

SO SÁNH HIỆU QUẢ ĐẦU TƯ VÀO HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI CÓ HỆ THỐNG LƯU TRỮ KẾT LƯỚI ĐIỆN QUỐC GIA VỚI GỬI TIỀN NGÂN HÀNG LÃI SUẤT KÉP

COMPARING PROFITS OF INVESTING IN GRID-CONNECTED ROOFTOP PV SYSTEM AND DEPOSIT MONEY IN BANK USING DUAL INTEREST RATE

Nguyễn Đức Tuyên¹, Lê Văn Lực^{2,*},
Ninh Văn Nam³, Trần Thanh Sơn¹

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu hiệu quả về tài chính của phương án đầu tư điện mặt trời áp mái so với các hình thức đầu tư khác, đơn giản nhất là gửi tiền tiết kiệm theo hệ thống lãi suất kép của ngân hàng. Kết quả nghiên cứu này dựa trên cơ sở thiết kế thực tế cho một hệ thống điện mặt trời áp mái để tính chi phí đầu tư sử dụng công cụ tính toán là phần mềm PVsystem. Với bài toán minh họa trong bài báo cho thấy cùng số tiền 302.935.000VNĐ đầu tư trong 25 năm nếu gửi vào ngân hàng để nhận lãi kép có thể nhận được 1.822.819.513VNĐ, trong khi đầu tư hệ thống điện mặt trời áp mái hòa lưới có dự trữ sẽ nhận được 3.149.210.058VNĐ. Trong bài báo có thể hiện công cụ tính toán thuận tiện, có thể áp dụng cho bất kỳ hộ gia đình bằng cách thay các số liệu cụ thể công suất sử dụng điện của hộ đó vào công thức sẵn có để tính toán. Bài báo đưa ra ví dụ tính toán là một hộ gia đình ở Quận 9, thành phố Hồ Chí Minh, một thành phố nhiệt đới với khu vực cận xích đạo nên có nhiều tiềm năng về năng lượng mặt trời.

Từ khóa: Hệ thống điện mặt trời áp mái, hiệu quả đầu tư, lãi suất kép.

ABSTRACT

This paper presents the effectiveness of investment between building a rooftop solar power system and depositing money in the bank with a dual interest rate system. The financial comparison is based on the actual design of a rooftop solar power system, including batteries, to estimate the cost using PV system software. With the amount of 302,935,000VND deposited to the bank using dual interest rate, 1,822,819,513VND can be received after 25 years. Meanwhile, investing in mentioned PV system could receive 3,149,210,058VND during this period. The research introduces a very convenient calculation tool that can be applied to any household by alternating its specific load data into the available formula to calculate. The paper furthermore reports a numerical example calculating on the house in District 9, Ho Chi Minh City, a tropical city in an equatorial region with much potential for solar energy.

Keywords: Rooftop solar power system, profits of investing, dual interest rate.

¹Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Công ty Ishan International Pvt. Ltd.

³Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: levanluc.d8dhn@gmail.com

Ngày nhận bài: 02/02/2020

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 08/3/2020

Ngày chấp nhận đăng: 24/4/2020

KÝ HIỆU

Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa
n	VNĐ	Giá điện EVN bán
a	m ²	Diện tích đặt tấm pin
b_0	Tấm	Số lượng tấm pin
m	VNĐ	Giá điện EVN mua
t	tháng	Số tháng gửi tiền tiết kiệm
W_p	kWh/m ² /ngày	Năng lượng cao nhất
FVt	VNĐ	Số tiền ở tháng thứ t
X	%	Lãi suất gửi tiền
r	%	Lãi suất vay tiền
H	VNĐ	Số tiền phải trả hàng tháng
k	ngày	Trung bình số ngày tiêu thụ điện trong tháng
P_{inv}	kW	Công suất Inverter
$PVmax$	Tấm	Số lượng tấm pin tối đa
$V_{mppt-max-inv}$	V	Điện áp điểm công suất tối ưu
V_{mp-pv}	V	Điện áp tấm pin
$I_{max-input-inv}$	A	Cường độ dòng điện đầu vào tối đa của Inverter
I_{sc}	A	Cường độ dòng điện tấm pin
$V_{dcmax-inv}$	V	Điện áp tối đa của hệ thống
V_{oc-pv}	V	Điện áp tấm pin

CHỮ VIẾT TẮT

PA	Số lượng tấm pin
E	Hiệu suất acquy
DOD	Mức xả sâu
AD	Số ngày dự phòng
CA	Dung lượng acquy cần

1. GIỚI THIỆU

Năng lượng tái tạo ngày càng có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế, với quy mô hộ gia đình, việc đầu tư khai

thác nguồn năng lượng tái tạo (điện mặt trời) không chỉ mang lại lợi ích kinh tế mà còn đóng góp vào việc bảo vệ môi trường. Theo EVNHCMC, tính đến đầu năm 2019, thành phố Hồ Chí Minh có gần 1.000 hộ gia đình, công sở và doanh nghiệp đã lắp đặt điện mặt trời trên mái nhà với tổng công suất hơn 11.382kWp [1]. Tiềm năng tiết kiệm năng lượng (kỹ thuật) trong một số ngành công nghiệp như sản xuất xi măng ước tính đạt 40% so với mức tiêu thụ mỗi ngày cho mỗi đơn vị sản phẩm hiện nay. Hiện có ít nhất 10 tỷ USD nguồn vốn từ bên ngoài tương đương gần 40% tổng nhu cầu của Chính phủ vào năm 2030, để hỗ trợ Việt Nam chuyển đổi sang năng lượng sạch hơn và sử dụng hiệu quả và tiết kiệm năng lượng [2].

