

# THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG XE NỐI LƯỚI (V2G) TRONG MICROGRID TRÊN QUẦN ĐẢO CÁT BÀ, VIỆT NAM

## DESIGNING AND VEHICLE-TO-GRID (V2G) SIMULATION IN MICROGRID ON CAT BA ISLAND, VIETNAM

NGUYỄN QUỐC MINH<sup>1</sup>, NGUYỄN VĂN HÙNG<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Khoa Điện, Trường Điện - Điện tử, Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>2</sup>Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

\*Email liên hệ: hung.ddt@vamaru.edu.vn

### Tóm tắt

Hiện nay, sự phổ biến của xe điện và sự phát triển của lưới điện thông minh ngày càng mạnh trên thế giới trong đó có Việt Nam. Nghiên cứu tích hợp năng lượng tái tạo, xe điện vào lưới điện truyền thống đang mang lại một số thuận lợi. Tuy nhiên, số lượng xe điện nhiều sẽ gây ảnh hưởng đến lưới điện dẫn đến mất ổn định hệ thống điện. Bài báo này đề cập xây dựng một hệ thống lưới điện nhỏ (Microgrid) trên đảo có sử dụng nguồn năng lượng tái tạo được thiết kế trên phần mềm HOMER và MATLAB. Ngoài ra, xem xét các kịch bản ảnh hưởng của xe điện khi nối lưới điện trong các khung giờ trong ngày. Tính toán các chi phí khi thiết kế lưới điện Microgrid trên đảo trong chế độ vận hành hiệu quả nhất.

**Từ khóa:** Lưới điện với xe điện, xe điện, lưới điện thông minh, mô hình giao thông EV, phân tích kinh tế kỹ thuật.

### Abstract

With the popularity of Electric Vehicles (EVs) and the development of smart grids, it is increasingly strong in the world, including Vietnam. Research into integrating renewable energy and electric vehicles is bringing many advantages. However, the large number of electric vehicles will affect the grid, leading to the instability of the power system. This paper refers to a small grid system (Microgrid) on the island using renewable energy sources designed on HOMER and MATLAB software. In addition, consider the impact scenarios of electric vehicles when connecting to the grid during the time frames of the day. Calculate costs when designing Microgrids in the most efficient mode of operation.

**Keywords:** Vehicle-to-Grid, Electric vehicles, Smart grids, EV traffic pattern, Techno-economic analysis.

### 1 Mở đầu

Ngày nay, để đáp ứng nhu cầu năng lượng chi sử dụng các nguồn thông thường là một nhiệm vụ khó

khăn. Điều này là do giá nhiên liệu hóa thạch truyền thống như than, khí đốt tăng nhanh, cũng như chúng đang cạn kiệt từng ngày và dẫn đến các mối đe dọa nóng lên toàn cầu. Do đó, nhu cầu cấp bách là phải tìm các nguồn năng lượng có hiệu suất cao và năng lượng sạch. Các nguồn năng lượng tái tạo thay thế chính bao gồm năng lượng mặt trời, gió, địa nhiệt, thủy triều và sinh khối chất thải. Tuy nhiên, những thách thức tồn tại trong việc phát triển các hệ thống năng lượng mới này. Ví dụ, việc cung cấp nguồn điện liên tục và ổn định sử dụng năng lượng gió hoặc mặt trời rất phức tạp vì các nguồn này là ngẫu nhiên và không liên tục. Sự mất ổn định của các nguồn năng lượng này làm suy giảm đáng kể vai trò của nhà máy điện phân tán và độ tin cậy của hệ thống điện [1, 2]. Một số nghiên cứu gần đây cho thấy tốc độ tăng trưởng nhanh nhất của năng lượng tái tạo và giảm CO<sub>2</sub> trong thập kỷ qua. Theo IEA, vào năm 2021, lượng phát thải của ngành điện toàn cầu đã giảm hơn 2 (Gt) tương đương 5,8% [3]. Thiết kế của các hệ thống trên lưới và ngoài lưới được thực hiện cho mục đích phân tích chi phí. Vì các hệ thống PV là máy phát thụ động từ quan điểm vận hành lưới, nên khó có thể cung cấp trơn tru và giới hạn năng lượng chính xác cho trung tâm điều độ lưới để duy trì lưới ổn định trong quá trình phát điện dư thừa từ năng lượng tái tạo nguồn do nhóm tác giả Prema V và cộng sự [4]. Nhóm tác giả Quynh T. Tran đưa ra phương pháp xây dựng lưới điện Microgrids sử dụng phần mềm HOMER không nối lưới ở Côn Đảo với mục đích giảm thiểu chi phí [5]. Báo cáo sử dụng phần mềm HOMER để tối ưu hóa nhu cầu của tổ máy phát điện trong các nhà máy điện nhỏ ở Sri Lanka thể hiện bằng mô hình tiên tiến được trình bày trong bài báo của tác giả S.Kirman [6].

