

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ CUNG CẤP ĐIỆN MẶT TRỜI TẠI ĐẢO AN BÌNH, TỈNH QUẢNG NGÃI

STUDY ON IMPROVEMENT SOLUTION OF THE EFFICIENCY OF SOLAR POWER SUPPLY AT AN BINH ISLAND, QUANG NGAI PROVINCE

Đàm Khánh Linh¹, Vũ Minh Pháp²

¹Trường Đại học Điện lực

²Viện Khoa học công nghệ năng lượng và môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài: 05/09/2023, Ngày chấp nhận đăng: 17/10/2023, Phản biện: TS. Nguyễn Công Chính

Tóm tắt:

Ứng dụng năng lượng tái tạo cho các khu vực hải đảo là một trong những giải pháp quan trọng trong việc hỗ trợ phát triển kinh tế địa phương ở hầu hết các quốc gia trên thế giới. Tuy nhiên, việc sử dụng các nguồn năng lượng mặt trời, năng lượng gió cho khu vực hải đảo của Việt Nam vẫn đang gặp một số thách thức như sự ảnh hưởng bởi thời tiết, vì vậy cần đánh giá hiệu quả khi tích hợp thêm hệ thống lưu trữ điện năng bằng pin lithium. Bài báo nghiên cứu khả năng tích hợp điện mặt trời và pin lithium vào lưới điện tại đảo An Bình, tỉnh Quảng Ngãi. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc chọn cấu trúc phù hợp của hệ thống điện hỗn hợp có thể góp phần tăng tỷ lệ cung cấp điện của nguồn điện mặt trời trên đảo lên 20,5 %.

Từ khóa:

Lưới điện nhỏ, điện mặt trời, HOMER.

Abstract:

Applying renewable energy to islands is one of the important solutions in supporting local economic development in most countries of the world. However, the use of wind and solar energy sources for Vietnam's island areas is still facing some challenges such as weather effects, so it is necessary to evaluate the effectiveness of integrating a power storage system of lithium batteries. Therefore, the paper studies the possibility of integrating solar energy and lithium battery systems into the power grid of An Binh island, Quang Ngai province. The research results show that choosing the appropriate structure of the hybrid power system can contribute to increase the power supply ratio of 20.5% from solar power sources on the island.

Keywords:

Micro grid, solar power, HOMER.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các trạm điện tái tạo đóng vai trò ngày càng quan trọng trong việc cung cấp điện, đặc biệt là ở vùng sâu vùng xa, biên giới,

hải đảo [1]. Các lưới điện nhỏ độc lập dựa trên các nguồn năng lượng tái tạo thường là một trong những cách hiệu quả nhất để cung cấp năng lượng cho các khu vực

không có điện lưới quốc gia. Tuy nhiên, việc sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, năng lượng gió vẫn đang gặp nhiều thách thức do ảnh hưởng bởi thời tiết, điều này dẫn đến mất ổn định cung cấp điện [2]. Trong những năm gần đây, các thiết bị lưu trữ năng lượng, trong đó có pin lithium đã được nghiên cứu sử dụng kết hợp với các nguồn năng lượng tái tạo để giảm phụ tải cao điểm, giảm bớt biến động sản lượng, cung cấp nguồn điện khẩn cấp và tạo điều kiện thuận lợi cho người tiêu dùng năng lượng [3]. Pin lithium có những ưu điểm nổi bật như mật độ năng lượng cao, bảo trì thấp, hiệu suất và tuổi thọ cao so với các loại acquy truyền thống.

Tại Việt Nam, nhiều dự án điện tái tạo cũng được triển khai cho các khu vực chưa nối lưới, trong đó có các hải đảo xa lưới điện quốc gia. Các đảo hiện có vai trò chiến lược trong phát triển kinh tế - xã hội và bảo đảm an ninh quốc phòng của Việt Nam nên việc thiết lập cơ sở hạ tầng vững chắc để phát triển bền vững trên các đảo này, đặc biệt là an ninh năng lượng là hết sức cần thiết [4]. Do khoảng cách địa lý và các điều kiện tự nhiên, việc cung cấp điện trên các hòn đảo này hoàn toàn phụ thuộc vào nguồn điện diesel, nguồn năng lượng tái tạo tại chỗ và các acquy tích trữ điện kiểu cũ có tuổi thọ và hiệu suất thấp. Le và cộng sự [5] đã nghiên cứu tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo vào lưới điện các đảo ở Việt Nam nhưng chưa xem xét sử dụng hệ thống pin lithium tích trữ điện năng. Cường và cộng sự [6] đã phân tích giá thành phong điện

của dự án phong điện đảo Phú Quý. Như vậy, quá trình đánh giá thực tế của nhóm nghiên cứu cho thấy việc sử dụng pin lithium để tăng độ ổn định cung cấp điện tại các khu vực hải đảo Việt Nam chưa được nghiên cứu nhiều.

