

TỐI ƯU QUY HOẠCH NHÀ MÁY ĐIỆN MẶT TRỜI BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỨ BẬC

● NGUYỄN HUỲNH PHƯỚC - TRẦN VĂN TẤN

TÓM TẮT:

Năng lượng mặt trời là một dạng năng lượng tái tạo được lắp đặt nhiều nhất trong năm 2020 cả trên thế giới và tại Việt Nam. Tuy nhiên, để phát triển bền vững và an toàn cho lưới điện địa phương và khu vực, cần phải có quy hoạch cụ thể cho từng vị trí về quy mô công suất và diện tích. Bài báo này nghiên cứu tối ưu quy hoạch các nhà máy điện mặt trời tại tỉnh Hậu Giang bằng phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process-AHP). Kết quả chỉ ra rằng, khi phân tích 6 tiêu chí để so sánh lựa chọn địa điểm quy hoạch và tối ưu quy hoạch, tiêu chí khoảng cách đường giao thông và khoảng cách đường điện quan trọng nhất. Từ đó, lựa chọn được thứ tự ưu tiên đầu tư là dự án Nhà máy Điện mặt trời Hỏa Lựu, kế đến là dự án Hồ nước Ngọt và sau cùng là dự án Long Phú.

Từ khóa: tối ưu quy hoạch, điện mặt trời tại tỉnh Hậu Giang, thuật toán AHP.

1. Đặt vấn đề

Năng lượng tái tạo là nguồn năng lượng thân thiện môi trường và là nguồn năng lượng cho sự phát triển bền vững. Năm 2020, với tổng công suất lắp đặt trên toàn cầu là 256 GW đã nâng tổng công suất lũy kế lên 2,839 GW. Trong đó, nguồn năng lượng mặt trời được quan tâm nhiều nhất với 139 GW đầu tư mới, chiếm 53% tổng công suất của các nguồn năng lượng tái tạo đầu tư mới năm 2020. Việt Nam vươn lên vị trí thứ ba trên thế giới, với công suất lắp đặt mới 11.1 GW từ vị trí thứ 5, với 4,8 GW năm 2019. Điều đó cho thấy, Chính phủ Việt Nam đã tạo điều kiện thuận lợi cho năng

lượng tái tạo phát triển nói chung và năng lượng mặt trời nói riêng [1].

Việt Nam là quốc gia có tiềm năng phát triển nguồn năng lượng mặt trời với công suất phát điện mặt trời từ 2.5 kWh/kWp đến 4.6 kWh/kWp, khu vực có tiềm năng lớn nhất là khu vực Nam Trung bộ, khu vực Tây nguyên và vùng đồng bằng sông Cửu Long [2] với tiềm năng kỹ thuật lên đến 1,568 GW [3]. Hậu Giang là tỉnh có tiềm năng lớn để phát triển nguồn năng lượng mặt trời với 4.6 - 4.8 kWh/m²/day tương ứng với tiềm năng kỹ thuật là 5.1 GW [2].

Trong những năm gần đây, có rất nhiều nghiên

cứu về tiềm năng năng lượng mặt trời. Nghiên cứu [4] cho rằng, việc giảm phát thải khí carbon toàn cầu vốn đang là vấn đề lớn về môi trường, xã hội và kinh tế toàn cầu trong những năm gần đây. Ví dụ, có 696,544 tấn khí thải CO₂ đã được giảm thông qua việc lắp đặt 113,533 điện mặt trời áp mái ở California, Hoa Kỳ [5]. Do đó, việc sử dụng năng lượng mặt trời sẽ giảm thiểu đáng kể và giảm bớt các vấn đề liên quan đến an ninh năng lượng, biến đổi khí hậu, thất nghiệp,... Các nhà nghiên cứu cũng dự đoán, việc sử dụng năng lượng mặt trời sẽ đóng một vai trò quan trọng trong lĩnh vực giao thông vận tải trong tương lai, vì nó không sử dụng nhiên liệu cho quá trình vận hành.

