

Các nhân tố ảnh hưởng đến năng suất của hệ thống điện năng lượng mặt trời tại Việt Nam

Nguyễn Đăng Trình¹, Lê Hải Đăng¹, Nguyễn Phúc Hạnh¹, Trần Đức Học¹

¹ Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia Tp.HCM

TỪ KHOẢ

Năng lượng tái tạo
Năng lượng mặt trời
Năng suất hệ thống điện năng lượng mặt trời

TÓM TẮT

Những năm gần đây, sự phát triển bùng nổ của ngành năng lượng tái tạo là một xu hướng chung trên toàn thế giới, trong đó nguồn năng lượng gió và năng lượng mặt trời được xem là tiềm năng và dễ dàng khai thác hơn cả. Tại Việt Nam các dự án năng lượng tái tạo đặc biệt là năng lượng gió và mặt trời được phát triển mạnh trên khắp cả nước. Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu trong nước về lĩnh vực này, đặc biệt trong việc đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất - sự thành công của một dự án điện mặt trời. Do đó, bài báo tiến hành nghiên cứu để khám phá và đưa ra các nhân tố chính, cũng như mức độ ảnh hưởng của các nhân tố này đến năng suất của một dự án điện mặt trời. Dựa vào một số nghiên cứu đã có trên thế giới, cùng với việc khảo sát các chuyên gia trong lĩnh vực năng lượng mặt trời, quản lý dự án, xây dựng và nhà đầu tư các dự án năng lượng mặt trời tại Việt Nam, nhóm đã đưa ra hơn 36 nhân tố có khả năng ảnh hưởng đến năng suất cũng như khả năng thành công của một dự án điện năng lượng mặt trời. Kết quả khảo sát cho thấy một số nhân tố nổi bật như sau: Khả năng đáp ứng của lưới điện tại địa phương; Cường độ chiếu sáng và cường độ bức xạ năng lượng mặt trời phát ra; Chính sách khuyến khích (giá, quy hoạch, ưu đãi về thuế, giấy phép) của chính phủ; Độ cao địa hình xây dựng; Số giờ nắng trong ngày; Hiệu suất chuyển hóa của tấm pin.

KEYWORDS

Renewable energy
Solar energy
The productivity of solar plant

ABSTRACT

The exploding development of renewable energy in the recent years is the common trend in the energy industry on over the world, the wind and solar power are considered as the most potential resources and easy to exploit. Viet Nam energy industry is not out of this trend. Although the number of wind and solar plants are rapidly increasing nowadays, the number of studies and articles in this field is fewer than its ability, especially in term of affecting factors in the productivity, the success of a photovoltaic project. In this situation, the researchers has studied and explored the factors affecting to the productivity of a solar plant and the the impact of these factors. Based on the previous studies and articles which have been published on over the world, the researchers has also interviewed the experts in the renewable energy, solar energy, construction management field and the solar energy investors in Viet Nam, the article has find 37 factors affecting to the productivity of a solar plant. The research result has shown some features namely: The ability to meet the power grid in the locality, The intensity of the light and the radiation intensity is emitted by the solar energy, The authorities policy (FiT price, taxes, permission), The plant location, The hours of sunshine during the day times, The conversion efficiency of panels.

1. Giới thiệu

Bức xạ mặt trời là một nguồn tài nguyên nổi bật tại Việt Nam, cùng với số giờ nắng hàng năm rất cao từ 1500 đến 1700 giờ một năm ở miền Bắc và từ 2000 đến 2600 giờ một năm ở miền Nam. Điều này thuận lợi cho việc phát triển các nhà máy điện mặt trời, hệ thống điện mặt trời quy mô hộ gia đình [1].

Trong vài năm gần đây số lượng các nhà máy điện mặt trời phát triển rất nhanh cả về số lượng và quy mô nhà máy. Tính đến hết tháng 9/2020 đã có 102 nhà máy điện mặt trời đi vào hoạt động với tổng

công suất đạt 5245 MW điện cho thị trường. Bên cạnh đó 260 dự án khác đã và đang tiến hành đầu tư với tổng công suất 28300 MW.

Theo quy hoạch điện năng sản xuất từ năng lượng mặt trời phải đạt sản lượng từ 10 triệu kWh vào năm 2015 lên khoảng 1,4 tỷ kWh vào năm 2020; khoảng 35,4 tỷ kWh vào năm 2030 và khoảng 210 tỷ kWh vào năm 2050, đưa tỷ lệ điện năng sản xuất từ nguồn năng lượng mặt trời trong tổng sản lượng điện sản xuất từ mức không đáng kể hiện nay lên đạt khoảng 0,5 % vào năm 2020, khoảng 6 % vào năm 2030 và khoảng 20 % vào năm 2050 [2].