Vì vậy, nội dung bài báo tập trung nghiên cứu đánh giá khả năng kết hợp giữa nguồn điện mặt trời và pin lithium cho đảo An Bình, tỉnh Quảng Ngãi. Kết quả nghiên cứu có thể góp phần cải thiện hiệu quả cung cấp điện của các nguồn điện tái tạo trên đảo An Bình nói riêng và các khu vực hải đảo khác nói chung ở Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu này, hoạt động lưới điện nhỏ tại đảo An Bình được mô phỏng bằng cách sử dụng phần mềm HOMER [7]. Chương trình này được viết và phát triển bởi Phòng Thí nghiệm năng lượng tái tạo quốc gia (National Renewable Energy Laboratory - NREL) của Mỹ với mục đích thiết kế các hệ thống năng lượng nhỏ và tạo điều kiện thuận lợi trong việc so sánh các nguồn năng lượng khi mà các nguồn này kết hợp với nhau.

Chương trình HOMER mô phỏng các trạng thái vật lý và chi phí vòng đời các hệ thống năng lượng. Chương trình HOMER cũng giúp cho người sử dụng có thể so sánh các phương án thiết kế khác nhau dựa trên các thông số kinh tế, kỹ thuật của các công nghệ năng lượng và tạo điều kiện thuận lợi trong việc nghiên cứu các thay đổi của dữ liệu đầu vào. Phần mềm HOMER sẽ so sánh và lựa chọn phương án cấu hình tối ưu tốt nhất dựa trên giá trị

chi phí hiện tại thuần (Net present cost - NPC) nhỏ nhất [8].

3. ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU

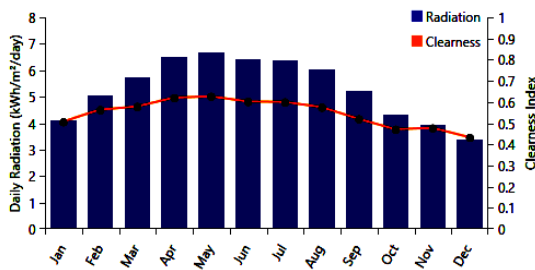
3.1. Vị trí địa lý và điều kiện tự nhiên tại đảo An Bình

Hình 1 thể hiện vị trí đảo An Bình (hay còn gọi là đảo Bé) thuộc tỉnh Quảng Ngãi, cách Lý Sơn 15 phút đi tàu. Chế độ vi khí hậu của đảo có đặc thù khô hạn về mùa nắng, chịu nhiều giông bão, gió lớn về mùa mưa.



Hình 1. Vị trí đảo An Bình

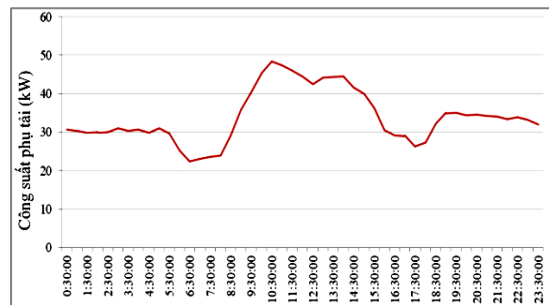
Lượng mưa trung bình năm thấp, tổng bức xạ lớn, số ngày mưa ít, số ngày nắng nhiều, độ ẩm không khí cao. Mùa khô kéo dài từ tháng 3 đến tháng 8, mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 2 năm sau và tập trung đến trên 80% lượng mưa của cả năm. Nhiệt độ không khí dao động từ 21,8 đến 30,5°C. Số giờ nắng các tháng dao động từ 38 - 334,5 giờ.



Hình 2. Tổng xạ mặt trời khu vực đảo An Bình

Dữ liệu tổng xạ mặt trời trong phần mềm HOMER ở Hình 2 cho thấy giá trị tổng xạ mặt trời trung bình tại khu vực này là 5,3 kWh/m²/ngày, tháng 5 có giá trị tổng xạ mặt trời cao nhất khoảng 6,6 kWh/m²/ngày trong khi tháng 12 có giá trị tổng xạ mặt trời thấp nhất là khoảng 3,3 kWh/m²/ngày.

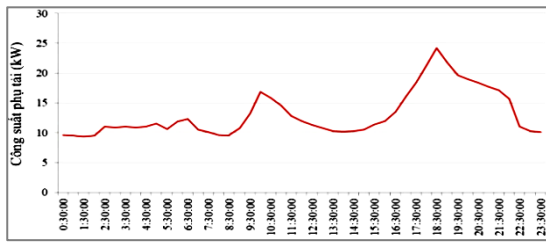
3.2. Nhu cầu phụ tải



Hình 3. Biểu đồ tải điện hình trong một ngày vào tháng mùa khô

Nhu cầu phụ tải điện trong các tháng mùa khô là cao nhất, và vào các tháng mùa mưa là thấp nhất. Vào mùa khô, nhu cầu trung bình là từ 25 đến 40 kW, trong đó nhu cầu đạt đỉnh ở mức 55,7 kW vào tháng 5. Vào mùa mưa, nhu cầu trung bình là từ 10 đến 25 kW với nhu cầu tối thiểu ở mức 8 kW vào tháng 12 [5]. Biểu đồ phụ tải điện hình trong một ngày vào tháng mùa khô và tháng mùa mưa được thể hiện trên Hình 3 và 4.

Hơn nữa, nhu cầu điện giữa hai mùa cũng khác nhau. Vào mùa khô, nhu cầu sử dụng điện tập trung từ 9h đến 16h. Vào mùa mưa, nhu cầu điện ở mức cao trong các khung thời gian hai lần là từ 9 giờ đến 11 giờ và từ 5 giờ đến 6 giờ chiều.