Tại Việt Nam cũng có nhiều nghiên cứu về nguồn năng lượng này. Năm 2010, Phạm Khánh Toàn và cộng sự đã cung cấp thông tin cơ bản về hiện trạng và xu hướng sử dụng năng lượng tại Việt Nam, cũng như dự báo về nhu cầu năng lượng và cung cấp năng lượng trong những thập kỷ tới [6]. Năm 2011, một nghiên cứu khác [7] đã nêu ra vấn đề về an ninh của cung cấp năng lượng và hậu quả kinh tế, môi trường, xã hội và chính trị trong ngành Năng lượng Việt Nam. Năm 2015, bài tổng luận về "Tiềm năng phát triển năng lượng tái tạo ở Việt Nam" đã biên tập để trình bày các tiềm năng cũng như những thuận lợi và khó khăn trong sự phát triển năng lượng tái tạo ở Việt Nam [8]. Năm 2018, bài thuyết trình [9] đã trình bày các phương pháp luận cho việc đánh giá năng lượng PV.

Nghiên cứu này phân tích quy hoạch các nhà máy điện mặt trời tỉnh Hậu Giang đến năm 2030 và sử dụng thuật toán AHP để tối ưu quy hoạch các nhà máy điện mặt trời. Mục tiêu của nghiên cứu là quy hoạch các nhà máy điện mặt trời tại các vị trí cụ thể (về công suất, diện tích và vị trí) dựa vào tiềm năng lý thuyết, tiềm năng kỹ thuật và lựa chọn thứ tự ưu tiên đầu tư các nhà máy điện mặt trời.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là nguồn điện mặt trời trên địa bàn tỉnh Hậu Giang, hệ thống điện tỉnh Hậu Giang, quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch giao thông, quy hoạch các khu đô thị và các khu công nghiệp, tình hình xâm nhập mặn, tình hình nước biển dâng trên địa bàn tỉnh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Các bước thực hiện

Trong quá trình nghiên cứu có kế thừa kết quả của các nghiên cứu liên quan trước đó và có vận dụng theo, phù hợp với hoàn cảnh đặc thù của tỉnh. Nghiên cứu thực hiện các bước sau:

Bước 1: Thu thập tài liệu, số liệu.

Thu thập tài liệu, số liệu liên quan đến phát triển kinh tế - xã hội, quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch phát triển các khu công nghiệp, quy hoạch giao thông và các quy hoạch có liên quan. Thu thập về tình hình xâm nhập mặn, nước biển dâng trên địa bàn tỉnh.

Bước 2: Quy hoạch điện mặt trời tỉnh.

Từ Bản đồ hiện trạng sử dụng đất, quy hoạch khu kinh tế, khu công nghiệp, cụm công nghiệp, bản đồ xâm nhập mặn, bản đồ nước biển dâng,... kết hợp bản đồ tiềm năng điện mặt trời lý thuyết xây dựng bản đồ tiềm năng điện mặt trời kỹ thuật.

Khảo sát thực địa, thu thập các dữ liệu quy hoạch liên quan để xác định vùng loại trừ. Chồng xếp bản đồ vùng loại trừ với bản đồ tiềm năng điện mặt trời kỹ thuật để tạo bản đồ tiềm năng điện mặt trời kỹ thuật và xác định vị trí quy hoạch việc lập quy hoạch.

Bước 3: Tối ưu quy hoạch nhà máy điện mặt trời bằng thuật toán AHP.

Căn cứ vào quy hoạch các nhà máy điện mặt trời ở bước 2, nghiên cứu sử dụng thuật toán AHP để phân tích tối ưu quy hoạch các nhà máy theo các tiêu chí đặc trưng của tỉnh.

2.2.2. Sơ lược về phương pháp phân tích thứ bậc

Phương pháp AHP dựa trên việc áp dụng so sánh theo từng cặp để định hướng các trọng số cho các phương án. Thông thường, để thể hiện tầm quan trọng của các yếu tố, 9 điểm với các giá trị từ 1 đến 9 được sử dụng như trong Bảng 1.