Đổi diện với thực trạng phát triển nhanh chóng và chính sách khuyến khích phát triển đối với ngành công nghiệp điện mặt trời tại

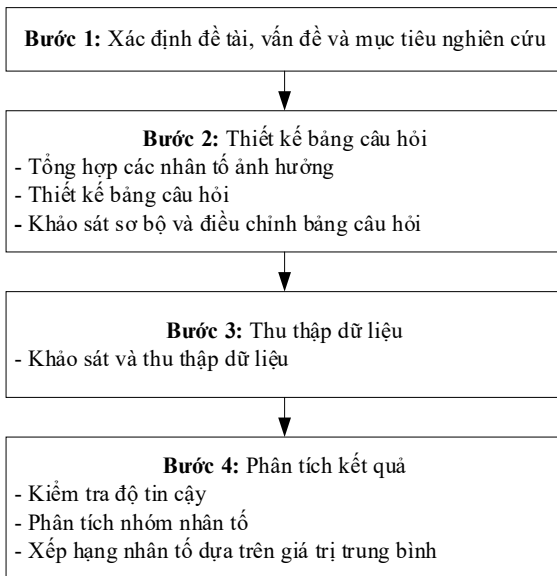
Việt Nam, việc tìm hiểu và đưa ra các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất hay nói cách khác là sự thành công của một dự án điện năng lượng mặt trời là rất cần thiết và quan trọng.

Nghiên cứu này sẽ phân tích và đánh giá các nhân tố ảnh hưởng của nó đến năng suất của dự án, đây sẽ là căn cứ tham khảo quan trọng cho các nhà đầu tư tham khảo trước khi bắt đầu một dự án điện mặt trời tại Việt Nam, đồng thời bài báo cũng hỗ trợ việc dự đoán khả năng thành công, tiền đề cho các đơn vị cung cấp tài chính cho dự án.

Ngoài ra với số lượng nghiên cứu còn hạn chế về ngành năng lượng mặt trời tại Việt Nam, nghiên cứu sẽ mở ra tiền đề và tài liệu tham khảo quan trọng cho các nghiên cứu khác trong lĩnh vực này.

2. Thu thập dữ liệu và phân tích kết quả

2.1. Quy trình nghiên cứu



Hình 1. Lưu đồ các bước nghiên cứu.

Quy trình thực hiện nghiên cứu được trình bày tại Hình 1 và bao gồm các bước sau:

Bước 1: Xác định các vấn đề chính, phạm vi của nghiên cứu là các nhân tố ảnh hưởng đến năng suất của một hệ thống điện năng lượng mặt trời, đồng thời trong bước này nhóm tác giả đặt ra những mong muốn đóng góp và vấn đề cần giải quyết trong nghiên cứu.

Bước 2: Thiết kế bảng câu hỏi: các nhân tố ảnh hưởng đến năng suất của hệ thống điện năng lượng mặt trời bằng cách dựa vào các nghiên cứu đã có của các tác giả trên toàn thế giới đồng thời phỏng vấn

ý kiến các chuyên gia về năng lượng tái tạo, quản lý xây dựng, quy hoạch đô thị và các nhà thầu xây dựng để tìm ra các yếu tố khác, đặc thù trong môi trường Việt Nam.

Từ các nhân tố thu thập được ở trên, nhóm nghiên cứu tiến hành tổng hợp và thiết lập bảng câu hỏi. Sau khi hoàn thành bảng câu hỏi, nhóm tiến hành khảo sát sơ bộ sau đó điều chỉnh lại bảng câu hỏi cho phù hợp.

Bước 3: Sau khi hoàn thiện bảng câu hỏi nhóm tiến hành khảo sát đại trà, đối tượng là các chuyên gia trong lĩnh vực năng lượng mặt trời, quản lý dự án và nhà đầu tư dự án năng lượng mặt trời.

Bước 4: Dữ liệu sau khi khảo sát được phân tích, đánh giá bằng các kiểm định và đưa ra kết luận.

2.2. Thiết kế bảng câu hỏi

Bảng câu hỏi được thiết kế dựa trên các nhân tố được tổng hợp từ các tác giả và chuyên gia. Bảng 2 thể hiện các nhân tố này cũng như cách phân nhóm các nhân tố. Các nhân tố khảo sát được khảo sát dựa trên thang đo mức độ ảnh hưởng từ 1 đến 5, tương ứng với các mức độ ảnh hưởng của nhân tố từ rất ít đến rất nhiều, chi tiết như sau:

Bảng 1.