Xe điện có tiềm năng phục vụ lưới điện dưới dạng lưu trữ năng lượng phân tán. Hầu hết các phương tiện đều đỗ trung bình 90% thời gian và vẫn kết nối với lưới điện ở chế độ sạc hoặc không tải. Do đó, pin và bộ sạc của chúng có thể được sử dụng để truyền công suất tác dụng và phản kháng từ ô tô bởi

các tụ điện bên trong trở lại đường dây điện và lưới điện [7]. Vì vậy, bài báo sẽ tập trung nghiên cứu lưới điện gồm các nguồn năng lượng tái tạo có kết nối lưới trên đảo Cát Bà qua đó đánh giá tính khả thi của lưới điện.

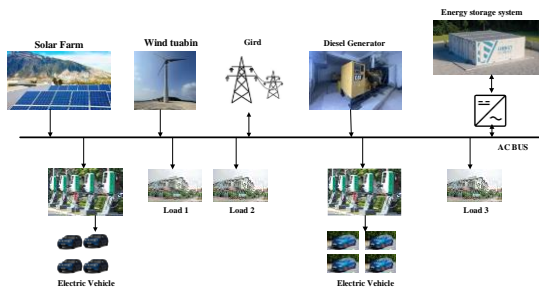
Bài báo được sắp xếp theo thứ tự sau: Mục 2 trình bày các bước thiết kế hệ thống Microgrid trên đảo. Mục 3 xây dựng mô hình lưới điện và liên kết dữ liệu. Mục 4 thực hiện quá trình thử nghiệm mô hình giữa các phần mềm và phần cuối cùng là kết luận.

## 2. Xây dựng hệ thống Microgrids trên đảo

### 2.1. Tổng quan lưới điện trên đảo Cát Bà

Cát Bà là hòn đảo lớn nhất trong quần đảo cùng tên gồm khoảng 370 hòn đảo nhỏ nổi tiếng với những bãi biển và địa hình núi đá vôi. Dân số trên đảo khoảng hơn 3000 hộ với hơn 11.149 người đang sinh sống. Năm 2022, tổng lượng khách đến Cát Bà đạt 2.360.000. Trong khi lưới điện trên đảo được cấp bởi 1 lộ là 35kV và 2 lộ 110kV mạch 1, mạch 2. Tuy nhiên, do khoảng cách truyền tải lớn, đi theo cáp ngầm, qua các khu rừng sinh quyển nên độ tin cậy trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt là không đảm bảo. Do đó, cần phải xây dựng nguồn năng lượng phân tán có nối lưới như Hình 2 do nhóm tác giả đề xuất.

### 2.2. Xây dựng mô hình nguồn năng lượng tái tạo (RESs)

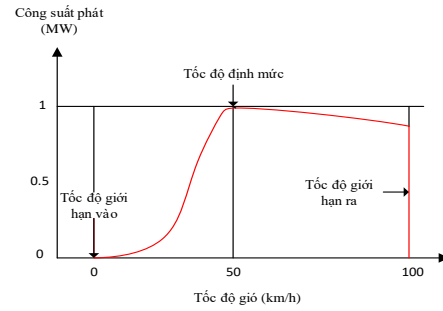


Hình 2. Cấu trúc lưới điện Cát Bà đề xuất

Lưới điện Microgrid bao gồm một số nguồn cấp như máy phát nhỏ (microturbines), pin nhiên liệu (fuel cells), nguồn mặt trời (solar power), nguồn tuabin gió (wind power) và hệ thống pin lưu trữ (storage batteries). Trong phần này, nhóm đề xuất gồm nguồn mặt trời, điện gió và hệ thống lưu trữ điện được kết nối với lưới điện quốc gia. Để xây dựng dữ liệu cho phần mềm HOMER cần tính toán lựa chọn các nguồn công suất cho phù hợp.