Hình 4. Biểu đồ tải điện hình trong một ngày trong tháng mùa mưa

3.3. Cung cấp điện

Các tuyến lưới điện đảo An Bình bao gồm hầu hết các tuyến trên cao với chiều dài khoảng 2700 km gồm 02 lộ: các đường chính sử dụng cáp LV-ABC-4×120 mm², và các nhánh dùng cáp của LV-ABC-4×70mm². Lưới phân phối này không

được kết nối với bất kỳ lưới điện lân cận nào cho mục đích trao đổi điện.

Hình 5 cho thấy người tiêu dùng trên đảo An Bình sử dụng năng lượng từ máy phát điện diesel và hệ thống năng lượng mặt trời được lắp đặt ở đây. Các máy phát điện diesel có tổng công suất 176 kVA (~139 - 140 kW) hoạt động tối đa 12 giờ một ngày. Các hệ thống điện mặt trời có tổng công suất 96 kWp. Việc kết hợp các hệ thống điện mặt trời với các máy diesel đảm bảo cung cấp điện bền vững hơn, góp phần cải thiện phát triển kinh tế và xã hội trên đảo.



Hình 5. Hệ thống điện mặt trời - diesel trên đảo An Bình

Yearly Load Data												
	Weekdays						Weekends					
Hour	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
0	9.000	9.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	9.000	9.000	9.000	9.000
1	9.000	9.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	9.000	9.000	9.000	9.000
2	11.000	11.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	11.000	11.000	11.000	11.000
3	12.000	12.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	12.000	12.000	12.000	12.000
4	12.000	12.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	12.000	12.000	12.000	12.000
5	12.000	12.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	12.000	12.000	12.000	12.000
6	13.000	13.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	13.000	13.000	13.000	13.000
7	13.000	13.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	13.000	13.000	13.000	13.000
8	10.000	10.000	26.000	26.000	26.000	26.000	26.000	26.000	10.000	10.000	10.000	10.000
9	12.000	12.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	12.000	12.000	12.000	12.000
10	17.000	17.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	17.000	17.000	17.000	17.000
11	14.000	14.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	14.000	14.000	14.000	14.000
12	12.000	12.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	12.000	12.000	12.000	12.000
13	11.000	11.000	43.000	43.000	43.000	43.000	43.000	43.000	11.000	11.000	11.000	11.000
14	10.000	10.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	41.000	10.000	10.000	10.000	10.000
15	11.000	11.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	11.000	11.000	11.000	11.000
16	13.000	13.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	13.000	13.000	13.000	13.000
17	15.000	15.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	15.000	15.000	15.000	15.000
18	20.000	20.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	20.000	20.000	20.000	21.000
19	25.000	25.000	34.000	34.000	34.000	34.000	34.000	34.000	25.000	25.000	25.000	26.000
20	21.000	21.000	33.000	33.000	33.000	33.000	33.000	33.000	21.000	21.000	21.000	21.000
21	18.000	18.000	33.000	33.000	33.000	33.000	33.000	33.000	18.000	18.000	18.000	18.000
22	15.000	15.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	15.000	15.000	15.000	15.000
23	10.000	10.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	31.000	10.000	10.000	10.000	10.000

Hình 6. Số liệu phụ tải ngày trong HOMER

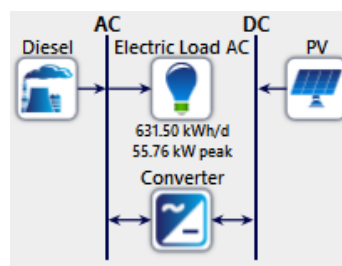
4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1. Hệ thống điện hỗn hợp hiện có trên đảo An Bình

Khi thực hiện tính toán xác định tối ưu cấu hình hệ thống điện hỗn hợp đảo An Bình, các kịch bản phụ tải (thấp nhất, trung bình, lớn nhất) vào các thời điểm sáng, trưa, chiều, tối cũng đã được xem xét tính toán. Dữ liệu về phụ tải tiêu thụ điện tại đảo An Bình được thể hiện ở Hình 6 và phù hợp với phân tích đồ thị phụ tải ngày được thể hiện trong Hình 3 và Hình 4. Trên cơ sở kết quả tính toán thu được thì phần mềm HOMER sẽ so sánh và lựa chọn phương án cấu hình tối ưu tốt nhất dựa trên chi phí hiện tại thuần NPC.

Cấu hình của hệ thống năng lượng tái tạo hỗn hợp độc lập cấp điện cho phụ tải đảo được mô tả trong Hình 7. Hệ thống bao gồm lưới điện, pin mặt trời, máy phát diesel, bộ biến đổi điện.

Thông số kỹ thuật các thiết bị chính trong hệ thống điện hỗn hợp để mô phỏng trong phần mềm HOMER Pro được trình bày ở Bảng 1.