Mức độ ảnh hưởng của các nhân tố.

Mức độ ảnh hưởng	Mô tả mức độ
1	Ảnh hưởng <i>rất ít</i>
2	Ảnh hưởng <i>ít</i>
3	Ảnh hưởng <i>trung bình</i>
4	Ảnh hưởng <i>nhiều</i>
5	Ảnh hưởng <i>rất nhiều</i>

Từ Bảng 2, tác giả phân chia các nhân tố trên thành 5 nhóm nhân tố chính là:

Nhóm 1: Nhóm các yếu tố liên quan đến quy hoạch và xây dựng (kí hiệu I.)

Nhóm 2: Nhóm các yếu tố thời tiết và vị trí địa lý. (kí hiệu II.)

Nhóm 3: Nhóm các yếu tố liên quan đến kỹ thuật của hệ thống điện năng lượng mặt trời (kí hiệu III.)

Nhóm 4: Nhóm các yếu tố liên quan đến chất lượng của hệ thống điện mặt trời. (kí hiệu IV.)

Nhóm 5: Nhóm các yếu tố liên quan đến vận hành hệ thống điện mặt trời. (kí hiệu V.)

Bảng 2.

Các nhân tố ảnh hưởng đến năng suất của hệ thống điện năng lượng mặt trời.

STT	Nhân tố	Ký hiệu	Tham khảo
1	Quy đất và cơ sở hạ tầng có sẵn của địa phương	I.1	Ý kiến chuyên gia
2	Độ cao địa hình xây dựng	I.2	Ý kiến chuyên gia
3	Chính sách khuyến khích (giá, quy hoạch, ưu đãi về thuế, giấy phép) của chính phủ	I.3	Ý kiến chuyên gia

4	Sự chậm trễ trong quá trình thực hiện dự án	I.4	Ý kiến chuyên gia
5	Năng lực tài chính của Chủ đầu tư	I.5	Ý kiến chuyên gia
6	Năng lực đơn vị quản lý dự án từ giai đoạn nghiên cứu đến khi vận hành nhà máy	I.6	Ý kiến chuyên gia
7	Quy mô xây dựng dự án	I.7	Ý kiến chuyên gia
8	Năng lực, kinh nghiệm đơn vị thiết kế, thi công và vận hành	I.8	Ý kiến chuyên gia
9	Khả năng đáp ứng của lưới điện tại địa phương	I.9	Ý kiến chuyên gia
10	Cường độ chiếu sáng và cường độ bức xạ năng lượng mặt trời phát ra	II.1	[3], [4], [5], [6]
11	Sự khuếch tán bức xạ mặt trời phương ngang	II.2	[3], [6]
12	Sự hấp thụ năng lượng bức xạ bởi các hạt bụi bản trong không khí	II.3	[3]
13	Sự ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường	II.4	[4], [6]
14	Sự ảnh hưởng của việc lựa chọn loại hình và vị trí lắp đặt của hệ thống điện	II.5	[3], [5]
15	Sự ảnh hưởng của sự phân chia mùa trong năm	II.6	[7]
16	Sự ảnh hưởng của điều kiện thời tiết (thường xảy ra giông bão, mưa nhiều, nóng ẩm, số giờ nắng trong ngày...)	II.7	[3], [7]
17	Sự ảnh hưởng của tốc độ gió	II.8	[4], [5], [6]
18	Sự ảnh hưởng của hướng gió	II.9	[5], [6]
19	Sự bức xạ ngược của bề mặt trái đất khi nhận ánh sáng mặt trời	II.10	[3]
20	Các vật cản ánh sáng mặt trời tiếp xúc hệ pin (hiệu ứng bóng râm), như mây, bụi,...	II.11	[3], [4], [5], [8]
21	Số giờ nắng trong ngày	II.12	[5]
22	Độ ẩm tương đối của không khí	II.13	[4], [5], [6]
23	Áp suất không khí	II.14	[5]
24	Sự ảnh hưởng của điện trở của mạch điện (suy hao do dây dẫn)	III.1	[3]
25	Hướng và góc nghiêng của mô-đun tấm pin	III.2	[3]
26	Nguồn năng lượng điện đầu ra	III.3	Ý kiến chuyên gia
27	Công nghệ sản xuất, chất lượng và độ bền vật liệu tấm pin (độ giảm hiệu suất làm việc theo thời gian các tế bào quang điện)	IV.1	[3]
28	Nhiệt độ các tế bào quang điện của tấm pin	IV.2	[3], [4]
29	Hiệu suất của biến tần	IV.3	[3]
30	Hiệu suất tấm pin (mức độ chuyển hóa quang năng thành điện năng)	IV.4	Ý kiến chuyên gia
31	Hiện tượng suy giảm hiệu suất của hệ thống	IV.5	[3]
32	Thi công đảm bảo yêu cầu kỹ thuật	IV.6	Ý kiến chuyên gia
33	Quy mô, chất lượng hệ thống lưu trữ điện	IV.7	Ý kiến chuyên gia
34	Công tác vệ sinh bề mặt tấm pin	V.1	Ý kiến chuyên gia
35	Công tác kiểm tra, bảo trì kỹ thuật hệ thống định kỳ	V.2	Ý kiến chuyên gia
36	Hư hỏng hệ thống do nguyên nhân không lường trước	V.3	Ý kiến chuyên gia