#### a. Nhà máy điện gió (Wind power plant)

Đối với tuabin gió, công suất phát của tuabin gió ( $P(v)$ ) và tốc độ gió ( $v$ ) là không tuyến tính được thể hiện bởi các thông số như: Tốc độ giới hạn vào



Hình 1. Đường cong công suất của tuabin gió 1MW

(cut-in speed), tốc độ giới hạn ra (cut-out speed) và tốc độ gió định mức (rated wind speed) như Hình 1.

Sản lượng điện gió được thể hiện như hàm công suất của trang trại gió được trình bày như sau [1]:

$$P(v) = Cap_w \times \begin{cases} 0 & 0 \leq v \leq v_{ci} \\ a + bv^3 & v_{ci} \leq v \leq v_r \\ 1 & v_r \leq v \leq v_{co} \\ 0 & v \geq v_{co} \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó:  $Cap_w$  là công suất trang trại gió,  $a$  và  $b$  là hệ số gió được tính như sau:

$$a = \frac{v^3}{v_{ci}^3 - v_r^3}; b = \frac{1}{v_r^3 - v_{ci}^3} \quad (2)$$

$v$ : Tốc độ gió;  $v_{ci}$ : Tốc độ giới hạn vào khi tuabin bắt đầu phát công suất;  $v_{co}$ : Tốc độ giới hạn ra khi tuabin không thể phát công suất.

#### b. Nhà máy điện mặt trời (PV power plant)

Nhà máy điện mặt trời sử dụng quang năng thành điện năng, công suất phát của nhà máy tỷ lệ thuận với bức xạ các tấm pin nhận được. Do đó, công suất nhà máy được tính toán tại ngày  $i$  và thời gian  $t$  như công thức (3):

$$P_{pv}(i, t) = P_{pv,r} \cdot \eta_{pv} \cdot \frac{E_{pv}(i, t)}{E_{stc}} \cdot (1 + \alpha_{pv} (\tau_{pv}(i, t) - \tau_{stc})) \quad (3)$$

Trong đó:  $P_{pv,r}$  là công suất tấm pin;  $\eta_{pv}$  là hiệu suất tấm pin;  $E_{pv}$  là bức xạ mặt trời ( $W/m^2$ );  $E_{stc}$  là bức xạ bình thường ở điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn;  $\alpha_{pv}$  là hệ số nhiệt độ PV;  $\tau_{pv}, \tau_{stc}$  là nhiệt độ tấm pin và nhiệt độ tấm pin ở chế độ bình thường.

Từ đó tính được năng lượng cung cấp bởi nhà máy  $E_{pv}(i, t)$  trong khoảng thời gian  $t$  như sau:

$$E_{pv}(i, t) = P_{pv}(i, t) \cdot \Delta t \quad (4)$$

### 2.3. Thuật toán tối ưu trong thiết kế lưới Microgrids

Phần mềm tính toán lưới điện siêu nhỏ của HOMER Energy là tiêu chuẩn toàn cầu để tối ưu hóa thiết kế lưới điện siêu nhỏ trong tất cả các lĩnh vực. HOMER có hai thuật toán tối ưu hóa trong đó thuật toán tìm kiếm lưới ban đầu mô phỏng tất cả các cấu hình hệ thống khả thi. Tiếp theo, trình tối ưu hóa HOMER sử dụng thuật toán để tìm kiếm hệ thống ít tốn kém nhất. Khi đó, phần mềm sẽ hiển thị một danh sách các cấu hình được sắp xếp theo chi phí vòng đời từ thấp đến cao để lựa chọn hệ thống phù hợp. Nhóm tác giả sử dụng thuật toán tối ưu hóa có thể một mục tiêu hoặc nhiều hơn với mô hình được tính toán như sau:

$$M \inf_i (X), i = 1, 2, 3, 4, \dots$$

$$s.t \begin{cases} G(X) = 0 \\ H(X) \leq 0 \\ X \in \Omega \end{cases} \quad (5)$$

Trong đó:  $X$  là biến;  $f_i(X)$  là hàm mục tiêu;  $G(X)$  và  $H(X)$  là các hàm ràng buộc;  $\Omega$  đại diện cho không gian của các giải pháp có thể.

