

XÁC ĐỊNH PHƯƠNG ÁN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO CỠ NHỎ CHO HỘ GIA ĐÌNH BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÍCH HỢP RA QUYẾT ĐỊNH ĐA TIÊU CHÍ

DETERMINING SMALL-SCALE RENEWABLE ENERGY SOLUTIONS FOR HOUSEHOLDS USING INTEGRATED MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING

Nguyễn Văn Thành¹, Nguyễn Hồng Nhung², Thái Hoàng Tuyết Nhi¹,
Nguyễn Việt Tịnh¹, Tống Chí Thông¹

¹Khoa Thương mại, Trường Đại học Văn Lang

²Viện Quốc tế, Trường Đại học Kinh tế Thành Phố Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Tình hình năng lượng hiện nay đang đối mặt với nhiều thách thức, đặc biệt là trong việc cung cấp năng lượng cho hộ gia đình. Sự phát triển không đồng đều, sự gia tăng về tiêu thụ năng lượng, và tác động tiêu cực đến môi trường là những vấn đề cấp bách đòi hỏi sự chuyển đổi sang nguồn năng lượng tái tạo. Việc này không chỉ giúp giảm áp lực lên nguồn năng lượng truyền thống mà còn tạo ra lợi ích môi trường và tài chính. Qua đó, nghiên cứu này tập trung vào phát triển một phương pháp tích hợp ra quyết định đa tiêu chí để giúp hộ gia đình chọn lựa phương án năng lượng tái tạo phù hợp nhất. Nghiên cứu nhấn mạnh sự quan trọng của tính toàn diện trong quyết định, bao gồm cả khía cạnh kỹ thuật, tài chính, môi trường và ý kiến của cộng đồng. Điều này giúp đảm bảo rằng giải pháp năng lượng tái tạo được chọn lựa không chỉ đáp ứng nhu cầu cụ thể mà còn đóng góp tích cực vào bối cảnh năng lượng bền vững toàn cầu.

Từ khóa: Solar panel; Fuzzy AHP; TOPSIS; Energy.

ABSTRACT

The current energy landscape is facing various challenges, particularly in supplying energy to households. Uneven development, increasing energy consumption, and adverse environmental impacts are urgent issues that demand a transition to renewable energy sources. This shift not only alleviates pressure on traditional energy sources but also yields environmental and financial benefits. This study aims to develop an integrated multi-criteria decision-making method to assist households in selecting the most suitable renewable energy solution. The research emphasizes the importance of a comprehensive approach to decision-making, incorporating technical, financial, environmental aspects, and community opinions. This ensures that the chosen renewable energy solution not only meets specific needs but also positively contributes to the global context of sustainable energy.

Keywords: Solar panel; Fuzzy AHP; TOPSIS; Energy.



1. GIỚI THIỆU

Việt Nam đã tiến hành nhiều nghiên cứu về năng lượng tái tạo, tập trung chủ yếu vào quy mô công nghiệp và lưới điện quốc gia. Tuy nhiên, nghiên cứu về năng lượng tái tạo quy mô hộ gia đình vẫn còn hạn chế và thiếu sự tích hợp giữa các tiêu chí quan trọng như hiệu suất, chi phí, và tác động môi trường [1, 2]. Còn đối với các nước phát triển, đã có nhiều nghiên cứu về phương án năng lượng tái tạo cỡ nhỏ cho hộ gia đình. Các công trình nghiên cứu tập trung vào việc phát triển các hệ thống tích hợp sử dụng nhiều nguồn năng lượng tái tạo khác nhau như năng lượng mặt trời, gió, thủy điện, và pin năng lượng. Một số nghiên cứu đã đạt được những kết quả khả thi về việc tích hợp nhiều nguồn năng lượng tái tạo trong hộ gia đình. Điều này đã giúp tăng hiệu suất sử dụng năng lượng và giảm chi phí [3]. Các hệ thống điều khiển thông minh đã được phát triển để tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng từ các nguồn khác nhau, đáp ứng nhu cầu năng lượng của hộ gia đình một cách hiệu quả [4].