2.3. Thu thập dữ liệu

Với số lượng biến quan sát là 36 biến. Theo tác giả Hoàng Trọng trong [9] đề xuất thu thập từ 4 đến 5 lần số lượng biến, tương đương 144 đến 180 mẫu quan sát. Sau khi phát hành 200 bài khảo sát, tác giả thu thập về 164 kết quả hợp lệ (tỷ lệ phản hồi là 82 %). Đối tượng thu thập dữ liệu bao gồm các chuyên gia trong các lĩnh vực: năng lượng tái tạo, quy hoạch đô thị, thiết kế và thi công xây dựng công trình và một số chuyên gia trong các lĩnh vực khác liên quan đến lĩnh vực năng lượng mặt trời.

2.4. Phân tích kết quả khảo sát

2.4.1. Đánh giá độ tin cậy của thang đo

Để đánh giá độ tin cậy và nhất quán của dữ liệu nghiên cứu, tác giả sử dụng kiểm định Cronbach's Alpha. Hệ số Cronbach's Alpha dùng để loại trừ các biến không phù hợp. Hệ số này có giá trị từ 0 đến 1, trong đó nếu hệ số Cronbach's Alpha có giá trị từ 0,8 đến 1, mẫu dữ liệu được xem là có tính nhất quán tốt, với giá trị từ 0,6 đến 0,7 mẫu dữ liệu được xem là có thể sử dụng được, với các nghiên cứu mới hoặc

mới trong bối cảnh nghiên cứu có thể sử dụng mẫu có hệ số Cronbach's Alpha nhỏ hơn 0,6 [9].

Bằng sự hỗ trợ của phần mềm IBM SPSS, tác giả tiến hành mô hình các nhân tố và phân tích kết quả khảo sát. Từ kết quả khảo sát tác giả tiến hành đánh giá mức độ tin cậy của thang đo. Kết quả hệ số Cronbach's Alpha theo phân nhóm được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3.

Kết quả kiểm định Cronbach's Alpha đối với từng nhóm nhân tố.

Nhóm nhân tố	Kí hiệu nhóm	Hệ số Cronbach's Alpha
Nhóm các yếu tố liên quan đến quy hoạch và xây dựng	I	0,779
Nhóm các yếu tố thời tiết và vị trí địa lý	II	0,901
Nhóm các yếu tố liên quan đến kỹ thuật của hệ thống điện mặt trời	III	0,735
Nhóm các yếu tố liên quan đến chất lượng của hệ thống điện mặt trời	IV	0,887
Nhóm các yếu tố liên quan đến vận hành hệ thống điện mặt trời	V	0,798

Kết quả phân tích cho thấy các nhóm nhân tố đều có hệ số Cronbach's Alpha lớn hơn giá trị 0,6, điều này cho thấy các nhóm nhân tố trong khảo sát là nhất quán, mẫu dữ liệu có thể sử dụng được cho nghiên cứu.

2.4.2 Phân tích tính đồng nhất của phân nhóm các nhân tố

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đánh giá sự hội tụ và giá trị dị biệt của các nhóm nhân tố bằng cách sử dụng phân tích nhân tố khám phá EFA. Hệ số KMO (Kaiser – Mayer – Olkin) được sử dụng để xem xét sự phù hợp để sử dụng phương pháp phân tích nhân tố cho nghiên cứu. Hệ số này phải có giá trị từ 0,5 đến 1 thì dữ liệu nghiên cứu được xem là phù hợp để phân tích nhân tố.