Phân tích bài toán kinh tế khi đầu tư vào hệ thống điện mặt trời, bao gồm chi phí đầu tư vào hệ thống (lưu ý: đối với chi phí đầu tư còn phụ thuộc vào từng loại thiết bị theo từng hãng. Trong bài báo này với mục đích sử dụng hệ thống lâu dài và an toàn, do đó lựa chọn các thiết bị châu Âu với giá thành cao. Tuy nhiên, tùy theo nhu cầu của từng hộ gia đình sử dụng trong thời gian ngắn hạn có thể lựa chọn các thiết bị Trung Quốc với giá thành thấp nhưng tuổi thọ kém và tốn chi phí bảo dưỡng). Dựa vào đó tính được tổng số tiền nhận được khi đưa vào khai thác và lấy số tiền bán điện hàng tháng gửi vào ngân hàng để hưởng lãi suất.

Vậy thực sự lắp đặt điện mặt trời áp mái có đem lại lợi ích kinh tế. Bài toán đặt ra là với quy mô hộ gia đình, đối với cùng một số tiền sau khi đầu tư vào hệ thống điện mặt trời thì sau bao nhiêu tháng sẽ mang lại tổng giá trị nhận được lớn hơn gửi tiền vào ngân hàng. Hoặc nếu vay vốn ngân hàng để đầu tư vào điện mặt trời thì sau bao nhiêu tháng có thể trả hết số nợ ngân hàng khi lấy số tiền thu được từ hệ thống điện mặt trời trả theo hình thức trả góp. Hiện nay trong các bài báo khoa học ở Việt Nam, vấn đề trên chưa có công trình nào được đề cập đến.

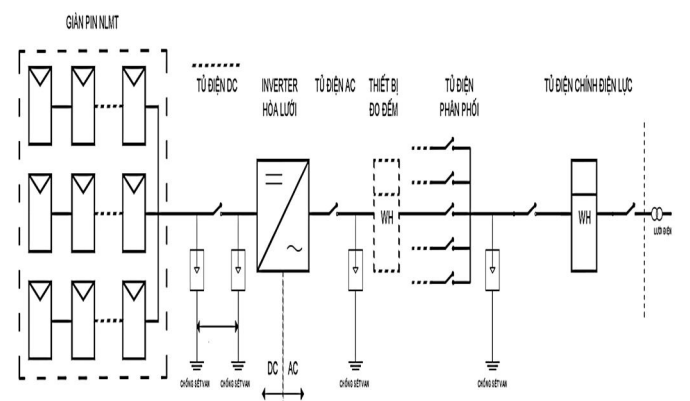
Nguyên lý thiết kế hệ thống điện mặt trời, thể hiện thành phần cấu tạo, thiết bị cần sử dụng cho hệ thống điện mặt trời áp mái hòa lưới có bình dự trữ bao gồm: tấm pin mặt trời, bộ hòa lưới, bình ac-quy, khung lắp đặt và phụ kiện kèm theo.

Tính toán đầu tư hệ thống điện mặt trời phù hợp dựa vào sản lượng điện tính toán theo phần mềm PVsystem, bao gồm: tính toán lượng điện năng cần cung cấp cho một hộ gia đình, từ đó tính được số lượng tấm pin có thể khai thác hoặc cần phải sử dụng để đảm bảo lượng điện dùng cho gia đình, theo phần năng lượng tiêu thụ của hộ gia đình đó tính toán lượng ac-quy dự trữ để cung cấp điện năng lúc cần thiết.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu tính toán ví dụ cho một hộ gia đình ở Quận 9, thành phố Hồ Chí Minh, một thành phố nhiệt đới với khu vực cận xích đạo nên có nhiều tiềm năng về năng lượng mặt trời. Số tiền thu được từ đầu tư hệ thống điện mặt trời áp mái có kết nối lưới điện với số tiền gửi tiết kiệm ngân hàng được so sánh trong vòng đời dự án. Ngoài ra số tháng để trả ngân hàng để đầu tư lắp đặt cũng được tính toán.

2. NGUYÊN LÝ THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI HÒA LƯỚI CÓ DỰ TRỮ

Hiện nay trên thị trường có 3 dạng mô hình hệ thống điện mặt trời chính là: Hệ thống độc lập (lưu trữ trực tiếp vào ac-quy hoạt động độc lập mà không cần thông qua lưới điện công cộng); Hệ thống hòa lưới (nguồn điện tạo ra được hòa vào lưới điện cung cấp trực tiếp cho các thiết bị điện); Hệ thống hòa lưới có dự trữ (hệ thống này tương tự hệ thống hòa lưới, có thêm bình ac-quy để lưu trữ điện). Ngoài những thiết bị chính như Tấm pin mặt trời, bộ hòa lưới, phụ kiện kèm theo, khung lắp đặt. Tùy từng loại mô hình mà có thể sử dụng bình ac-quy hoặc không sử dụng. Nếu không sử dụng bình ac-quy thì hệ thống sẽ không thể làm việc khi mất điện lưới tuy nhiên sẽ giảm chi phí đầu tư. Bài báo này lựa chọn hệ thống hòa lưới có dự trữ (hình 1) để đảm bảo lượng điện cung cấp cho hệ thống làm việc và cung cấp điện cho hộ gia đình sử dụng trong trường hợp lưới điện có sự cố mất điện, ngoài ra có thể cung cấp điện cho lưới điện nếu dư thừa công suất.