Trong HOMER, các mô hình thiết kế microgrids được chọn theo giá trị của hàm tối ưu hóa chi phí kinh tế ( $C_{NPC}$ ) trong phương trình sau:

$$C_{NPC} = \frac{C_{annual, Total}}{CRF(i, R_{project})} \quad (6)$$

Với:  $C_{Annual, Total}$  là chi phí hàng năm;  $R_{project}$  đại diện cho vòng đời dự án và lãi hàng năm là  $i$ .

Hệ số thu hồi vốn (CRF) và chi phí năng lượng (COE) được tính theo như sau:

$$CRF = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$$

$$COE = \frac{C_{Annual, Total}}{E_{primary} + E_{def} + E_{grid}} \quad (7)$$

$E_{primary}$  năng lượng cung cấp cho tải;  $E_{def}$  năng lượng cung cấp cho tải chậm;  $E_{grid}$  năng lượng được bán cho lưới điện. Từ đó, phần mềm HOMER sẽ chạy các thuật toán để tìm các cấu hình khả thi và loại bỏ những cấu hình không thỏa mãn các ràng buộc.

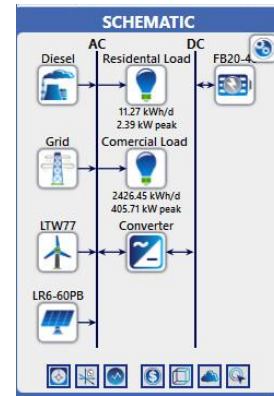
### 2.4. Tính toán, lựa chọn lưới điện trong phần mềm

Nhóm nghiên cứu đã xây dựng hệ thống lưới điện trên đảo Cát Bà với các thiết bị như Bảng 1.

**Bảng 1. Cấu hình lựa chọn thiết bị**

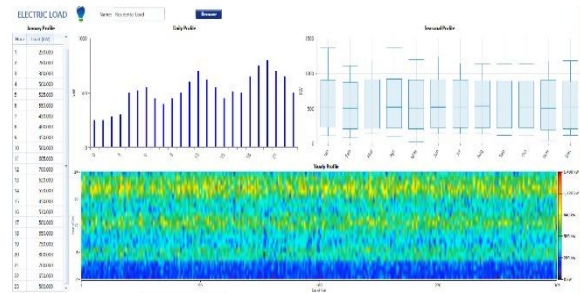
TT	Thiết bị	Số lượng
1	Hệ pin mặt trời PV	1
2	Hệ tuabin gió	1
3	Hệ lưu trữ BESS	1
4	Bộ chuyển đổi nguồn	3
5	Máy phát Diesel	1

Đây là hệ thống nối lưới nên có thể sử dụng song song giữa các nguồn khác nhau. Sau đó, xây dựng lưới điện trên phần mềm HOMER như Hình 3.



**Hình 3. Sơ đồ tổng quan hệ thống**

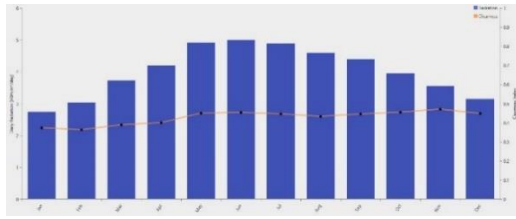
Hình 3 bao gồm các nguồn năng lượng tái tạo như gió, mặt trời và nguồn dự phòng Diesel kết hợp với lưu trữ năng lượng dư trong lưới. Dựa trên thông số kỹ thuật thiết bị của các hãng khác nhau, nhóm tác giả đã cài đặt thông số kỹ thuật cho thiết bị.



**Hình 4. Phụ tải điện**

Mô hình hệ thống PV: Sản lượng điện của hệ thống năng lượng mặt trời được ước tính dựa trên kích thước của hệ thống PV, bên cạnh dữ liệu về nhiệt độ và năng lượng mặt trời tại vị trí được xem xét. Chỉ số bức xạ mặt trời, nhiệt độ và điều kiện mây che tại Cát Bà được nhập từ dữ liệu dự đoán của NASA về nguồn năng lượng trên toàn thế giới (NPWER) trong Hình 5.