Hình 7. Sơ đồ mô phỏng hệ thống điện hỗn hợp hiện có tại đảo An Bình bằng HOMER

Bảng 1. Thông số đầu vào phục vụ mô phỏng lưới điện đảo An Bình

Thành phần	Công suất (kW)	Tuổi thọ	Ghi chú
Điện mặt trời	96	25 năm	Công suất điện mặt trời được lựa chọn trong thực tế
Máy phát điện Diesel	140	15000 giờ (số giờ hoạt động liên tục trước khi cần bảo trì)	Công suất máy phát điện đảm bảo cung cấp đủ cho phụ tải. Giá dầu là 1,3 \$/l và tăng trung bình 3%/năm

Bảng 2. Chi phí hệ thống điện hỗn hợp lưới điện đảo An Bình

Thành phần	Chi phí đầu tư	Chi phí thay thế	Chi phí O&M
Điện mặt trời	700 \$/kW	600 \$/kW	15 \$/kW/năm
Bộ biến đổi điện	100 \$/kW	100 \$/kW	Tính cùng hệ thống điện mặt trời
Máy phát điện diesel 140 kW	26.000 \$	24.000 \$	5 \$/giờ

Chi phí hệ thống điện hỗn hợp trong Bảng 2 dựa trên chi phí thực tế của thị trường điện tái tạo tại Việt Nam.

Hình 8 trình bày sản lượng điện phát từ pin mặt trời và máy phát diesel trong năm. Tỷ lệ máy phát là 66,6% trong khi tỷ lệ điện năng phát từ nguồn điện mặt trời chiếm 33,4%. Hệ thống điện hỗn hợp phát ra lượng điện năng phục vụ nhu cầu điện tại đảo là 230.498 kWh/năm, trong khi

lượng điện mặt trời thừa là 220.437 kWh/năm, điều này có thể gây lãng phí do không thể lưu tích trữ lượng điện thừa này lại. Mặt khác, việc sử dụng nhiều điện mặt trời trong lưới điện độc lập mà không có hệ thống tích trữ cũng có thể làm ảnh hưởng đến tính ổn định của lưới điện nhỏ trên đảo do lượng điện mặt trời phát ra phụ thuộc vào thời tiết.

Hình 9 thể hiện kết quả phát điện từ các nguồn điện trong ngày điển hình là ngày 4 tháng 7. Phụ tải điện ban ngày chủ yếu sử dụng điện từ điện mặt trời, và còn được bổ sung thêm từ điện từ máy phát cung cấp vào các thời điểm thời tiết không thuận lợi vào ban ngày. Máy phát diesel có xu hướng chạy nền liên tục để đảm bảo hoạt động phụ tải điện được ổn định, không bị ngắt quãng. Mặt khác, trong chế độ chạy phụ tải nền, công suất máy phát điện được giữ không đổi để điều tiết công suất điện mặt trời. Thời điểm giữa trưa xuất hiện lượng điện mặt trời thừa sau khi đã cung cấp đủ điện cho phụ tải trên đảo. Trong khi đó, phụ tải điện ban tối sử dụng điện từ máy phát diesel. Tuy nhiên, việc dùng quá nhiều thời gian hoạt động của máy phát cũng khiến tuổi thọ máy phát giảm và làm tăng chi phí do phải thay thế máy phát nhiều lần trong vòng đời dự án.

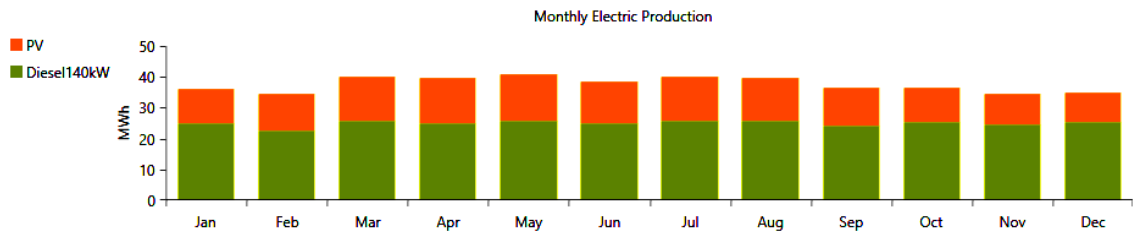
Kết quả phân tích môi trường cho thấy việc sử dụng nhiều máy phát điện đã khiến lượng phát thải lượng khí CO₂ là khoảng 268.468 kg/năm ra môi trường, do vậy mặc dù đã có sử dụng thêm điện mặt trời nhưng do tỷ trọng phát điện không cao nên chỉ góp phần nhỏ giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	150,627	33.4
Kohler 140kW Prime	300,972	66.6
Total	451,599	100