Trong đó, a_{ij} là mức độ đánh giá giữa chỉ tiêu thứ i so với thứ j .

$$A_{ij} > 0, a_{ij} = 1/a_{ji}, a_{ii} = 1$$

Ví dụ: A1 quan trọng hơn A2 được thể hiện bằng $a_{12} > 1$ (ví dụ $a_{12} = 3$) và quan hệ của A2 với A1 là nghịch đảo của nó ($a_{21} = 1/3$). Trọng số càng cao, mức độ quan trọng của tiêu chí tương ứng càng cao. Ngoài ra, có thể đưa ra quyết định

Bảng 1. Thang đo trọng số AHP (10)

Định nghĩa	Quy mô giá trị	
	a_{ij}	$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$
Tầm quan trọng như nhau	1	1
Tầm quan trọng như nhau cho đến vừa phải	2	0.5
Tầm quan trọng vừa phải	3	0.33
Tầm quan trọng vừa phải cho đến mạnh hơn	4	0.25
Tầm quan trọng mạnh hơn	5	0.2
Tầm quan trọng mạnh hơn cho đến rất lớn	6	0.17
Tầm quan trọng rất lớn	7	0.14
Tầm quan trọng rất lớn cho đến cực kỳ quan trọng	8	0.13
Cực kỳ quan trọng	9	0.11

bằng phân tích độ nhạy và kết quả tổng hợp. Để hình dung khu vực phù hợp, phương pháp AHP chủ yếu được sử dụng kết hợp với GIS. Trọng số của tiêu chí và lựa chọn thay thế có thể được định nghĩa là ma trận A.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Để đánh giá việc đo lường sự nhất quán của các đánh giá chuyên gia, so sánh theo cặp được xác minh bằng tỉ số nhất quán (CR) được tính bằng phương trình:

$$\text{Tỉ số nhất quán: } CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Trong đó: CR là tỉ số nhất quán; CI là chỉ số nhất quán; RI là chỉ số ngẫu nhiên.

Trường hợp giá trị CR thể hiện tính đúng của quy trình phải dưới 10%. Mặt khác, nếu giá trị lớn hơn 10%, cần phải sửa đổi trong quá trình tính trọng số RI để cập đến chỉ số ngẫu nhiên.

Giá trị RI cho biết độ lệch trung bình từ các ma trận được tạo ngẫu nhiên có kích thước khác nhau như đã thể hiện trong Bảng 2.

CI được tính như phương trình 3:

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1} \quad (3)$$

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (4)$$

Trong đó:

$\lambda_{\max}$ là giá trị riêng của ma trận so sánh, n là số nhân tố, w_i là trọng số của ma trận tiêu chí.

3. Kết quả và diễn giải phân tích kết quả

3.1. Quy hoạch Nhà máy Điện mặt trời tỉnh Hậu Giang

Trên cơ sở phân tích điều kiện và thực trạng dự án, các chuyên gia đã đưa ra các tiêu chí lựa chọn phương án. Có rất nhiều tiêu chí có thể được đề xuất, tùy thuộc vào điều kiện thực tế của dự án và các điều kiện đặc thù của tỉnh Hậu Giang, nghiên cứu này chọn 6 tiêu chí để xác định vị trí quy hoạch các nhà máy điện mặt trời cụ thể như sau:

- Tiêu chí 1 (C1): Cường độ bức xạ mặt trời (GHI).
- Tiêu chí 2 (C2): Nước biển dâng.
- Tiêu chí 3 (C3): Xâm nhập mặn trên địa bàn tỉnh.
- Tiêu chí 4 (C4): Sử dụng đất.

Bảng 2. Chỉ số nhất quán ngẫu nhiên (10)

N	1	2	3	4	5	6	7
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32

- Tiêu chí 5 (C5): Khoảng cách đầu nối tới đường điện gần nhất (km).

- Tiêu chí 6 (C6): Khoảng cách tới đường giao thông gần nhất (km).

Dựa theo ý kiến phân tích của chuyên gia và kết quả có được từ khảo sát nghiên cứu lập ma trận trọng số của các tiêu chí được thể hiện trong Bảng 3.

Ta tiến hành tính toán các dữ liệu của bài toán theo phương pháp AHP. Trọng số cho các tiêu chí được thể hiện trong Bảng 4.

