao dữ liệu (DEA).

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng hiệu quả sử dụng điện của các trang trại chăn nuôi lợn thịt trên địa bàn Hà Nội còn thấp, vẫn còn nhiều tiềm năng để nâng cao. Một số yếu tố ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả sử dụng điện bao gồm kiểu chuồng nuôi, thời gian nuôi, mật độ nuôi và chi phí thức ăn. Kết quả phản ánh thực tế là chuồng hở có hiệu quả sử dụng điện cao hơn so với chuồng kín. Một số giải pháp được đưa ra để giúp các trang trại tiết kiệm điện là: đẩy nhanh thời gian nuôi; tăng mật độ lợn ở mức phù hợp và thực hiện tiết kiệm chi phí thức ăn chăn nuôi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Azadeh S., Parashkoohi M.G., Zamani D.M. & Firouzi S. (2024). A Comprehensive Study on Evaluating

the Environmental Effects and Energy Use Efficiency of Producing Animal Feed from Sugarcane Bagasse. Sugar Tech. 26(6): 1676-1689. https://doi.org/10.1007/s12355-024-01433-w

Chi cục Thú y Hà Nội (2023). Báo cáo tình hình chăn nuôi trên địa bàn thành phố Hà Nội năm 2023.

Chương Phượng (2024). Chăn nuôi lợn theo quy mô trang trại chiếm ưu thế nhưng vẫn phát triển thiếu bền vững. Truy cập từ https://vneconomy.vn/chan-nuoi-lon-theo-quy-mo-trang-trai-chiem-uu-the-nhung-van-phat-trien-thieu-ben-vung.htm ngày 20/01/2026.

Coelli T., Rahman S. & Thirtle C. (2002). Technical, allocative, cost and scale efficiencies in Bangladesh rice cultivation: a non-parametric approach. Journal of Agricultural Economics, 53(3): 607-626.

Cục Chăn nuôi (2023). Tổng quan về ngành chăn nuôi lợn của Việt Nam giai đoạn 2019-2023 (P3): Về môi trường và công nghệ chăn nuôi. Hội nghị Thực trạng phát triển chăn nuôi lợn và giải pháp phát triển bền vững trong tình hình mới, Hà Nội, truy cập từ https://nhachannuoi.vn/tong-quan-ve-nganh-chan-nuoi-lon-cua-viet-nam-giai-doan-2019-2023-p3-ve-moi-truong-va-cong-nghe-chan-nuoi/ ngày 20/01/2026.

Cục Chăn nuôi (2024). Bảng tính giá thành chăn nuôi lợn thịt quy mô 200 con. Chăn nuôi Việt Nam, truy cập từ https://nhachannuoi.vn/bang-tinh-gia-thanh-chan-nuoi-lon-thit-quy-mo-200-con/ ngày 20/01/2026.

Divya P., Prabu M., Pandian A.S.S., Senthilkumar G. & Varathan B.J. (2012). Energy use efficiency in dairy farming of Tamilnadu. Indian J. Energy. 1: 50-55.

Elahi E., Weijun C., Jha S.K. & Zhang H. (2019). Estimation of realistic renewable and non-renewable energy use targets for livestock production systems utilising an artificial neural network method: A step towards livestock sustainability. Energy. 183:191-204. /https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.06.084

Fare R., Färe R., Fèare R., Grosskopf S. & Lovell C.K. (1994). Production frontiers. Cambridge university press.

Färe R., Grosskopf S. & Lovell C.K. (2013). The measurement of efficiency of production. Springer Science & Business Media.

Farmvina (2018). Chi phí nuôi heo công nghiệp trại 1.000 con. Truy cập từ https://nhachannuoi.vn/chi-phi-nuoi-heo-cong-nghiep-trai-1-000-con/comment-page-1/ ngày 20/01/2026.

Huong L.T.T., Duy L.V., Hoa B.P.K., Nga B.T. & Phuong N.V. (2025). Does Formal Contract Farming Improve the Technical Efficiency of Livestock Farmers? A Case Study of Fattening Pig Production in Hanoi, Vietnam. Sustainability. 17(8): 3557.

Huong L.T.T., Takahashi Y., Duy L.V., Chung D.K. & Yabe M. (2023). Development of Livestock Farming System and Technical Efficiency: A Case Study on Pig Production in Vietnam.

Huong L.T.T., Takahashi Y., Nomura H., Van Duy L., Son C.T. & Yabe M. (2020). Water-use efficiency of alternative pig farming systems in Vietnam. Resources, Conservation and Recycling. 161: 104926. doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104926

Huong L.T.T., Takahashi Y., Van Duy L., Duong P.B., Chung D.K., Son C.T., Nui N.H. & Yabe M. (2024). Feeding modes and technical efficiency of small pig holders in Vietnam: a case study in Hanoi. Environment, Development and Sustainability. https://doi.org/10.1007/s10668-024-04610-9.

Kusec G., Kralik G., Djurkin I., Baulain U. & Kallweit E. (2008). Optimal slaughter weight of pigs assessed by means of the asymmetric S-curve. Czech Journal of Animal Science. 53(3): 98.

Lansink A.O., Pietola K. & Bäckman S. (2002). Effciency and productivity of conventional and organic farms in Finland 1994-1997. European Review of Agricultural Economics. 29(1): 51-65. https://doi.org/10.1093/erae/29.1.51

Lee J.H., Choi H.L., Heo Y.J. & Chung Y.P. (2016). Effect of Floor Space Allowance on Pig Productivity across Stages of Growth: A Field-scale Analysis. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 29(5): 739-746. doi.org/10.5713/ajas.15.0404.

Ly N.T., Nanseki T. & Chomei Y. (2016). Technical Efficiency and Its Determinants in Household Pig Production in Vietnam: A DEA Approach. The Japanese Journal of Rural Economics. 18: 56-61.

Nguyễn Kiểm (2024). Chăn nuôi lợn và bài toán phát triển bền vững. Truy cập từ https://www.qdnd.vn/kinh-te/cac-van-de/chan-nuoi-lon-va-bai-toan-phat-trien-ben-vung-791175 ngày 20/01/2026.

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. 121(2): 287-303. doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00218-0

Simar L. & Wilson P.W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. Journal of Econometrics. 136(1): 31-64. doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009.

Tabachnick B.G., Fidell L.S. & Ullman J.B. (2013). Using multivariate statistics (Vol. 6). pearson Boston, MA.

Tập đoàn Điện lực Việt Nam (2017). Bí quyết tiết kiệm điện cho hộ chăn nuôi. Truy cập từ https://www.evn.com.vn/d/vi-VN/news/Bi-quyet-tiet-kiem-dien-cho-ho-chan-nuoi-60-25-20369 ngày 22/01/2026.

Tập đoàn Điện lực Việt Nam (2024). Một số số liệu tổng quan về nguồn điện toàn quốc năm 2023, Truy cập từ https://evn.com.vn/d6/news/Mot-so-so-lieu-tong-quan-ve-nguon-dien-toan-quoc-nam-2023-66-142-124707.aspx ngày 23/01/2026.

Tổng cục Thống kê (2024). Niên giám thống kê Việt Nam 2024. Nhà xuất bản Thống kê.

Wooldridge J.M. (2016). Introductory econometrics: A modern approach. Nelson Education.