Bảng 5.

Bảng tổng hợp phân tích nhóm nhân tố.

Nhân tố	Ký hiệu	Hệ số tải	Eigenvalue	% phương sai
Nhóm các yếu tố thời tiết và vị trí địa lý	N1		10,911	15,298
Sự ảnh hưởng của hướng gió	II.9	0,887		
Sự ảnh hưởng của tốc độ gió	II.8	0,845		
Áp suất không khí	II.14	0,843		
Độ ẩm tương đối của không khí	II.13	0,812		
Sự bức xạ ngược của bề mặt trái đất khi nhận ánh sáng mặt trời	II.10	0,738		
Các vật cản ánh sáng mặt trời tiếp xúc hệ pin (hiệu ứng bóng râm), như mây, bụi,...	II.11	0,698		

Kiểm định Bartlett được sử dụng để đánh giá sự tương quan giữa các biến quan sát. Bằng các tính toán chỉ số Sig của kiểm định Bartlett, nếu kiểm định có giá trị Sig = 0,000 < 0,05 thì có thể kết luận rằng các biến quan sát có tương quan với nhau.

Giá trị hệ số Eigenvalue cũng được sử dụng để xác định số lượng nhân tố trong nghiên cứu này. Các nhân tố có giá trị Eigenvalue ≥ 1 sẽ được giữ lại trong mô hình phân tích. Tổng phương sai trích (Total Variance Explained) được sử dụng để xem xét mức độ mô tả sự biến thiên của các biến quan sát, giá trị phương sai trích phải mô tả được lớn hơn hoặc tối thiểu bằng 50 % sự biến thiên của dữ liệu thì được xem là phù hợp.

Hệ số tải thể hiện mối tương quan giữa biến quan sát với nhân tố, hệ số tải càng lớn đồng nghĩa biến quan sát và nhân tố có mức độ tương quan càng lớn. Theo [9], hệ số tải có giá trị tối thiểu để được giữ lại là 0,5. Kết quả tính toán các hệ số KMO và kiểm định Bartlett được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4.

Kết quả kiểm định KMO và Bartlett's.

Kiểm định KMO và Bartlett		
Chỉ số KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)		0,785
Chỉ số Bartlett	Xấp xỉ. Chi-Square	4270,546
	Bậc tự do	630
	Sig.	0,000

Kết quả cho thấy hệ số Kaiser – Mayer – Olkin có giá trị 1 > KMO = 0,785 > 0,5; nên có thể kết luận rằng sử dụng phương pháp phân tích nhân tố là phù hợp. Hệ số Sig. = 0,000 < 0,05, do đó các biến quan sát có tương quan với nhau.

Theo [10] với số lượng quan sát là 164 quan sát, nhằm đảm bảo tính hội tụ, hệ số tải được sử dụng để loại trừ các biến không phù hợp là 0,425.

Giá trị tổng phương sai trích đạt 73,34 % > 50 % đối với 9 nhân tố đầu. Giá trị Eigenvalues cũng đạt 1,035 > 1 đối với nhân tố thứ 9. Điều này chứng tỏ rằng với nhóm 9 nhân tố đầu có khả năng giải thích được 73,34 % ý nghĩa của nghiên cứu.