Hệ thống phát điện năng lượng mặt trời được thiết kế để tìm công suất điện tối ưu bằng trình tối ưu hóa HOMER. Hệ thống này có tuổi thọ 25 năm, thông số được cài đặt trong phần mềm.

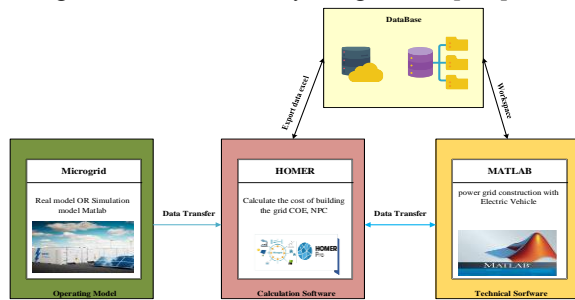


Hình 5. Bức xạ mặt trời

### 3. Thiết kế mô hình lưới điện trên Matlab

#### 3.1. Truyền dữ liệu giữa HOMER và Matlab

Trong phần này, nhóm tác giả trình bày phương pháp truyền dữ liệu giữa hai phần mềm với nhau. Thuật toán điều phối (dispatch strategy algorithm) của HOMER quyết định thành phần nào (năng lượng mặt trời, pin, máy phát điện) sẽ hoạt động để đáp ứng tải trong một khoảng thời gian cụ thể. Mô hình truyền thông dữ liệu được trình bày trong Hình 6 [8, 9].



Hình 6. Cấu trúc truyền dữ liệu

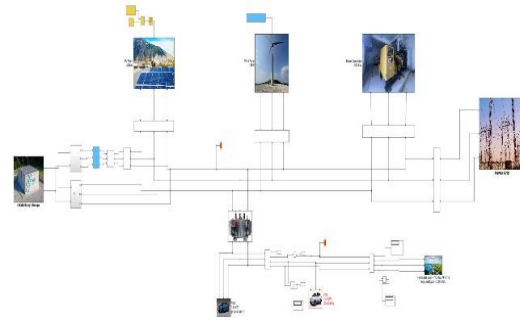
Hình 6 thể hiện mô hình truyền dữ liệu tính toán giữa hai phần mềm. Trong Matlab cần tạo ba chương trình con thực hiện đọc và nhập dữ liệu MatlabDispatch.m, MatlabStartSimulation.m và MatlabEndSimulation.m. Sau đó chạy mô hình từ phần mềm HOMER, gọi các chương trình con trong MATLAB. Đồng thời lưu các thông số và Workspace để phục vụ tính toán cho mô hình [10].

```
//algorithm MatlabDispatch
```

```
function[simulation_state,
matlab_simulation_variables]=
MatlabDispatch(simulation_parameters,
simulation_state, matlab_simulation_variables)
% Step 1: Use all PV to serve the load
if simulation_parameters.has_pv==true
% Step 2: Check for unmet load
%unmet_load =
% Step 3: Use Generator if there is unmet load
% Step 4: Serve the load
% Step 5 set the excess electricity, unmet load,
capacity served, and
```

#### 3.2. Thiết kế mô hình lưới điện trong matlab

Dựa vào thông số tính toán trong phần mềm HOMER nhóm đã xây dựng cấu hình lưới điện thể hiện trên Hình 7. Mô hình mô phỏng lưới điện là một ví dụ có trong thư viện MATLAB và nó bao gồm các nhà máy phát điện khác nhau, các loại tải cũng được mô phỏng như khu dân cư, các trạm sạc xe điện và một số thành phần khác [8].



Hình 7. Cấu trúc lưới điện trên MATLAB

Trong mô hình này, nhóm giả định số lượng xe ô tô điện (EVs) tham gia giao thông trên đảo là 35 chiếc với đại diện là VF e34 và VF9 lần lượt có công suất là 42kW và 100kW. Phân bố số lượng xe vào các kịch bản khác nhau để theo dõi sự thay đổi đối với lưới điện. Các loại xe được sạc tại nhà hoặc các trạm sạc với cấp điện áp 230V và 380V với các địa điểm sạc khác nhau thể hiện dưới Bảng 2.