Hình 1. Mô hình hệ thống điện mặt trời hòa lưới có dự trữ

Tấm pin mặt trời sẽ hấp thụ năng lượng mặt trời, từ đó quang năng sẽ được chuyển hóa thành điện năng. Tuy nhiên, dòng điện này mới chỉ ở dạng dòng điện một chiều DC. Thông qua bộ đổi nguồn, điện một chiều DC sẽ được chuyển hóa thành điện xoay chiều AC 220V/50Hz để cấp cho tải. Nếu công suất từ dàn Pin năng lượng mặt trời không đủ cho tải, công suất từ ac-quy sẽ được lấy bù lên. Nếu công suất từ dàn Pin năng lượng mặt trời lớn hơn khả năng tiêu thụ của tải, phần công suất dư thừa sẽ được nạp vào ac-quy. Khi công suất từ dàn Pin năng lượng mặt trời và ac-quy không còn đủ cung cấp cho tải, công suất từ lưới sẽ được lấy để bù vào phần còn thiếu. Khi công suất từ dàn Pin năng lượng mặt trời dư thừa, ac-quy đã đầy thì khi đó có thể cấu hình để phát ngược công suất vào lưới điện quốc gia. Khi mất điện lưới, hệ thống sẽ tự động lấy điện từ ac-quy biến đổi thành điện 220V cấp điện cho phụ tải, hệ thống này có ưu nhược điểm như sau:

Ưu điểm:

Có thể sử dụng điện mà không cần đến lưới điện quốc gia. Không bị phụ thuộc vào lịch cắt điện của các đơn vị cung cấp điện lưới. Có thể lắp đặt ở bất cứ đâu. Giúp giảm tải cho lưới điện quốc gia.

Nhược điểm:

Hệ thống này ghép từ hệ thống độc lập và hệ thống nối với lưới điện nên có cấu tạo phức tạp, khi thiết kế cần người có kinh nghiệm và chuyên môn.

3. TÍNH TOÁN ĐẦU TƯ THIẾT BỊ PHÙ HỢP VỚI HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI

Để đầu tư hệ thống điện mặt trời cần phải tính toán lượng điện phụ tải, từ đó tính số lượng tấm pin tối thiểu cần sử dụng, đối với hệ thống hòa lưới có dự trữ còn phải tính được lượng ac-quy cần thiết dùng cho hệ thống, công suất bộ hòa lưới trong hệ thống có bộ điều khiển nạp xả được tích hợp. Các phần tính toán trên được thể hiện theo trình tự dưới đây:

Tính tổng lượng điện cần cung cấp đối với một hộ gia đình

Bảng 1. Minh họa về số thiết bị, công suất, số lượng và thời gian sử dụng điện của một hộ gia đình

STT	Thiết bị	Công suất thiết bị (kW)	Số lượng	Giờ sử dụng	Công suất tiêu thụ (kWh)
1	Tivi	N_1	A_1	B_1	$A_1 \cdot B_1 \cdot N_1$
2	Tủ lạnh	N_2	A_2	B_2	$A_2 \cdot B_2 \cdot N_2$
3	Điều hòa	N_3	A_3	B_3	$A_3 \cdot B_3 \cdot N_3$
...
j	Hệ thống đèn	N_j	A_j	B_j	$A_j \cdot B_j \cdot N_j$
Điện tiêu thụ trung bình ngày					$\sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i$
Điện tiêu thụ trung bình tháng ($k \leq 30$ ngày)					$k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i$

Do vấn đề tổn hao trong hệ thống, nên số Watt-hour của tấm pin trời cung cấp phải cao hơn tổng số Watt-hour của toàn tải. Theo công thức trong bảng 2.

Bảng 2. Tính số Watt-hour các tấm pin mặt trời phải cung cấp cho toàn tải [3]

Số Watt-hour các tấm pin mặt trời trung bình ngày	$1,3 \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i$ (kWh)
Số Watt-hour các tấm pin mặt trời trung bình tháng	$1,3 \cdot k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i$ (kWh) (1)