Với số tiêu chí là 6 thì $RI = 1,24$, ta xác định được giá trị riêng của ma trận so sánh và tỉ số nhất quán CR, cụ thể như sau: $\lambda_{\max} = 6,153$; $CI = 0,031$ và giá trị tỉ số nhất quán $CR = 0,025 = 2,3\% < 10\%$, đạt yêu cầu.

Từ trọng số của các tiêu chí nghiên cứu đã khảo sát, kết hợp với tiêu chí loại trừ xác định được 3 vị trí quy hoạch nhà máy điện mặt trời tỉnh Hậu Giang là: Nhà máy Điện mặt trời Hồ Nước Ngọt; Nhà máy Điện mặt trời Long Phú và Nhà máy Điện mặt trời Hỏa Lựu với quy mô diện tích là 50 ha được thể hiện trong Hình 1.

3.2. Tối ưu quy hoạch Nhà máy điện mặt trời tỉnh Hậu Giang

Để xác định được thứ tự ưu tiên đầu tư các dự án, chúng ta sử dụng thuật toán AHP để phân tích cho từng vị trí cụ thể.

Theo tiêu chí so sánh thì mỗi vị trí được gọi là phương án cụ thể: dự án Nhà máy Điện Hồ nước ngọt là phương án 1; dự án Nhà máy Điện Long Phú là phương án 2 và dự án Nhà máy điện Hỏa Lựu là phương án 3. Do mỗi phương án có 6 tiêu chí nên cần tính toán 6 ma trận để đánh giá trọng số của từng tiêu chí cho từng phương án.

Số liệu tính toán thu được từ so sánh các phương án (PA) theo cặp ma trận tính toán cho tiêu chí C1 như Bảng 5. Theo đó, PA1 có bức xạ là tốt nhất, kế đến là phương án PA2 và PA3 có cường độ bức xạ bằng nhau.

Kết quả trọng số phương án $CR = 0,5\% < 5\%$ đạt yêu cầu. Tính toán tương tự cho 5 tiêu chí còn lại, kết quả thể hiện trong các Bảng từ 6 đến 10.

Để lựa chọn phương án tối ưu ta nhân ma trận $P(3 \times 6)$ với ma trận các tiêu chí $C(6 \times 1)$ Kết quả

Bảng 3. So sánh cặp các tiêu chí

Tiêu chí	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	0.5	0.33	0.2	0.14	0.11
C2	2	1	0.5	0.2	0.14	0.14
C3	3	2	1	0.5	0.33	0.2
C4	5	5	2	1	0.5	0.33
C5	7	7	3	2	1	0.5
C6	9	7	5	3	2	1

Bảng 4. Trọng số (w) các tiêu chí khi so sánh cặp

Tiêu chí	C1	C2	C3	C4	C5	C6	w
C1	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03
C2	0.07	0.04	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05
C3	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.09	0.09
C4	0.19	0.22	0.17	0.14	0.12	0.15	0.16
C5	0.26	0.31	0.25	0.29	0.24	0.22	0.26
C6	0.33	0.31	0.42	0.43	0.49	0.44	0.40

Bảng 7. Trọng số tiêu chí C3

C3	PA1	PA2	PA3	W	CR
PA1	1.00	0.20	0.33	0.11	0,4%
PA2	5.00	1.00	2.00	0.58	
PA3	3.00	0.50	1.00	0.31	

Bảng 9. Trọng số tiêu chí C5

C5	PA1	PA2	PA3	W	CR
PA1	1.00	3.00	5.00	0.65	0,5%
PA2	0.33	1.00	2.00	0.23	
PA3	0.20	0.50	1.00	0.12	

Bảng 11. Ma trận trọng số các phương án

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
P	P1	0.65	0.11	0.11	0.65	0.65	0.08
	P2	0.23	0.31	0.58	0.12	0.23	0.33
	P3	0.12	0.58	0.31	0.23	0.12	0.59

là tiêu chí khoảng cách tới đường điện với trọng số 26%. Xác định được thứ tự ưu tiên đầu tư dự án Hỏa Lựu với trọng số 37%, dự án Hồ Nước ngọt trọng số 34% và dự án Long Phú 29%. Tuy nhiên, để đầu tư hiệu quả và mang lại khả thi, cần nghiên cứu thêm về khả năng tiếp nhận công suất của các dự án vào hệ thống điện tỉnh và hệ thống điện Quốc gia ■