Bảng 2. Kịch bản sạc xe

STT	Mô tả
P1	Những người làm việc tại văn phòng từ 8 giờ đến 17 giờ và sử dụng phương tiện 3 giờ, sạc tại khu vực văn phòng, nhà ở chiếm 32%
P2	Những người làm việc tại văn phòng từ 8 giờ đến 17 giờ và sử dụng phương tiện 4 giờ, sạc tại khu vực văn phòng, nhà ở chiếm 20%
P3	Những người làm việc tại văn phòng từ 8 giờ đến 17 giờ và sử dụng phương tiện 3 giờ, không sạc tại văn phòng, nhà ở chiếm 14%
P4	Những người thậm chí không lái xe cả ngày và ô tô của họ luôn được kết nối với lưới điện chiếm 20% tổng số EV.
P5	Mọi người làm việc tại văn phòng từ 20 giờ tối đến 4 giờ sáng và lái xe trong 2 giờ trong khoảng thời gian này mà không có trạm sạc nào gần văn phòng chiếm 14% tổng số xe điện

#### 4. Kết quả thử nghiệm và thảo luận

Sau khi xây dựng được mô hình lưới trên MATLAB và HOMER nhóm tác giả tiến hành thử nghiệm các kịch bản khác nhau từ đó đánh giá tính hiệu quả.

##### 4.1. Kết quả tính toán trên phần mềm HOMER

Mặt kinh tế, phần mềm HOMER hỗ trợ tốt một số chức năng như tính tổng chi phí hiện tại ròng

(NPC) mà hệ thống phải chịu trong vòng đời của nó. Hệ số thu hồi vốn (CRF) là một tỷ lệ được sử dụng để tính giá trị hiện tại của chuỗi dòng tiền hàng năm.

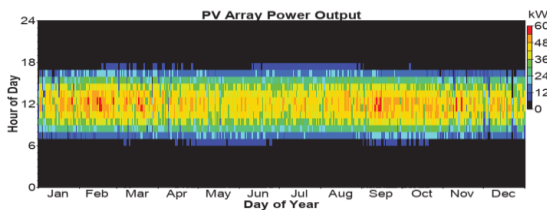
Một số kịch bản như thông số kỹ thuật của các thiết bị trong phần mềm HOMER được thể hiện dưới Bảng 3 bao gồm các giá trị khác nhau của PV để tìm ra giải pháp tối ưu. Từ đó khách hàng có thể tham khảo để đưa ra quyết định mua bán điện với cơ quan điện lực.

**Bảng 3. Thông số thiết bị**

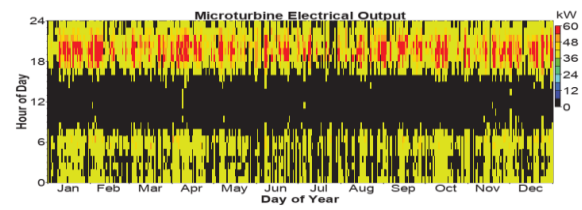
Tên thiết bị	Thông số	Thời gian	Mô tả thông tin
Hệ thống Pin mặt trời	85,90,95,100kW	25 năm	Hệ số suy giảm (DF): 80%;
Bộ Converter	60kW	10 năm	Hiệu suất của bộ chuyển đổi: 98%;
Lưới điện	900kW		Mua điện: 2708 (đ/kWh); Bán điện: 2086 (đ/kWh);
Hệ thống tuabin gió	850, 900 950 1000kW	25 năm	Hiệu suất gió: 90%;
Battery	10	10 năm	Điện áp 24V;
Sạc EV	Loại lớn 30kW Loại nhỏ 11kW		Công suất đầu ra sạc tối đa 30kW.