Tuy nhiên, để có thể đưa ra lựa chọn đầu tư và sử dụng năng lượng tái tạo quy mô hộ gia đình vẫn còn những hạn chế như: Chi phí đầu tư ban đầu để cài đặt các hệ thống năng lượng tái tạo cỡ nhỏ vẫn cao, khiến cho hộ gia đình còn e ngại, thiếu kiến thức và kỹ năng về lĩnh vực năng lượng tái tạo trong cộng đồng là một vấn đề. Người dân cần được phổ cập kiến thức và hỗ trợ để hiểu rõ về lợi ích và cách sử dụng các hệ thống này. Mục đích nghiên cứu của đề tài là nghiên cứu và phân tích các phương án tích hợp năng lượng tái tạo cỡ nhỏ dựa trên các tiêu chí quan trọng như hiệu suất, chi phí, và tác động môi trường bằng cách phát triển mô hình tích hợp và công cụ hỗ trợ quyết định đa tiêu chí để giúp người dân lựa chọn phương án phù hợp nhất cho hộ gia đình của họ. Điều này

có tiềm năng giúp giảm tải lưới điện quốc gia, bảo vệ môi trường, và cải thiện chất lượng cuộc sống của người dân.

2. LƯỢC KHẢO TÀI LIỆU

Các mô hình MCDM đã được áp dụng rộng rãi để hỗ trợ những người ra quyết định giải quyết các vấn đề ra quyết định trong nhiều ngành, chẳng hạn như đánh giá và lựa chọn nhà cung cấp [5 – 8], phát triển dự án năng lượng tái tạo [9, 10]. Nhiều nghiên cứu trong số này kết hợp lý thuyết tập hợp mờ vào các phương pháp MCDM để tạo ra các mô hình MCDM mờ cho phép các mô hình này thực hiện trong quá trình ra quyết định không chắc chắn [11-13].

Chia-Nan Wang và cộng sự [14] đã sử dụng kỹ thuật SF-AHP và WASPAS để xếp hạng các địa điểm xây dựng nhà máy điện gió ngoài khơi tại Việt Nam. Kết quả phân tích độ nhạy và phân tích so sánh cho thấy khung quyết định là thực tế và có khả năng phục hồi. Các tiêu chí và kỹ thuật đánh giá được đề xuất trong bài viết này có thể đóng vai trò là nền tảng lý thuyết cho những tiến bộ trong năng lượng gió ngoài khơi và phát triển ven biển. Yasir Ahmed Solangi và cộng sự [15] đã sử dụng phương pháp AHP để đánh giá và ưu tiên các rào cản và rào cản phụ về năng lượng tái tạo. Phương pháp F-TOPSIS sau đó được sử dụng để đánh giá các lựa chọn cho việc áp dụng lâu dài công nghệ năng lượng tái tạo. Kết quả tiếp cận AHP cho thấy những rào cản quan trọng nhất đối với việc triển khai công nghệ năng lượng tái tạo là "Kinh tế & Tài chính", "Chính trị & Chính sách" và "Thị trường". Sonal Sindhu và cộng sự [16] đã kết hợp hai phương pháp Đánh giá Đa tiêu chí (MCE): AHP và F-TOPSIS. Theo nghiên cứu, địa điểm tốt nhất để lắp đặt năng lượng mặt trời là Rohtak, tiếp theo là Chandigarh, Gurgaon và Hisar ở bang Haryana của Ấn Độ. Mục tiêu của

cuộc điều tra là đề xuất một khung hỗ trợ quyết định hiệu quả, hiệu quả và có hệ thống mà các nhà hoạch định chính sách ở Ấn Độ có thể sử dụng để đánh giá lựa chọn địa điểm trang trại năng lượng mặt trời có thể chấp nhận được.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Mô hình phân tích thứ bậc mờ - Fuzzy Analytic Hierarchy Process model (FAHP)

Bước 1: Hình thành ma trận so sánh cặp.

$$\widetilde{K}^k = \begin{bmatrix} \widetilde{k}_{11}^J & \widetilde{k}_{12}^J & \dots & \widetilde{k}_{1n}^J \\ \widetilde{k}_{21}^J & \widetilde{k}_{22}^J & \dots & \widetilde{k}_{2n}^J \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \widetilde{k}_{n1}^J & \widetilde{k}_{n2}^J & \dots & \widetilde{k}_{nn}^J \end{bmatrix} \quad (1)$$

Trong đó:

$\widetilde{K}^J$ là ma trận so sánh cặp của số mờ;

$\widetilde{K}_{nn}^J$ là giá trị trung bình của số mờ hình tam giác khi so sánh cặp ưu tiên giữa các phần tử.

$$I_{\alpha,\beta}(\bar{\alpha}_{ij}) = [\beta \cdot f_{\alpha}(L_{ij}) + (1-\beta) \cdot f_{\alpha}(U_{ij})]; \quad 0 \leq \beta \leq 1, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (2)$$

Trong đó:

$$f_{\alpha}(L_{ij}) = (M_{ij} - L_{ij}) \cdot \alpha + L_{ij} \quad (3)$$

$$f_{\alpha}(U_{ij}) = U_{ij} - (U_{ij} - M_{ij}) \cdot \alpha \quad (4)$$

Đối xứng qua đường chéo trong ma trận, ta có:

$$I_{\alpha,\beta}(\bar{\alpha}_{ij}) = \frac{1}{I_{\alpha,\beta}(\bar{\alpha}_{ji})};$$

$$0 \leq \beta \leq 1, 0 \leq \alpha \leq 1, i > j \quad (5)$$

Thành lập ma trận số thực như sau:

$$Q = (q_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & 1 & \dots & q_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & q_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Bước 2: Tính toán giá trị riêng lớn nhất.

$$|Q - \lambda_{\max} \cdot I| = 0. \quad (7)$$

Trong đó:

$\lambda_{\max}$ là giá trị riêng lớn nhất của ma trận. Q là ma trận so sánh cặp giữa các tiêu

chí.

I là ma trận cùng cấp với ma trận Q.

- Bước 4: Kiểm tra lại ma trận.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (8)$$

Kết quả của $CR \leq 0,1$ thì đạt yêu cầu, ngược lại nếu $CR \geq 0,1$ thì ta phải tiến hành đánh giá từ đầu.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - a}{a - 1} \quad (9)$$

Trong đó: $\lambda_{\max}$ là giá trị riêng lớn nhất của ma trận; a là số tiêu chí.

3.2. Phương pháp TOPSIS

Để thực hiện phương pháp TOPSIS, bao gồm 4 bước như sau:

- Bước 1: Hình thành ma trận đánh giá với i lựa chọn và j tiêu chí, ma trận $[x_{mn}]_{ij}$.

- Bước 2: Chuẩn hóa ma trận $[x_{mn}]_{ij}$ để tạo ra ma trận $Z = (r_{mn})_{ij}$.

$$s_{mn} = \frac{x_{mn}}{\sqrt{\sum_{m=1}^i x_{mn}^2}}, m = 1, 2, \dots, i; n = 1, 2, \dots, j \quad (10)$$

- Bước 3: Nhân ma trận với trọng số.

$$t_{ij} = s_{ij} \cdot w_j, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

Trong đó: $w_j = [0,1]$ và $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

- Bước 4: Xác định phương án tích cực và giải pháp lý tưởng tiêu cực.

$$PIS^+ = (t_1^+, t_2^+, \dots, t_n^+) \text{ với}$$

$$t_j^+ = \{ \langle \max(t_{ij} | i = 1, 2, \dots, m | j \in J'), \min(t_{ij} | i = 1, 2, \dots, m | j \in J'') \rangle \} \quad (12)$$

$$NIS^- = (t_1^-, t_2^-, \dots, t_n^-) \text{ với}$$

$$t_j^- = \{ \langle \min(t_{ij} | i = 1, 2, \dots, m | j \in J'), \max(t_{ij} | i = 1, 2, \dots, m | j \in J'') \rangle \} \quad (13)$$

Trong đó: J' là tiêu chí lợi ích và J'' là tiêu chí chi phí.

- Bước 5: Tính toán khoảng cách của mỗi lựa chọn so với PIS và NIS.

$$t_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_{ij} - t_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

$$t_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_{ij} - t_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

- Bước 6: Xếp hạng cuối cùng.

$$RANKING_i = \frac{t_j^-}{(t_j^- + t_j^+)} i = 1, 2, \dots, n \quad (16)$$

4. KIỂM CHỨNG MÔ HÌNH ĐỀ XUẤT

Trước hết, mô hình này xác định rõ các tiêu chí quan trọng như hiệu suất năng lượng, chi phí đầu tư ban đầu, chi phí vận hành, và tác động môi trường. Mỗi tiêu chí được gán trọng số tương ứng dựa trên ưu tiên và quan trọng của nó đối với hộ gia đình cụ thể.