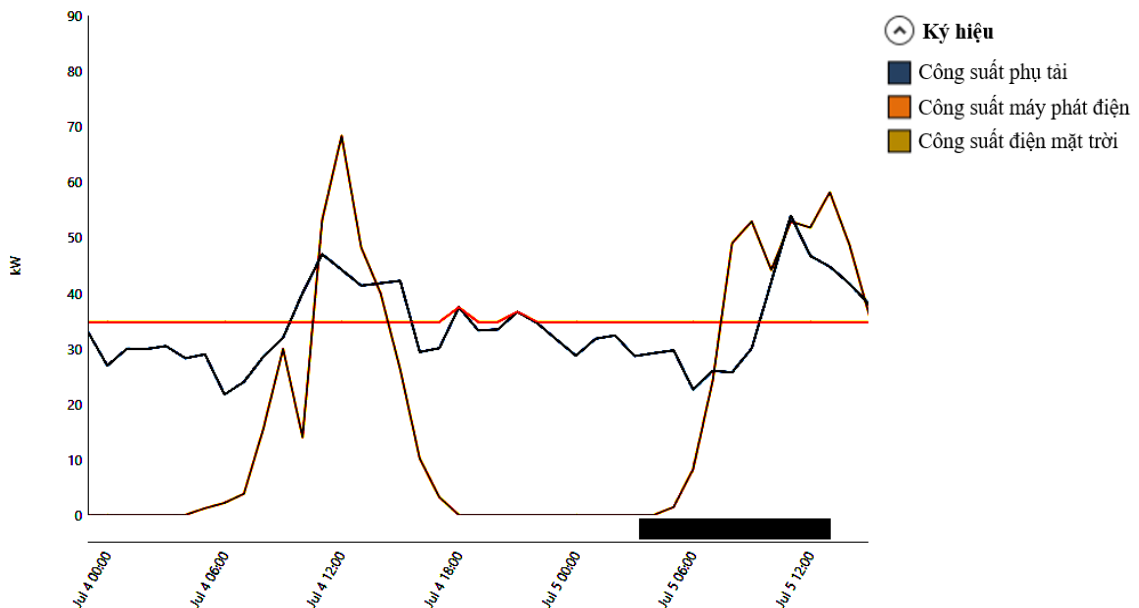
Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	230,498	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	230,498	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	220,437	48.8
Unmet Electric Load	0	0
Capacity Shortage	0	0

Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	0	%
Max. Renew. Penetration	822	%



Hình 8. Kết quả phát điện từ hệ thống điện hỗn hợp



Hình 9. Kết quả phát điện trong ngày điển hình

4.2. Tính toán tối ưu lưới điện nhỏ trên đảo An Bình

Như đã phân tích ở trên, việc sử dụng nhiều điện mặt trời trong lưới điện độc lập mà không có hệ thống tích trữ cũng có thể làm ảnh hưởng đến tính ổn định của lưới điện nhỏ trên đảo do lượng điện mặt trời

phát ra phụ thuộc vào thời tiết. Do vậy, việc tính toán tối ưu bằng phần mềm HOMER dựa trên giá trị chi phí hiện tại thuần nhỏ nhất sẽ xem xét khả năng sử dụng thêm bộ tích trữ điện năng để tận dụng được lượng điện mặt trời thừa và tăng tính ổn định của lưới điện.

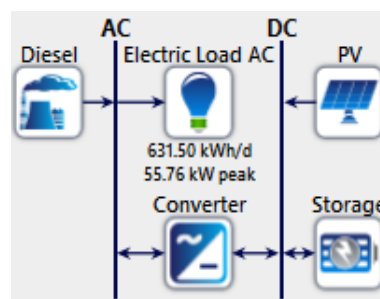
Bảng 3. Thông số đầu vào phục vụ mô phỏng tối ưu lưới điện đảo An Bình

Thành phần	Thông số	Tuổi thọ	Ghi chú
Điện mặt trời (kW)	96	25 năm	Công suất điện mặt trời được chọn theo công suất điện mặt trời hiện hữu và pin lithium được lựa chọn trong phạm vi dung lượng được sử dụng trên thị trường và ưu tiên phục vụ chủ yếu phụ tải điện
Pin lithium (kWh)	0, 80, 160, 240, 320, 400, 480, 560, 640, 720, 800	15 năm	
Máy phát điện Diesel (kW)	140	15000 giờ (số giờ hoạt động liên tục trước khi cần bảo trì)	Công suất máy phát điện đảm bảo cung cấp đủ cho phụ tải. Theo kết quả khảo sát, giá dầu tại đảo là 1,3 \$/l và tăng trung bình 3%/năm

Cấu hình của hệ thống điện hỗn hợp tối ưu cấp điện cho phụ tải đảo An Bình được mô tả trong Hình 10. Hệ thống bao gồm pin mặt trời, máy phát diesel, bộ biến đổi điện, hệ thống pin lithium. Ở chế độ hoạt động bình thường, phụ tải điện sẽ ưu tiên sử dụng điện được cấp từ các nguồn điện mặt trời. Điện năng sản xuất từ dàn pin mặt trời khi thừa có thể được nạp vào hệ thống pin lithium. Máy phát điện cung cấp điện cho phụ tải tiêu dùng khi cần thiết trong trường hợp điện mặt trời không thể hoạt động do ảnh hưởng của thời tiết và pin lithium hết dung lượng. Hệ thống pin lithium được dùng để trữ điện mặt trời thừa và cấp điện khi không có điện mặt trời trong khả năng dung lượng pin lithium cho phép.

Bảng 3 giới thiệu thông số đầu vào phục vụ mô phỏng.

Bảng 4 trình bày chi phí hệ thống điện hỗn hợp dựa trên chi phí thực tế của thị trường điện tái tạo tại Việt Nam.



Hình 10. Sơ đồ mô phỏng hệ thống điện hỗn hợp tối ưu đảo An Bình bằng HOMER

Bảng 4. Chi phí hệ thống điện hỗn hợp đảo An Bình

Thành phần	Chi phí đầu tư	Chi phí thay thế	Chi phí O&M
Điện mặt trời	700 \$/kW	600 \$/kW	15 \$/kW/năm
Bộ biến đổi điện	100 \$/kW	100 \$/kW	Tính cùng hệ thống điện mặt trời
Pin lithium	700 \$/kWh	600 \$/kWh	8 \$/kWh/năm
Máy phát điện diesel	26.000 \$	24.000 \$	5 \$/giờ

Kết quả mô phỏng trên Hình 11 đã thể hiện hệ thống điện hỗn hợp có pin lithium với dung lượng là 320 kWh là tối ưu nhất do có chi phí hiện tại thuần NPC nhỏ nhất là 1.743.961 USD.