**Bảng 4. Tính toán chi phí đầu tư**

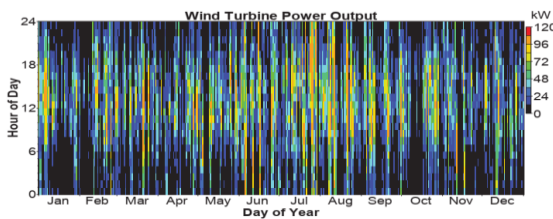
Thông số					Giá	Hệ thống				
PV (kW)	Battery	Lưới điện	Turbin gió	Bộ chuyển đổi (kW)	NPC(\$)	O&M (\$/year)	Vốn ban đầu (\$)	COE (\$)	Tỷ lệ tái tạo	
100	10	1	1000	60	\$1,420,541	\$2000	\$1,120,541	\$0.0521	69,8%	
95	10	1	950	60	\$1,580,245	\$3425	\$1,040,721	\$0.0624	65,3%	
90	10	1	900	60	\$1,630,245	\$4674	\$96,420	\$0.0726	62,4%	
85	10	1	850	60	\$1,730,624	\$5263	\$91,542	\$0.0796	60,7%	



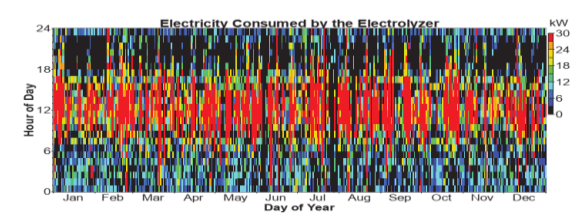
a. Công suất phát của PV



c. Công suất phát của Microturbine



b. Công suất phát của Wind turbin



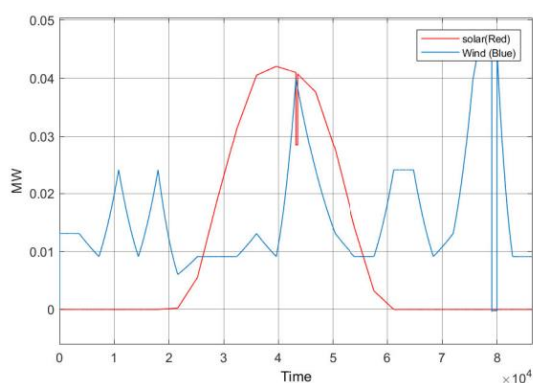
d. Công suất tiêu thụ của tải

**Hình 8. Biểu đồ công suất phát và tiêu thụ**

Dựa trên các kết quả Bảng 4 nhận thấy với hệ số COE với \$0,0521 là chi phí thấp nhất có thể sản xuất cho một kWh nên có thể đầu tư vào hệ thống năng lượng tái tạo. Với các chính sách, giá mua và bán hoặc công nghệ, quy mô vị trí công trình sẽ có điều chỉnh khác nhau. Mặt khác, xây dựng hệ thống năng lượng tái tạo cung cấp cho xe điện giúp giảm thiểu lượng CO<sub>2</sub> được tạo ra do sử dụng điện lưới.

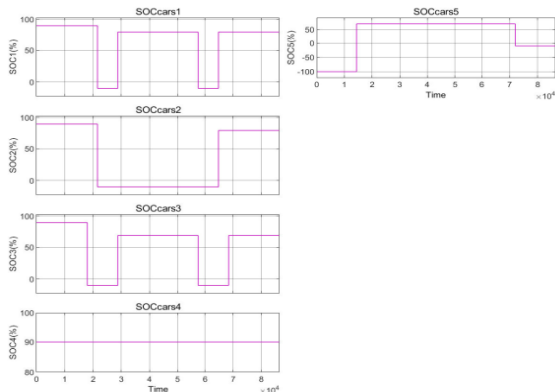
#### 4.2. Thử nghiệm kịch bản trong MATLAB

Nhóm thử nghiệm khả năng đáp ứng của hệ thống điện với nguồn tái tạo xét trong khoảng 24 giờ. Hình 11 cho thấy năng lượng được tạo ra bởi tất cả các phần tử sản xuất năng lượng trong lưới điện. Sản lượng của trang trại PV rõ ràng giảm xuống gần một nửa khi một nửa trang trại PV bị che bóng, đó là khi hệ số che nắng bằng 0,6.



Hình 9. Công suất do nhà máy PV và Wind

Tiếp theo, các kịch bản của xe điện được sạc và xả trong các khoảng thời gian khác nhau, do đó, trạng thái sạc của các phương tiện phải là thứ cần giám sát ở đây hiển thị cho các cấu hình khác nhau trong nhóm xe điện. Hình 10 cho thấy trạng thái sạc của các cấu hình khác nhau của nhóm EV trong bộ tổng hợp EV.