Quá trình ra quyết định đa tiêu chí này sử dụng các phương pháp phân tích so sánh để đánh giá các phương án năng lượng tái tạo. Các phương pháp này bao gồm phương pháp phân tích thứ bậc mờ (FAHP). Phương pháp đều mang lại cái nhìn tổng quan và chi tiết về hiệu suất của từng phương án dựa trên các tiêu chí quan trọng.

Mô hình còn tích hợp ý kiến và đánh giá của các chuyên gia năng lượng, nhằm tối ưu hóa sự chắc chắn và tính khả thi của quyết định. Sự tham gia của cộng đồng và ý kiến của người sử dụng cũng được tính đến để đảm bảo sự chấp nhận và hỗ trợ tốt nhất từ phía cộng đồng sử dụng. Kết quả xếp hạng nhà cung cấp cuối cùng như sau:

Bảng 1. Kết quả từ TOPSIS

Nhà cung cấp	tj+	tj-	RANKING _i	Xếp hạng
Nhà cung cấp 1	0.1095	0.1737	0.613	2
Nhà cung cấp 2	0.1229	0.1651	0.573	3
Nhà cung cấp 3	0.0815	0.1977	0.708	1
Nhà cung cấp 4	0.1625	0.1647	0.503	4
Nhà cung cấp 5	0.1703	0.1269	0.427	5

Kết quả cho thấy, nhà cung cấp 3 là tối ưu nhất cung cấp năng lượng tái tạo cỡ hộ gia đình. Ngoài ra, nhà cung cấp 1 và 2 cũng khả thi trong sự lựa chọn tiếp theo. Kết quả cuối cùng của mô hình này không chỉ là việc xác định phương án năng lượng tái tạo tốt nhất cho hộ gia đình, mà còn là quá trình đưa ra quyết định mở và minh bạch, giúp tối ưu hóa các lợi ích đa dạng của các yếu tố quan trọng và đáp ứng đầy đủ nhu cầu của cộng đồng sử dụng.

5. KẾT LUẬN

Xác định phương án năng lượng tái tạo cỡ nhỏ cho hộ gia đình bằng phương pháp tích hợp ra quyết định đa tiêu chí, mô hình này không chỉ giúp tối ưu hóa hiệu suất năng lượng, mà còn đảm bảo tính khả thi tài chính, thân thiện với môi trường và đáp ứng nhu cầu cụ thể của hộ gia đình.

Quá trình xác định các tiêu chí và gán trọng số cho chúng đã tạo ra một cơ sở lý luận cân nhắc cẩn thận, đồng thời giúp tập trung vào những khía cạnh quan trọng nhất của quyết định. Sự tích hợp của các phương pháp phân tích so sánh như phân tích tương đối, FAHP và TOPSIS cung cấp cái nhìn đa chiều về các phương án, giúp quyết định được thông suốt và đúng đắn.

Không chỉ dựa vào số liệu và thông tin kỹ thuật, mô hình còn đặt ra ý kiến và đánh giá của cộng đồng và chuyên gia năng lượng, tạo ra quyết định có tính tham gia và hỗ trợ cộng đồng. Điều này đảm bảo rằng phương án năng lượng tái tạo được chọn lựa không chỉ là tối ưu về mặt kỹ thuật mà còn phản ánh các giá trị và mong muốn của cộng đồng sử dụng.

Trong bối cảnh ngày càng tăng cường về ý thức môi trường, mô hình này không

chỉ là một công cụ quyết định mà còn là một phương tiện thúc đẩy sự bền vững và sử dụng năng lượng hiệu quả trong cộng đồng hộ gia đình. Đó là một đóng góp quan trọng trong việc hướng dẫn sự chuyển đổi từ nguồn năng lượng truyền thống sang năng lượng tái tạo trong việc đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng cao của cộng đồng và bảo vệ môi trường.