Tính toán số lượng tấm pin mặt trời cần sử dụng

Dựa theo số liệu cường độ bức xạ từ trang web [4] hoặc tính theo mức trung bình tại từng vùng miền dựa trên dự án nghiên cứu thực trạng năng lượng tại tạo Việt Nam và hướng phát triển bền vững, các vùng miền Trung và miền Nam của đất nước, với cường độ bức xạ mặt trời trung bình khoảng 5kWh/ m²/ngày. Trong khi đó cường độ bức xạ mặt trời lại thấp hơn ở các vùng phía Bắc, ước tính khoảng 4kWh/ m²/ngày do điều kiện thời tiết với trời nhiều mây và mưa phùn vào mùa đông và mùa xuân. Ở Việt Nam, bức xạ mặt trời trung bình 230-250kcal/cm² theo hướng tăng dần về phía Nam chiếm khoảng 2.000 - 5.000 giờ trên năm [5]. Nếu lấy tổng số Watt-hour các tấm pin mặt trời chia cho hệ số phát điện theo trung bình từng vùng lắp đặt hệ thống ta sẽ có tổng số W_p của tấm pin mặt trời. Từ đó suy ra trung bình cả nước là 4,58kWh/m²/ngày. Mỗi PV được sử dụng đều có thông số W_p riêng, lấy tổng số W_p cần

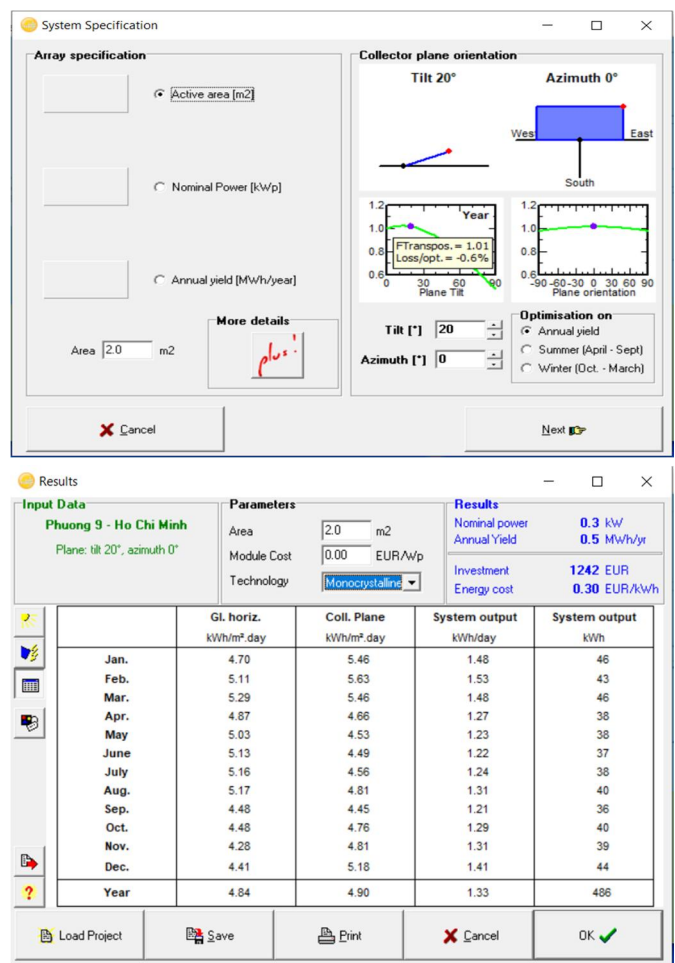
có của tấm pin mặt trời chia cho thông số W_p riêng sẽ tính được số lượng tấm pin mặt trời cần dùng.

$$\frac{\sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i}{4,58} = a \text{ (m}^2 \text{)} \tag{2}$$

Bảng 3. Thông số kỹ thuật tấm pin mặt trời AE Solar Poly 72 Cell - 330W hãng KingTEK [7]

STT	Tên thông số kỹ thuật	Đơn vị	Thông số
1	Công suất cực đại	W_p	330
2	Điện áp tại điểm công suất đỉnh	(V)	36,97
3	Điện áp hở mạch	(V)	45,89
4	Ngưỡng nhiệt độ vận hành	(độ C)	-40 đến 85
5	Ngưỡng điện áp cực đại	(V)	1000
6	Dài - Rộng - Dày	mm	1956 - 992 - 40
7	Trọng lượng	(kg)	23

Từ những thông tin cơ bản trên thiết lập mô phỏng tại phần mềm Pvsyst để tính toán được góc, hướng đặt tấm pin mặt trời đạt hiệu quả công suất tối đa, cũng như ghi nhận chính xác thông số kỹ thuật đạt được theo từng tháng theo hình 2.



Hình 2. Tính toán sản lượng điện thông qua mô phỏng bằng phần mềm Pvsyst [6]

Dựa theo thông số kỹ thuật của nhà sản xuất trung bình 1 tấm pin sẽ có diện tích 1,94m². Vậy bù trừ lắp ráp khung và

các thiết bị phụ trợ điện tích lắp 1 tấm pin tương đương 2m² sẽ đạt sản lượng là 0,5MWh/năm. Tổng mật độ năng lượng sẽ phụ thuộc và khoảng cách giữa các hàng tấm pin cũng như hiệu suất mô đun của từng tấm pin. Nếu các tấm pin được lắp đặt theo chiều ngang và không có khoảng cách giữa từ mô đun, tổng mật độ năng lượng sẽ bằng mật độ năng lượng mô đun (100 - 150MWp/km² đối với mô đun silicon) [7]. Từ đó suy ra số lượng tấm pin có thể khai thác được.

$$PA = \frac{a}{1,956 \cdot 0,992} \approx \frac{a}{1,940} \approx b_0 \text{ (Tấm)} \quad (3)$$

Tính toán số lượng ac-quy cần sử dụng

Ac-quy dùng cho hệ thống năng lượng mặt trời là loại chu kỳ xả sâu. Loại này cho phép xả đến mức bình rất thấp và cho phép nạp đầy nhanh. Loại này có khả năng nạp xả rất nhiều lần (có nhiều chu kỳ) mà không bị hỏng bên trong, do vậy khá bền, tuổi thọ cao.