Nhân tố	Ký hiệu	Hệ số tải	Eigenvalue	% phương sai
Sự ảnh hưởng của điều kiện thời tiết (thường xảy ra giông bão, mưa nhiều, nóng ẩm, số giờ nắng trong ngày...)	II.7			
Nhóm các yếu tố liên quan đến chất lượng của hệ thống điện mặt trời	N2		4,544	14,415
Công nghệ sản xuất/ Chất lượng và độ bền vật liệu tấm pin (độ giảm hiệu suất làm việc theo thời gian các tế bào quang điện)	IV.1	0,832		
Hiệu suất tấm pin (mức độ chuyển hóa quang năng thành điện năng)	IV.4	0,817		
Thi công đảm bảo yêu cầu kỹ thuật	IV.6	0,816		
Nhiệt độ các tế bào quang điện của tấm pin	IV.2	0,785		
Hiệu suất của biến tần	IV.3	0,738		
Hiện tượng suy giảm hiệu suất của hệ thống (diễn hình là suy giảm hiệu suất tiềm năng PID - Potential Induced Degradation và suy giảm cảm ứng ánh sáng LID - Light Induced Degradation)	IV.5	0,592		
Nhóm các yếu tố ảnh hưởng mức độ hấp thụ ánh sáng của hệ thống	N3		2,446	8,943
Sự khuếch tán bức xạ mặt trời phương ngang	II.2	0,684		
Hư hỏng hệ thống do nguyên nhân không lường trước	V.3	0,613		
Công tác vệ sinh bề mặt tấm pin	V.1	0,586		
Cường độ chiếu sáng và cường độ bức xạ năng lượng mặt trời phát ra	II.1	0,581		
Sự hấp thụ năng lượng bức xạ bởi các hạt bụi bẩn trong không khí	II.3	0,573		
Công tác kiểm tra, bảo trì kỹ thuật hệ thống định kỳ	V.2	0,547		
Nhóm các yếu tố liên quan đến quy hoạch và xây dựng	N4		1,748	8,072
Năng lực đơn vị quản lý dự án từ giai đoạn nghiên cứu đến khi vận hành nhà máy	I.6	0,824		
Năng lực, kinh nghiệm đơn vị thiết kế, thi công và vận hành	I.8	0,755		
Quy mô xây dựng dự án	I.7	0,654		
Năng lực tài chính của Chủ đầu tư	I.5	0,622		
Sự chậm trễ trong quá trình thực hiện dự án	I.4			
Nhóm các yếu tố thời tiết và vị trí địa lý	N5		1,655	6,965
Sự ảnh hưởng của sự phân chia mùa trong năm	II.6	0,753		
Sự ảnh hưởng của việc lựa chọn loại hình và vị trí lắp đặt của hệ thống điện	II.5	0,753		
Sự ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường	II.4	0,548		
Nhóm các yếu tố liên quan đến kỹ thuật của hệ thống điện	N6		1,375	5,309
Hướng và góc nghiêng của mô-đun tấm pin	III.2	0,634		
Sự ảnh hưởng của điện trở của mạch điện (suy hao do dây dẫn)	III.1	0,553		
Số giờ nắng trong ngày	II.12			
Nhóm các yếu tố liên quan đến quy hoạch và xây dựng	N7		1,212	4,949
Quy đất và cơ sở hạ tầng có sẵn của địa phương	I.1	0,782		
Độ cao địa hình xây dựng	I.2	0,692		
Nhóm các yếu tố liên quan đến quy hoạch và xây dựng	N8		1,118	4,591
Chính sách khuyến khích (giá, quy hoạch, ưu đãi về thuế, giấy phép) của chính phủ	I.3	0,830		
Khả năng đáp ứng của lưới điện tại địa phương	I.9	0,636		
Nhóm các yếu tố liên quan đến quy hoạch và xây dựng	N9		1,035	3,801
Nguồn năng lượng điện đầu ra	III.3	0,676		
Quy mô, chất lượng hệ thống lưu trữ điện	IV.7	0,599		

Kết quả phân tích nhân tố được thể hiện qua Bảng 5, có thể thấy rằng nhóm nhân tố thứ nhất (N1) liên quan đến yếu tố thời tiết và vị trí địa lý chiếm tỉ trọng lớn nhất, nhóm này mô tả được 15,298 % sự biến thiên của dữ liệu khảo sát. Nhóm nhân tố thứ hai (N2) là nhóm các nhân tố liên quan đến chất lượng của hệ thống điện năng lượng mặt trời điển tả được 14,415 % mức độ biến thiên của dữ liệu, tiếp theo là nhóm nhân tố liên quan đến yếu tố mức độ hấp thụ ánh sáng của hệ thống (N3), với khả năng giải thích sự biến thiên của dữ liệu là 8,943 %, nhóm (N4) – các nhân tố liên quan đến xây dựng và quy hoạch giải thích được 8,072 % sự biến thiên của dữ liệu nghiên cứu. Tiếp theo nhóm (N5) cũng mô tả sự ảnh hưởng liên quan đến yếu tố thời tiết và vị trí địa lý giải thích được 6,965 % sự biến thiên của dữ liệu, nhóm (N6) giải thích được 5,309 % sự biến thiên của dữ liệu, nhóm này mô tả sự ảnh hưởng của các yếu tố kỹ thuật đến năng suất của hệ thống, các nhóm từ N7 đến N9, mỗi nhóm chiếm tỉ trọng dưới 5 %, tuy nhiên

các nhóm này cũng đóng góp vào việc giải thích sự ảnh hưởng của các yếu tố đến năng suất điện mặt trời. Tổng cộng 9 nhóm nhân tố trên mô tả hơn 73 % sự biến thiên của dữ liệu nghiên cứu.