Bảng 8. Trọng số tiêu chí C4

C4	PA1	PA2	PA3	W	CR
PA1	1.00	5.00	3.00	0.65	0,5%
PA2	0.20	1.00	0.50	0.12	
PA3	0.33	2.00	1.00	0.23	

Bảng 10. Trọng số tiêu chí C6

C6	PA1	PA2	PA3	W	CR
PA1	1.00	0.20	0.14	0.08	1,7%
PA2	5.00	1.00	0.50	0.33	
PA3	7.00	2.00	1.00	0.59	

Bảng 12. Ma trận trọng số từng tiêu chí

C	C1	0.03
	C2	0.05
	C3	0.09
	C4	0.16
	C5	0.26
	C6	0.40

Bảng 13. Ma trận trọng số của các PA

Vị trí	Trọng số	Dự án	Thứ tự ưu tiên
P1	0.34	Hồ nước ngọt	II
P2	0.29	Long Phú	III
P3	0.37	Hỏa Lựu	I

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Arthouros Zervos. (2019). Renewable 2019 global status report. [Online] Available at https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf
2. Website: <https://globalsolaratlas.info/>
3. Bộ Công Thương (2021). Quy hoạch điện VIII.
4. International Energy Agency. (2012). Energy Technology Perspectives. [Online] Available at <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2012>
5. Mashail S. Arif. (2013). Residential solar panels and their impact on the reduction of carbon emissions using residential solar panels. [Online] Available at https://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2013final/ArifM_2013.pdf
6. P. K. Toan. (2010). Energy supply, demand, and policy in Viet Nam, with future projections. *Energy Policy*, 39(11), 6814-6826.

7. Tien Minh Do & Deepak Sharma (2011). Vietnams energy sector: A review of current energy policies and strategies. *Energy Policy*, 39(10), 5770-5777.
8. Cục Thông tin khoa học và công nghệ quốc gia (2015). Tiềm năng phát triển năng lượng tái tạo ở Việt Nam. *Tổng luận Khoa học Công nghệ Kinh tế*, 5, 1-46.
9. GIZ. (2018). Energy Support Programme, National assessment of development potential of grid connected solar photovoltaic (PV) projects in Viet Nam until 2020 with a vision to 2030. [Online] Available at <http://gizenergy.org.vn/media/app/media/Presentations/Presentations%20at%20the%20solar%20workshop%20on%2024%20January%202018%20.pdf>
10. Thomas L. Saaty. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.

Ngày nhận bài: 1/11/2021

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 1/12/2021

Ngày chấp nhận đăng bài: 11/12/2021

Thông tin tác giả:

1. TS. NGUYỄN HUỲNH PHƯỚC

Giảng viên, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

2. TS. TRẦN VĂN TẤN

Ban Quản lý các khu công nghiệp tỉnh Hậu Giang

OPTIMIZING THE PLANNING OF SOLAR POWER PLANTS BY USING THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS ALGORITHM

● Ph.D **NGUYEN HUYNH PHUOC**¹

Ph.D **TRAN VAN TAN**²

¹ Lecturer, Nguyen Tat Thanh University

² Hau Giang Province Industrial Zone Authority

ABSTRACT:

Solar energy is the biggest renewable energy source in 2020 both in the world and in Vietnam. However, it is necessary to have specific planning on capacity scale and area of solar power projects for the sustainable and safe development of local and regional power grids in Vietnam. This study examines the optimization of planning of solar power plants in Hau Giang Province by using the Analytic Hierarchy Process (AHP) algorithm. The study's results show that among six studied criteria for planning and optimizing planning of solar power plants, the road distance and power line distance are the most important criteria. Based on these results, Hoa Luu power plant project should be invested firstly. It is followed by Nuoc Ngot Lake project and Long Phu project.

Keywords: optimization of planning, solar power in Hau Giang Province, AHP algorithm.