Số lượng ac-quy cần dùng cho hệ thống năng lượng mặt trời là số lượng ac-quy đủ cung cấp điện cho những ngày dự phòng (AD) khi các tấm pin mặt trời không sản sinh ra điện được. Hiệu suất của ac-quy chỉ khoảng 85%, với mức DOD (mức xả sâu) là 0,6 [3]. Từ đó tính dung lượng ac-quy:

$$CA = \frac{1,3 \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i}{E \cdot DOD \cdot Voltage} = \frac{1,3 \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i}{0,85 \cdot 0,6 \cdot Voltage} \quad (4)$$

Kết quả trên cho thấy dung lượng ac-quy tối thiểu cho hệ thống năng lượng mặt trời không có dự phòng. Khi hệ thống năng lượng mặt trời có số ngày dự phòng (AD) phải nhân dung lượng ac-quy cho số AD để có số lượng ac-quy cần cho hệ thống.

$$CA = \frac{1,3 \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i}{0,85 \cdot 0,6 \cdot Voltage} \cdot AD \quad (5)$$

Tính toán lựa chọn bộ hòa lưới tích hợp điều khiển sạc

Khi lựa chọn bộ hòa lưới tích hợp điều khiển sạc quan trọng nhất là công suất vào tối đa của bộ hòa lưới phải lớn hơn công suất đỉnh của dàn pin. Ngoài ra, bộ hòa lưới cần có những đặc tính và chế độ hoạt động phù hợp với cấu hình và mục đích của hệ thống điện mặt trời. Đồng thời cần quan tâm giá trị điện áp và cường độ dòng điện ngõ vào của dàn pin mặt trời.

Hệ thống 50 tấm pin 330W có tổng công suất là 16,5kWp từ đó ta tính chọn inverter như sau:

$$P_{inv} = \frac{16,5}{1,3} = 12,7 \text{ (kW)}$$

Căn cứ vào thông số tính toán trên có thể chọn Bộ hòa lưới loại Inverter Goodwe với thông số kỹ thuật như sau: Công suất: 15kW; Điện áp một chiều tối đa: 1000V; Điện áp điểm công suất tối ưu: 260 - 850V; Cường độ dòng điện đầu vào tối đa: 22A với 2 MPPT tương đương 4 ngõ vào.

Tính toán số lượng tấm pin tối đa trong một dãy nối tiếp là:

$$PVmax = \frac{V_{mppt-max-inv}}{V_{mp-pv}} = \frac{850}{37} = 23 \text{ (tấm)}$$

Vậy với 50 tấm pin có thể chia đều cho 3 dãy sẽ được khoảng 17 tấm pin mỗi dãy để kết nối vào bộ hòa lưới. Kiểm tra dòng điện tối đa ngõ vào: $I_{sc} = 6,07 \text{ (A)} < I_{max-input-inv} = 22 \text{ (A)}$

Kiểm tra điện áp tối đa của hệ thống yêu cầu phải đáp ứng được $V_{oc-pv} < V_{dcmx-inv}$.

Đưa dữ liệu vào tính toán:

$$V_{oc-pv} = 45,89 \cdot 17 = 780,13V < 1000V \text{ (Đáp ứng tiêu chuẩn)}$$

Như vậy, hệ thống sẽ bao gồm 50 tấm pin mặt trời loại AE Solar Poly 72 Cell - 330W chia thành 3 dãy nối tiếp để kết nối vào bộ hòa lưới Inverter Goodwe 15kW cùng với 4 bình ac quy vision 12V-150AH CGT12-150EXA.

4. BÀI TOÁN KINH TẾ KHI ĐẦU TƯ VÀO HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI

Từ số liệu cụ thể theo mô hình nguyên lý và cấu tạo cùng thông số bám sát với thực tế thị trường đưa công thức tổng quát tính toán đầu tư lắp đặt hệ thống điện mặt trời áp mái hòa lưới điện quốc gia có bình dự trữ năng lượng.

Chi phí lắp đặt hệ thống điện mặt trời

Thực tế đối với một hệ thống điện mặt trời áp mái nối lưới có bình ac-quy dự trữ được trình bày rõ ràng về thành phần cấu tạo và toàn bộ chi phí mua sắm lắp đặt được nghiên cứu tính toán dựa trên công thức tổng quát phân tích theo quy mô và chất lượng của dự án. Từ những yếu tố cụ thể đưa ra bảng công thức tính tổng chi phí như trong bảng 4.