2.4.2. Xếp hạng các nhân tố ảnh hưởng đến năng suất của hệ thống điện năng lượng mặt trời

Xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các nhân tố theo thang đo được trình bày ở bảng sau. Xếp hạng được thực hiện dựa trên số điểm trung bình mức độ ảnh hưởng của từng nhân tố. Trong đó nhân tố ảnh hưởng nhiều nhất là I.10 với điểm trung bình là 4,42 và nhân tố kế đến là II.1 với số điểm 4,40. Có 15 nhân tố có điểm mức độ ảnh hưởng lớn hơn hoặc bằng 4. Nhân tố xếp hạng thấp nhất về mức độ ảnh hưởng là sự ảnh hưởng của gió II.9 với 2,81 điểm. Ngoài ra, có nhiều nhân tố khác với số điểm khác nhau được trình bày chi tiết ở bảng sau.

Bảng 6.

Bảng xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các nhân tố đến năng suất của hệ thống điện năng lượng mặt trời.

Nhân tố	Ký hiệu	Trung bình	Xếp hạng
Khả năng đáp ứng của lưới điện tại địa phương	I.10	4,42	1
Cường độ chiếu sáng và cường độ bức xạ năng lượng mặt trời phát ra	II.1	4,40	2
Chính sách khuyến khích (giá, quy hoạch, ưu đãi về thuế, giấy phép) của chính phủ	I.3	4,36	3
Độ cao địa hình xây dựng	I.2	4,34	4
Năng lực, kinh nghiệm đơn vị thiết kế, thi công và vận hành	I.8	4,31	5
Năng lực tài chính của Chủ đầu tư	I.5	4,22	6
Số giờ nắng trong ngày	II.12	4,19	7
Quy mô xây dựng dự án	I.7	4,18	8
Năng lực đơn vị quản lý dự án từ giai đoạn nghiên cứu đến khi vận hành nhà máy	I.6	4,15	9
Sự khuếch tán bức xạ mặt trời phương ngang	II.2	4,13	10
Công nghệ sản xuất/ Chất lượng và độ bền vật liệu tấm pin (độ giảm hiệu suất làm việc theo thời gian các tế bào quang điện)	IV.1	4,06	11
Hiệu suất tấm pin (mức độ chuyển hóa quang năng thành điện năng)	IV.4	4,05	12
Sự ảnh hưởng của việc lựa chọn loại hình và vị trí lắp đặt của hệ thống điện	II.5	4,04	13
Quý đất và cơ sở hạ tầng có sẵn của địa phương	I.1	4,00	14
Sự ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường	II.4	4,00	14
Hướng và góc nghiêng của mô-đun tấm pin	III.2	3,98	16
Công tác vệ sinh bề mặt tấm pin	V.1	3,96	17
Thi công đảm bảo yêu cầu kỹ thuật	IV.6	3,93	18
Sự chậm trễ trong quá trình thực hiện dự án	I.4	3,92	19
Hiệu suất của biến tần	IV.3	3,89	20
Quy mô, chất lượng hệ thống lưu trữ điện	IV.7	3,89	20
Công tác kiểm tra, bảo trì kỹ thuật hệ thống định kỳ	V.2	3,89	20
Nhiệt độ các tế bào quang điện của tấm pin	IV.2	3,82	23
Nguồn năng lượng điện đầu ra	III.3	3,75	24
Hiện tượng suy giảm hiệu suất của hệ thống (điển hình là suy giảm hiệu suất tiềm năng PID - Potential Induced Degradation và suy giảm cảm ứng ánh sáng LID - Light Induced Degradation)	IV.5	3,71	25
Sự hấp thụ năng lượng bức xạ bởi các hạt bụi bản trong không khí	II.3	3,67	26

Nhân tố	Ký hiệu	Trung bình	Xếp hạng
Sự ảnh hưởng của điện trở của mạch điện (suy hao do dây dẫn)	III.1	3,59	27
Sự ảnh hưởng của sự phân chia mùa trong năm	II.6	3,56	28
Sự ảnh hưởng của điều kiện thời tiết (thường xảy ra giông bão, mưa nhiều, nóng ẩm, số giờ nắng trong ngày...)	II.7	3,56	28
Hư hỏng hệ thống do nguyên nhân không lường trước	V.3	3,54	30
Các vật cản ánh sáng mặt trời tiếp xúc hệ pin (hiệu ứng bóng râm), như mây, bụi,...	II.11	3,45	31
Sự bức xạ ngược của bề mặt trái đất khi nhận ánh sáng mặt trời	II.10	3,33	32
Độ ẩm tương đối của không khí	II.13	3,25	33
Sự ảnh hưởng của tốc độ gió	II.8	2,96	34
Áp suất không khí	II.14	2,85	35
Sự ảnh hưởng của hướng gió	II.9	2,81	36

Theo Bảng 6, các nhà đầu tư có thể nhanh chóng nhận biết các nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến năng suất của một nhà máy điện mặt trời, đây sẽ là sự hỗ trợ quan trọng trong bước đầu khi quyết định đầu tư một dự án điện mặt trời.