Lời cảm ơn:

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Trường Đại học Văn Lang đã hỗ trợ để thực hiện nghiên cứu này. Các vấn đề liên quan đến nội dung bài báo, độc giả có thể liên hệ qua TS. Nguyễn Văn Thành, thông qua email thanh.nguyenvan@vlu.edu.vn. ❖

Ngày nhận bài: 05/11/2023

Ngày phản biện: 27/12/2023

Tài liệu tham khảo:

- [1]. L. T. Liem and P. N. Nhân; “*Các yếu tố ảnh hưởng đến việc ứng dụng mô hình điện năng lượng mặt trời trên mái nhà của hộ gia đình tại Cà Mau*”. Can Tho University Journal of Science, vol. 56(2), p. 161, 2020. doi:10.22144/ctu.jvn.2020.043.
- [2]. H. T. Hanh; “*Biến đổi khí hậu và phát triển ngành năng lượng tái tạo ở Việt Nam*”, 2022. doi:10.31219/osf.io/4cf79.
- [3]. J. Jurasz, J. Mikulik, M. Krzywda, B. Ciapała, and M. Janowski, “*Integrating a wind- and solar-powered hybrid to the power system by coupling it with a hydroelectric power station with pumping installation*”. Energy, vol. 144, pp. 549–563, 2018. doi:10.1016/j.energy.2017.12.011.
- [4]. Q. Lu, S. Lü, Y. Leng, and Z. Zhang, “*Optimal Household Energy Management based on smart residential energy hub considering uncertain behaviors*”. Energy, vol. 195, p. 117052, 2020. doi:10.1016/j.energy.2020.117052.



- [5]. K. Atanassov, "Intuitionistic fuzzy sets", Fuzzy Sets and Systems, vol. 20, no. 1, pp. 87-96, 1986.
- [6]. V. Torra, "Hesitant fuzzy sets", International Journal of Intelligent Systems, vol.25, no. 6, pp. 529-539, 2010.
- [7]. R. Yager, "Properties and Applications of Pythagorean Fuzzy Sets", Imprecision and Uncertainty in Information Representation and Processing, pp. 119-136, 2015.
- [8]. F. Smarandache, "Neutrosophic set - a generalization of the intuitionistic fuzzy set", 2006 IEEE International Conference on Granular Computing.
- [9]. K. Govindan, M. Shankar and D. Kannan, "Supplier selection based on corporate social responsibility practices". International Journal of Production Economics, vol. 200, pp. 353-379, 2018.
- [10]. P. Kieu, V. Nguyen, V. Nguyen and T. Ho, "A Spherical Fuzzy Analytic Hierarchy Process (SF-AHP) and Combined Compromise Solution (CoCoSo) Algorithm in Distribution Center Location Selection: A Case Study in Agricultural Supply Chain". Axioms, vol. 10, no. 2, p. 53, 2021.
- [11]. A. Karaşan, İ. Kaya and M. Erdoğan, "Location selection of electric vehicles charging stations by using a fuzzy MCDM method: a case study in Turkey". Neural Computing and Applications, vol. 32, no. 9, pp. 4553-4574, 2018.
- [12]. C. Wang, V. Nguyen, J. Kao, C. Chen and V. Nguyen, "Multi-criteria decision-making methods in fuzzy decision problems: a case study in the frozen shrimp industry". Symmetry, vol. 13, no. 3, p. 370, 2021.
- [13]. F. Chien, C. Wang, V. Nguyen, V. Nguyen and K. Chau, "An Evaluation Model of Quantitative and Qualitative Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach for Hydroelectric Plant Location Selection". Energies, vol. 13, no. 11, p. 2783, 2020.
- [14]. C. Wang, H. Fu, H. Hsu, V. Thanh Nguyen, V. Tinh Nguyen et al., "A Model for Selecting a Biomass Furnace Supplier Based on Qualitative and Quantitative Factors". Computers, Materials & Continua, vol. 69, no. 2, pp. 2339-2353, 2021.
- [15]. Y. Solangi, C. Longsheng and S. Shah, "Assessing and overcoming the renewable energy barriers for sustainable development in Pakistan: An integrated AHP and fuzzy TOPSIS approach". Renewable Energy, vol. 173, pp. 209-222, 2021.
- [16]. S. Sindhu, V. Nehra and S. Luthra, "Investigation of feasibility study of solar farms deployment using hybrid AHP-TOPSIS analysis: Case study of India". Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 73, pp. 496-511, 2017.