Bảng 4. Tổng chi phí lắp đặt sử dụng hệ thống điện mặt trời

STT	Thiết bị	Đơn vị	Đơn giá (VNĐ)	Số lượng	Thành tiền (VNĐ)
1	Pin mặt trời AE Solar Poly 72 Cell - 330W	Tấm	a ₁	b ₁	a ₁ · b ₁
2	Bộ Hòa Lưới Inverter Goodwe 15kW	Chiếc	a ₂	b ₂	a ₂ · b ₂
3	Bình ac-quy	Chiếc	a ₃	b ₃	a ₃ · b ₃
4	Phụ kiện đi kèm	Bộ	a ₄	b ₄	a ₄ · b ₄
5	Công lắp đặt	Bộ	a ₅	b ₅	a ₅ · b ₅
6	Chi phí bảo dưỡng	Lần	a ₆	b ₆	a ₆ · b ₆
Tổng chi phí					$\sum_{i=1}^6 a_i \cdot b_i$ (6)

Chính sách bảo hành các thiết bị:

- Bộ hòa lưới inverter được bảo hành 10 năm, 1 đổi 1;
- Tấm pin mặt trời bảo hành 20 năm.

Do thường gian các thiết bị được bảo hành lâu năm nên sẽ có thiết tiết kiệm chi phí bảo hành bảo dưỡng và thay thế thiết bị.

Tổng tiền nhận được từ hệ thống năng lượng mặt trời

Để tính số tiền điện phải trả trong một tháng, cần dựa theo bảng giá điện của nhà nước năm 2019 được phát hành công khai như bảng 5. Từ đó, đưa ra chỉ số sử dụng năng lượng và tổng giá trị cần thanh toán theo từng tháng.

Bảng 5. Bảng giá bán điện theo giờ dành cho nhóm khách hàng hộ gia đình năm 2019 [9]

STT	Mức sử dụng của một hộ trong tháng	Giá bán điện (VNĐ/kWh)
1	Bậc 1: Cho kWh từ 0 - 50	1.678
2	Bậc 2: Cho kWh từ 51 - 100	1.734

3	Bậc 3: Cho kWh từ 101 - 200	2.014
4	Bậc 4: Cho kWh từ 201 - 300	2.536
5	Bậc 5: Cho kWh từ 301 - 400	2.834
6	Bậc 6: Cho kWh từ 401 trở lên	2.927
Gọi chung giá điện là		N

Bảng 6. Bảng thống kê tiền điện trong một ngày nhà máy phải trả cho EVN

Thông tin điện năng	Năng lượng điện mặt trời sử dụng (kWh)
Điện năng tiêu thụ trung bình tháng	$k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i$
Sản lượng điện mặt trời theo tháng	$\frac{0,5}{12} \cdot b_0$
Tiền điện phát lên lưới theo tháng	$m \cdot \left(\frac{0,5}{12} \cdot b_0 - k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i \right)$ (7)

Để tăng tính hiệu quả của dòng tiền, số tiền thu được do bán điện lên lưới sẽ được gửi tiết kiệm ngân hàng như một hình thức đầu tư đơn giản nhất. Thực tế có thể sử dụng cho các mục đích khác để đem lại lợi ích hoặc lợi nhuận cao hơn. Căn cứ vào đó lấy số tiền điện phát lên lưới gửi tiết kiệm ngân hàng theo từng tháng.

Khi gửi số tiền $\left[m \cdot \left(\frac{0,5}{12} \cdot b_0 - k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i \right) \right]$ vào đầu mỗi tháng với lãi suất $X\%$ / tháng thì sau t tháng tổng số tiền (cả vốn lẫn lãi) bằng:

$$\frac{\left[m \cdot \left(\frac{0,5}{12} \cdot b_0 - k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i \right) \right]}{X} \cdot [(1 + X)^t - 1] \cdot (1 + X) \quad (8)$$

Tổng số tiền hộ gia đình nhận được từ hệ thống năng lượng mặt trời theo t tháng:

$$\left[k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i \cdot n \cdot t \right] + \frac{\left[m \cdot \left(\frac{0,5}{12} \cdot b_0 - k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i \right) \right]}{X} \cdot [(1 + X)^t - 1] \cdot (1 + X) \quad (9)$$

5. BÀI TOÁN KINH TẾ GỬI TIỀN TIẾT KIỆM LÃI SUẤT KÉP TẠI NGÂN HÀNG

Số vốn ban đầu là: $\sum_{i=1}^6 a_i \cdot b_i$

Ta đem gửi ngân hàng:

Theo lãi suất gửi ngân hàng với mức lãi suất cao nhất là $X\%$ / tháng.

Vậy ta có công thức tính lãi suất là:

- FV_t : Số tiền ở tháng thứ t
 - $\sum_{i=1}^6 a_i \cdot b_i$: giá trị của số vốn tại thời điểm hiện tại
 - X : lãi suất
- $$FV_t = \sum_{i=1}^6 a_i \cdot b_i \cdot (1 + x)^t \quad (10)$$

Vay vốn ngân hàng để đầu tư:

Lãi suất ưu đãi $r\%$ / tháng và lấy số tiền bán điện trả góp theo từng tháng.

$$H = \frac{\sum_{i=1}^6 a_i \cdot b_i \cdot (1+r)^t \cdot r}{(1+r)^t - 1} \quad (11)$$

6. KẾT QUẢ ÁP DỤNG

Dựa theo (9) và (10) suy ra công thức chung để hoàn vốn theo t tháng:

$$\left[k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i \cdot n \cdot t \right] + \frac{\left[m \cdot \left(\frac{0,5}{12} \cdot b_0 - k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i \right) \right]}{X} \cdot [(1 + X)^t + 1] \cdot (1 + X) = \sum_{i=1}^6 a_i \cdot b_i \cdot (1 + x)^t \quad (12)$$

Bài toán ví dụ minh họa áp dụng cho một hộ gia đình tại Quận 9, Thành phố Hồ Chí Minh có số liệu mô tả trong bảng 7.