3. Kết luận

Bằng việc tham khảo nhiều nghiên cứu trên thế giới và sự hỗ trợ của các chuyên gia hàng đầu trong lĩnh vực phát triển dự án điện năng lượng mặt trời tại Việt Nam, nghiên cứu đã chỉ ra các nhân tố và mức độ ảnh hưởng của chúng đến năng suất của một hệ thống điện năng lượng mặt trời trong điều kiện kinh tế, quy hoạch và khí hậu tại Việt Nam. Nghiên cứu đã chỉ ra 37 nhân tố trong 9 nhóm nhân tố, với mức độ ảnh hưởng khác nhau, 37 nhân tố này đã giải thích được hơn 71 % vấn đề đặt ra. Kết quả nghiên cứu này về mặt ứng dụng thực tiễn có thể được sử dụng như một căn cứ khoa học trong hoạch định và đưa ra các quyết định đầu tư, đồng thời là một tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu sau này về vấn đề năng lượng tái tạo. Nghiên cứu cũng đặc ra vấn đề mối quan hệ giữa sự thành công của một dự án điện mặt trời với quá trình quản lý và quy hoạch xây dựng, đây là một tiền đề quan trọng để các nghiên cứu khác tiếp tục phát triển. Tuy nhiên nghiên cứu còn hạn chế khi chỉ đưa ra các nhân tố ảnh hưởng đến năng suất của hệ thống điện mặt trời mà chưa đưa ra mô hình tính toán và dự đoán năng suất của nhà máy, đây cũng là một hướng nghiên cứu cho các nghiên cứu tiếp theo trong lĩnh vực điện năng lượng mặt trời.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số C2021-20-41.

Tài liệu tham khảo

[1]. T. Q. Dung, "Photovoltaic technology and solar energy development in Vietnam," *Tech Monit.*, pp. 29–36, 2009.

[2]. Prime Minister, "Quyết định 2068/QĐ-TTG năm 2015 phê duyệt chiến lược phát triển năng lượng tái tạo của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 do Thủ tướng Chính phủ ban hành." 2009.

[3]. K. Vidyandandan, "An Overview of Factors Affecting the Performance of Solar PV Systems," *Energy Scan*, vol. 27, no. February, pp. 2–8, 2017.

[4]. H. Aprillia, H. T. Yang, and C. M. Huang, "Short-term photovoltaic power forecasting using a convolutional neural network-salp swarm algorithm," *Energies*, vol. 13, no. 8, 2020, doi: 10.3390/en13081879.

[5]. A. Mellit and A. M. Pavan, "A 24-h forecast of solar irradiance using artificial neural network: Application for performance prediction of a grid-connected PV plant at Trieste, Italy," *Sol. Energy*, vol. 84, no. 5, pp. 807–821, 2010, doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2010.02.006>.

[6]. P. Li, K. Zhou, X. Lu, and S. Yang, "A hybrid deep learning model for short-term PV power forecasting," *Appl. Energy*, 2020, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.114216.

[7]. M. Shrivanth Vasisht, J. Srinivasan, and S. K. Ramasesha, "Performance of solar photovoltaic installations: Effect of seasonal variations," *Sol. Energy*, vol. 131, pp. 39–46, 2016, doi: 10.1016/j.solener.2016.02.013.

[8]. R. Ballal, L. P. Sagar S, and G. Kumar, "Effect of Shading on the Performance of Solar PV Panel," vol. 5, no. 1A, pp. 1–4, 2015, doi: 10.5923/c.ep.201501.01.

[9]. L. N. M. N. Hoàng Trọng, "Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS - Tập 2," pp. 27–45, 2008.

[10]. L. Hou et al., "Roles of different initial Maillard intermediates and pathways in meat flavor formation for cysteine-xylose-glycine model reaction systems," *Food Chemistry*, vol. 232, pp. 135–144, 2017, doi: 10.1016/j.foodchem.2017.03.133.