Hình 12 trình bày sản lượng điện phát từ điện mặt trời, máy phát trong năm. Phụ tải điện ban ngày chủ yếu sử dụng điện từ điện mặt trời, và còn được bổ sung thêm từ điện từ máy phát cung cấp vào các thời điểm thời tiết không thuận lợi vào ban ngày.

Architecture								Cost		
				PV (kW)	Diesel (kW)	Storage	Converter (kW)	Dispatch	NPC (\$)	
				96.0	139	320	100	LF	\$1.74M	
				96.0	139	240	100	LF	\$1.76M	
				96.0	139	400	100	LF	\$1.80M	
				96.0	139	480	100	LF	\$1.86M	
				96.0	139	160	100	LF	\$1.88M	
				96.0	139	560	100	LF	\$1.92M	
				96.0	139	320	100	CC	\$1.95M	
				96.0	139	400	100	CC	\$1.95M	
				96.0	139	480	100	CC	\$1.98M	
				96.0	139	640	100	LF	\$1.99M	
				96.0	139	80	100	LF	\$1.99M	
				96.0	139	560	100	CC	\$2.02M	
				96.0	139	720	100	LF	\$2.06M	
				96.0	139	240	100	CC	\$2.06M	
				96.0	139	640	100	CC	\$2.07M	

Hình 11. Kết quả lựa chọn phương án tối ưu lưới điện đảo An Bình

Tỷ lệ máy phát diesel phát điện đã giảm so với phương án hiện tại là còn 46,1% trong khi tỷ lệ điện năng phát từ các nguồn điện mặt trời đã tăng lên 53,9% nhờ hệ thống pin lithium tích trữ được phần lớn lượng điện thừa. Hệ thống điện hỗn hợp phát ra lượng điện năng phục vụ nhu cầu điện tại đảo là 230.498 kWh/năm, trong khi lượng điện mặt trời thừa giảm còn 36.883 kWh/năm vào các thời điểm khi pin lithium đã đầy nên không thể hấp

thụ thêm điện thừa. Hệ thống điện hỗn hợp đảm bảo phụ tải trên đảo hoạt động ổn định, liên tục, không xảy ra tình trạng mất điện trong năm.

Hình 13 thể hiện kết quả phát điện từ các nguồn điện trong ngày điển hình là ngày 4 tháng 7. Phụ tải điện ban ngày chủ yếu sử dụng điện từ điện mặt trời, và còn được bổ sung thêm từ pin lithium cung cấp vào các thời điểm thời tiết không thuận lợi vào ban ngày để đảm bảo tỷ lệ phát điện tái tạo trong hệ thống là lớn nhất. Hệ thống pin lithium tích trữ được phần lớn lượng điện thừa từ pin mặt trời nhưng vẫn có lượng điện mặt trời thừa nhỏ vào các thời điểm khi pin lithium đã đầy nên không thể hấp thụ thêm điện thừa. Máy phát điện diesel hoạt động khi thiếu điện từ hệ thống điện mặt trời và pin lithium.

Hình 14 thể hiện kết quả thống kê tần suất nạp và xả điện của hệ thống pin lithium. Có thể thấy rằng hệ thống pin lithium có tổng điện năng lưu trữ là 320 kWh và có thể hoạt động ở chế độ tự cung cấp điện liên tục trong 9,73 giờ. Tổng điện năng sạc vào pin lithium là 55.302 kWh/năm trong khi lượng điện năng xả cấp cho phụ tải là 50.012 kWh/năm. Tần suất nạp xả của hệ thống pin lithium trong mùa mưa nhiều hơn mùa khô do thời điểm mùa mưa trùng với thời gian mà bức xạ mặt trời thấp trong năm.

Kết quả phân tích môi trường trong phần mềm HOMER cho thấy việc sử dụng hệ thống điện hỗn hợp có tích trữ đã tăng được tỷ lệ dùng điện mặt trời và giảm

được phát thải lượng khí CO₂ là khoảng 115.033 kg/năm ra môi trường, do vậy đã góp phần giảm thiểu hơn ô nhiễm môi trường.

Các thông số kỹ thuật môi trường so sánh giữa 2 phương án được tổng hợp ở Phụ

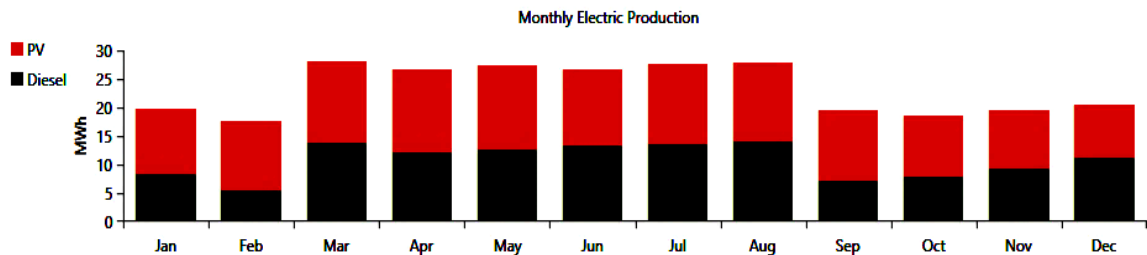
lục. Như vậy, có thể thấy rằng việc sử dụng thêm hệ thống tích trữ điện năng cho các lưới điện nhỏ độc lập ngoài đảo là rất cần thiết về mặt kỹ thuật để tận dụng được lượng điện tái tạo thừa và tăng tính ổn định của lưới điện.

Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	150,627	53.9
Kohler 140kW Prime	128,898	46.1
Total	279,525	100

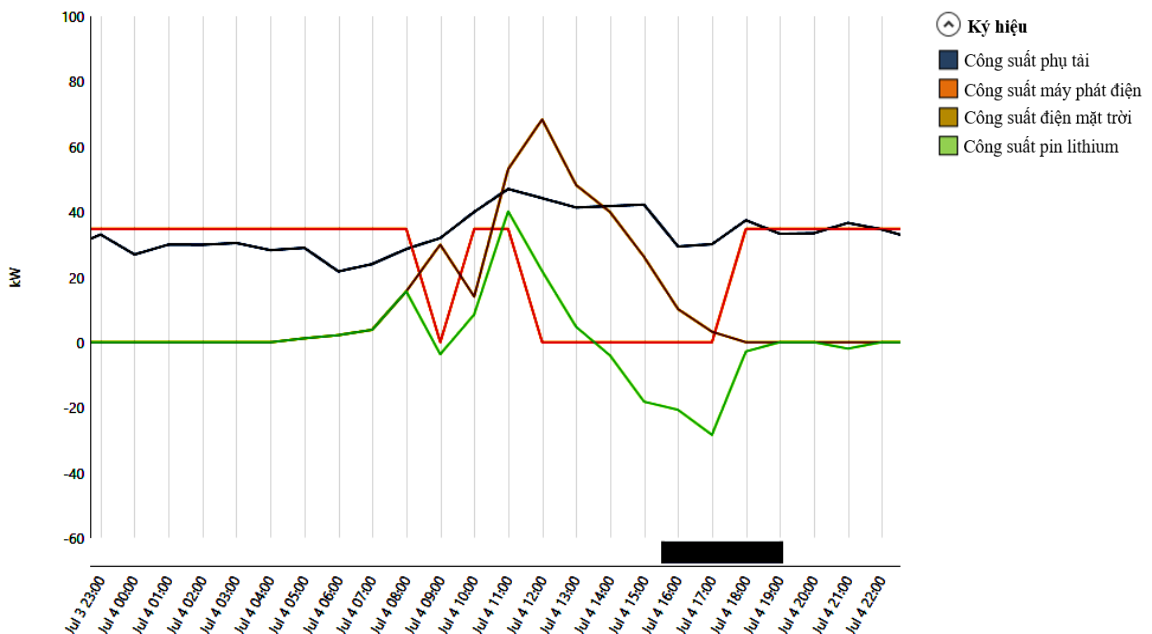
Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	230,498	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	230,498	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	36,883	13.2
Unmet Electric Load	0	0
Capacity Shortage	0	0

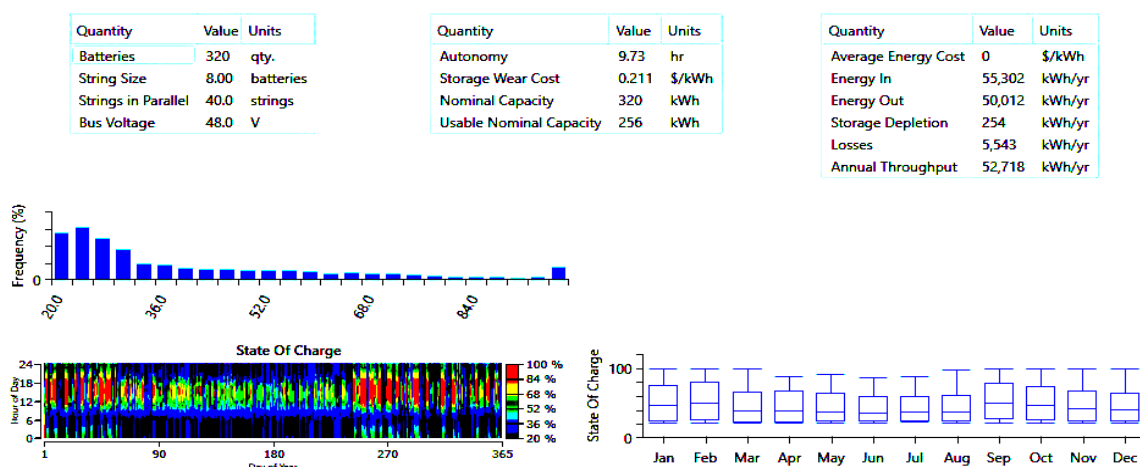
Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	44.1	%
Max. Renew. Penetration	822	%



Hình 12. Kết quả phát điện từ hệ thống điện hỗn hợp tối ưu



Hình 13. Kết quả phát điện trong ngày điển hình



Hình 14. Hoạt động nạp và xả điện của hệ thống pin lithium

5. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, các kết quả nghiên cứu hệ thống điện hỗn hợp đang có và tối ưu hóa với sự tham gia của hệ thống pin lithium đã được tính toán bằng phần mềm HOMER. Có thể thấy rằng mặc dù công suất điện mặt trời và máy phát điện diesel vẫn giữ nguyên giá trị là 96 kWp và 140 kW tương ứng nhưng lưới điện khi có thêm hệ thống pin lithium tích trữ điện mặt trời thừa đã giúp tăng độ ổn định trong vận hành lưới điện nhỏ ngoài đảo, giảm được thời gian sử dụng máy phát điện là 4.935 giờ/năm và giúp tăng tuổi thọ máy phát điện, đồng thời giảm được lượng dầu diesel sử dụng cho máy phát là 58.479 L/năm.