Bảng 7. Thống kê phụ tải của hộ gia đình

Thiết bị	Công suất (kW)	Số lượng (chiếc)	Giờ sử dụng (h)	Công suất tiêu thụ (kWh)
Ấm đun nước	1	1	0,3	0,3
Bàn là	1	1	0,2	0,2
Điều hòa	0,83	2	2	3,32
Nồi cơm	0,6	1	3	1,8
Máy giặt	0,4	1	1	0,4
Tủ lạnh	0,15	1	24	3,6
Tivi	0,069	1	2	0,138
Quạt cây	0,048	2	2	0,192
Đèn	0,03	4	6	0,72
Điện tiêu thụ trung bình ngày				$\sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i = 10,67$
Điện tiêu thụ trung bình tháng (Xét $k_{max} = 30$)				$k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i = 320,1$

Lượng điện sử dụng trung bình trong 1 tháng là 320kWh và có diện tích mái có thể sử dụng lắp đặt tấm pin mặt trời là 100m². Dựa theo mức điện bậc 5 của bảng 5, tính được số tiền điện tiêu thụ trung bình tháng là:

$$n \cdot k \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i = 2.834 \cdot 320 = 906.880 \text{ (VNĐ)}$$

Tiếp theo, giả sử hộ gia đình có đủ nguồn tài chính để lắp đặt hệ thống điện mặt trời với diện tích mặt bằng là 100m² (tương đương 50 tấm pin). Dựa theo số liệu thống kê ở hình 3, năng lượng thu về 1 tháng là:

$$\frac{0,5}{12} \cdot b_0 = \frac{0,5}{12} \cdot \frac{100}{2} = 2,083 \text{ (MWh)} = 2.083 \text{ (kWh)}$$

Căn cứ theo công thức số 7. Suy ra số tiền điện bán được cho EVN mỗi tháng theo mức giá (1.940 VNĐ/kWh) [9] hiện nay là: $(2.083 - 320) \times 1.940 = 3.420.220 \text{ (VNĐ)}$

Số tiền cần đầu tư:

- Đối với số lượng tấm pin mặt trời, theo giả thuyết trên diện tích đất có thể sử dụng là 100m². Suy ra số lượng tấm pin mặt trời được lắp đặt là 50 tấm

- Đối với Bộ hòa lưới có thể chỉ cần 1 bộ công suất 20 - 30kW sẽ đáp ứng đủ công suất chuyển đổi dòng điện DC sang AC cho toàn bộ hệ thống.

- Đối với số lượng bình acquy

Dựa theo công thức số 4. Tính dung lượng ac-quy cần thiết.

$$\frac{1,3 \cdot \sum_{i=1}^j A_i \cdot B_i \cdot N_i}{0,85 \cdot 0,6 \cdot \text{Voltage}} = \frac{1,3 \cdot \frac{320}{30} \cdot 1000}{0,85 \cdot 0,6 \cdot 48} = 566.449 \text{ (Ah)}$$

Vì vậy nên chọn loại kích điện 20000VA, 48V là phù hợp. Suy ra cần mua ít nhất 4 ac-quy 150Ah/12V là đảm bảo yêu cầu.

Dựa trên cơ sở trên. Thiết lập bảng giá trị xây dựng hệ thống điện mặt trời áp mái hòa lưới có bình dự trữ như bảng 8.

Bảng 8. Tổng chi phí cho hệ thống điện mặt trời với diện tích mặt bằng 100m²

STT	Thiết bị	Đơn vị	Đơn giá (VNĐ)	Số lượng	Thành tiền (VNĐ)
1	Pin mặt trời AE Solar Poly 72 Cell - 330W	Tấm	3.000.000	50	150.000.000
2	Bộ chuyển đổi DC-AC DC-AC Inverter Goodwe: 15kW	Chiếc	55.600.000	1	55.600.000
3	Ắc quy vision 12V-150AH CGT12-150EXA	Chiếc	5.500.000	4	22.000.000
4	Phụ kiện đi kèm (trung bình bằng 10 - 20% tổng tiền thiết bị chính) [10]	Gói	22.760.000	1	22.760.000
5	Khung giá đỡ và công lắp đặt (trung bình bằng 10% tổng tiền thiết bị) [10]	Gói	25.036.000	1	25.036.000
6	Phí bảo dưỡng, thay thế thiết bị trong suốt vòng đời sử dụng (tính trung bình bằng 10% tổng phí đầu tư ban đầu) [11]		275.396.000		27.539.000
Tổng chi phí					302.935.000