Hình 10. SOC của các loại xe điện

Từ kết quả trên thấy được với số lượng phương tiện EV khác nhau, các trường hợp ảnh hưởng của

bóng râm, bức xạ mặt trời và tốc độ gió lên nguồn năng lượng tái tạo. Với các kịch bản sạc khác nhau trong Hình 10 thì khả năng của mỗi loại xe có thể bù cho lưới điện sẽ đáp ứng được một phần ổn định của hệ thống.

#### 5. Kết luận

Bài báo này đã xây dựng được mô hình lưới điện Microgrid kết hợp với nguồn lưới chính để cung cấp đủ năng lượng cho đảo Cát Bà khi có nhiều phương tiện xe điện tham gia. Thứ hai, phân tích kinh tế kỹ thuật của các trạm sạc EV chạy bằng năng lượng tái tạo trong Microgrid cho các điều kiện bức xạ mặt trời khác nhau ở Việt Nam được thảo luận toàn diện và cấu hình hệ thống tối ưu được xác định bằng cách sử dụng lưới HOMER. Từ các kết quả thu được cho thấy rằng bức xạ mặt trời càng lớn thì chi phí NPC, COE càng thấp, dẫn đến hiệu quả đầu tư cho PV. Ngoài ra, xây dựng hệ thống lưới Microgrid nối lưới đã đáp ứng khoảng 90% với nhu cầu phụ tải trong tương lai, tiết kiệm chi phí và đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Shahinzadeh, H.; Moazzami, M.; Fathi, S.; Gharehpetian, G.B (2016), *Optimal sizing and energy management of a grid-connected microgrid using HOMER software*. In Proceedings of the 2016 Smart Grids Conference (SGC), Kerman, Iran, 20-21, pp.1-6.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/SGC.2016.7882945>
- [2] Hoarca, I.C.; Bizon, N.; Enescu, F.M (2021). *Using the potential of renewable energy sources in Romania to reduce environmental pollution*. In Proceedings of the 2021 13th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), Pitesti, Romania, pp.1-6.  
<https://doi.org/10.1109/ECAI52376.2021.9515074>
- [3] <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021/co2-emissions>. Truy cập ngày 22/6/2023.
- [4] V, Prema & Rao, U. (2016). *Sizing of microgrids for Indian systems using HOMER*. pp.1-5.  
<http://dx.doi.org/10.1109/ICPEICES.2016.7853476>
- [5] Tran, Q.T.; Davies, K.; Sepasi (2021), *Isolation Microgrid Design for Remote Areas with the Integration of Renewable Energy: A Case Study of Con Dao Island in Vietnam*. Clean Technol. , Vol.3, pp.804-820.  
<https://doi.org/10.3390/cleantechnol3040047>

- [6] S.Kirmani, M.Rizwan, M.Jamil (2012), *Techno-Economic Feasibility Analysis of Solar Photovoltaic Power Generation: A review*, *International Journal of Smart Grid and Renewable Energy*, pp.266-274.  
<http://dx.doi.org/10.4236/sgre.2012.34037>
- [7] M. C. Kisacikoglu, B. Ozpineci and L. M. Tolbert (2011), *Reactive power operation analysis of a single-phase EV/PHEV bidirectional battery charger*; 8th International Conference on Power Electronics - ECCE Asia, Jeju, Korea (South), pp.585-592.  
<https://doi.org/10.1109/ICPE.2011.5944614>
- [8] S. G. Wirasingha and A. Emadi (2011), *Pihef: Plug-in hybrid electric factor*," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, Vol.60, No.3, pp.1279-1284.  
<http://dx.doi.org/10.1109/TSG.2014.2309961>
- [9] V. Marano and G. Rizzoni (2008), *Energy and economic evaluation of PHEVs and their interaction with renewable energy sources and the power grid*, in *Proc. IEEE Veh. Electron. Safety Conf.*, pp.84-89.  
<https://doi.org/10.1016/j.jnlest.2020.100010>
- [10] S. Lakshminarayana and Anjul (2014), *Smart grid technology & applications*, *Power and energy systems: Towards sustainable energy*, Bangalore, India, pp.1-6,  
<https://doi.org/10.1109/PESTSE.2014.6805268>

Ngày nhận bài:	17/07/2023
Ngày nhận bản sửa:	01/08/2023
Ngày duyệt đăng:	08/08/2023