Như vậy, việc sử dụng hệ thống tích trữ điện năng cho các lưới điện nhỏ ngoài đảo có thể giúp cải thiện hiệu quả kỹ thuật và môi trường. Tuy nhiên, việc triển khai đầu tư hệ thống pin lithium trong thực tế còn cần xem xét thêm tính khả thi về mặt kinh tế.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn đề tài Nghị định thư cấp Nhà nước mã số NĐT.80.ITA/20 đã tài trợ kinh phí và Viện Khoa học công nghệ năng lượng và môi trường - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

PHỤ LỤC

So sánh thông số kỹ thuật môi trường giữa 2 phương án

Thông số kỹ thuật, môi trường	Phương án hiện tại (không có pin lithium tích trữ)	Phương án tối ưu (có pin lithium tích trữ)
Công suất phụ tải	55 kW	55 kW
Công suất điện mặt trời	96 kWp	96 kWp
Công suất máy phát điện	140 kW	140 kW
Tỷ lệ phát điện mặt trời	33,4 %	53,9 %
Tỷ lệ phát điện diesel	66,6 %	46,1 %

Lượng điện mặt trời thừa	220.437 kWh/năm	36.883 kWh/năm
Lượng dầu diesel dùng	102.322 L/năm	43.843 L/năm
Giờ máy phát hoạt động	8644 giờ/năm	3709 giờ/năm
Dung lượng pin lithium tối ưu		320 kWh
Điện năng nạp		55.302 kWh/năm
Điện năng xả		50.012 kWh/năm
Lượng CO ₂ phát thải	268.468 kg/năm	115.033 kg/năm

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IEA. Renewable Energy Market Update-May 2022; International Energy Agency: Paris, France, 2022.
- [2] Meconi, M.E., Dell'Anna, S., Scarlato, A., Grohmann, D, "Energy sovereignty in Italian inner areas: Off-grid renewable solutions for isolated systems and rural buildings", *Renewable Energy*, 93, 14-26, 2016.
- [3] Ciez, R.E., Whitacre, J. "Comparative techno-economic analysis of hybrid micro-grid systems utilizing different battery types", *Energy Conversion Management*, 112, 435–444, 2016.
- [4] Dung, N.T, "Economic development of sea-island tourism attached to the assurance of defense and security in the current context of integration", *Science and Technology Development*, 19, 20-27, 2016.
- [5] Le, H.T.-T., Riva Sanseverino, E., Nguyen, N.Q., Di Silvestre, M.L., Favuzza, S., Doan Van, B., Musca, R, "Critical Assessments of the Potential for Integrating Renewable Energy into Isolated Grids on Vietnamese Islands: The Case of the An-Binh Grid", *Energies*, 16, 2475, 2023.
- [6] Nguyễn Hùng Cường, Trần Ngọc Dũng, Nguyễn Hoàng Anh, Nguyễn Thị Thùy Dung, "Phân tích giá thành sản xuất của dự án phong điện đảo Phú Quý theo phương pháp giá năng lượng quy dẫn (LCOE)", *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Mở TP. Hồ Chí Minh*, Số 8 (3), 2013.
- [7] <https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html> (truy cập 20/3/2023).
- [8] Minh Phap Vu, Sang Le Quang, and Manh-Hai Pham, "Technical Economic Analysis of Photovoltaic-Powered Electric Vehicle Charging Stations under Different Solar Irradiation Conditions in Vietnam", *Sustainability*, 13, no. 6: 3528, 2021.

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Đàm Khánh Linh tốt nghiệp đại học ngành Hệ thống điện tại Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2008, nhận bằng Thạc sĩ ngành Quản lý công nghiệp tại Học viện Công nghiệp Grenoble (INPGI) - Cộng hòa Pháp năm 2010, nhận bằng Tiến sĩ ngành Kỹ thuật điện tại Đại học Palermo - Cộng hòa Italia năm 2015.

Lĩnh vực nghiên cứu: hệ thống điện thông minh, thị trường điện, chính sách giá điện.



Tác giả Vũ Minh Pháp tốt nghiệp đại học tại Học viện Kỹ thuật quân sự năm 2007, nhận bằng Thạc sĩ ngành Kỹ thuật điện tử tại Trường Đại học Giao thông Vận tải năm 2012, nhận bằng Tiến sĩ ngành Kỹ thuật hệ thống điện – điện tử tại Đại học Mie, Nhật Bản năm 2018.

Lĩnh vực nghiên cứu: hệ thống điện hỗn hợp, bộ chuyển đổi công suất, năng lượng tái tạo, hydrogen.