Vậy số tiền cần đầu tư cho hệ thống điện mặt trời áp là : 302.935.000 VNĐ

Giả sử: Lãi suất gửi theo định kỳ tháng không đổi là 0,6%/tháng. Bài toán đặt ra tính số tháng để thu hồi vốn đầu tư ban đầu. Khi mỗi tháng đều gửi vào ngân hàng với số tiền là 3.420.220VNĐ và trung bình tiền điện mỗi tháng tiết kiệm là 906.880VNĐ. Trong khi tiền vốn ban đầu nếu không đầu tư xây dựng điện mặt trời sẽ gửi tiết kiệm ngân hàng với lãi suất kép là 0,6%/tháng. Từ (12) tính được hệ thống vận hành sau bao nhiêu tháng sẽ giá trị bằng tổng tiền nhận được từ ngân hàng theo lãi kép:

$$906.880t + \frac{3.420.220}{0,6\%} \cdot [(1 + 0,6\%)^t - 1] \cdot (1 + 0,6\%) = 302.935.000(0,6\% + 1)^t \tag{13}$$

Giải phương trình số 13 ta tìm được giá trị tháng thu hồi vốn đầu tư t là 98 tháng.

Cũng với số liệu trên áp dụng công thức (9). Suy ra trong 1 vòng đời của hệ thống điện mặt trời trung bình là 25 năm sẽ thu được tổng giá trị là 3.149.210.058VNĐ

Áp dụng công thức (10) với số liệu trên. Sau 25 năm gửi ngân hàng với lãi suất kép sẽ nhận được số tiền là: 1.822.819.513VNĐ

Đối với việc vay vốn ngân hàng để đầu tư với lãi suất ưu đãi 0,9%/tháng, sau đó lấy số tiền bán điện 3.420.220VNĐ và tiền điện mỗi tháng 906.880VNĐ trả góp theo từng tháng. Áp dụng công thức (11) thay số liệu tính toán được phương trình sau:

$$4.327.100 = \frac{302.935.000(1+0,9\%)^t \cdot 0,9\%}{(1+0,9\%)^t - 1}$$

Suy ra số tháng t để trả hết tiền vay là: 111 (tháng)

7. KẾT LUẬN

Bài nghiên cứu này đã thể hiện rõ ràng mô hình hệ thống điện mặt trời hòa lưới có acquy dự trữ. Đồng thời, bài báo cũng đưa ra được các công thức tính toán chi phí đầu tư, lãi suất ngân hàng, giá trị thu được sau từng tháng hoặc số tháng để trả hết vốn vay đầu tư khi lấy số tiền bán điện và tiền điện sử dụng mỗi tháng trả góp theo từng tháng. Dựa vào những phân tích và công thức tổng quát trong bài có thể áp dụng cho nhu cầu của từng hộ gia đình cũng như từng vùng miền. Để thể hiện tính hiệu quả cao, trong bài báo có áp dụng ví dụ cho khu vực Quận 9, TP. Hồ Chí Minh. Từ đó đưa ra phương pháp phù hợp cho sự đầu tư và phát triển theo từng hộ gia đình với hệ thống điện mặt trời áp mái. Ở ví dụ minh họa này, bài báo tính toán được cùng số tiền 302.935.000VNĐ nếu gửi vào ngân hàng để nhận lãi kép thì sau 25 năm được 1.822.819.513VNĐ, trong khi đầu tư hệ thống điện mặt trời áp mái hòa lưới có dự trữ thì sau 25 năm được 3.149.210.058VNĐ (với giả thiết lãi suất tiền không tăng nhưng thực tế là có tăng và số tiền nhận được có thể lớn hơn). Qua kết quả tính toán này, có thể thấy rằng đầu tư vào hệ thống điện mặt trời sẽ đạt giá trị hiệu quả rất lớn về kinh tế (lớn hơn 1,7 lần so với gửi tiền vào ngân hàng).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- <https://bnews.vn/tp-ho-chi-minh-khuyen-khich-ho-dan-phat-trien-dien-mat-troi-mai-nha/116900.html>
- Srinivasan Sunderasan, Lucretia Landmann (consultant), Đào Xuân Lai, Jiri Dusik, Vũ Thị Thu Hằng, Jay Malette (UNDP VN). Cơ hội tài trợ tư nhân đầu tư vào lĩnh vực năng lượng tái tạo, hiệu quả và tiết kiệm năng lượng tại Việt Nam.
- <http://pinsolar.net/tinh-toan-cong-suat-he-thong-dien-tu-pin-nang-luong-mat-troi>
- <http://rooftoppvpotential.effigis.com>
- Hoàng Thị Thu Hương, 2014. *Thực trạng năng lượng tái tạo Việt Nam và hướng phát triển bền vững*. Năng lượng Việt Nam.
- <https://pvsyst.software.informer.com/T%E1%BA%A3i-v%E1%BB%81/>
- Nguyễn Anh Tuấn, Vũ Duy Hùng, Đặng Hương Giang, Yannis Vasilopoulos, Yannis Vasilopoulos, 24-01-2018. Đánh giá tiềm năng phát triển dự án điện mặt trời nổi lưới quốc gia tại Việt Nam tới năm 2020, tầm nhìn 2030.
- <https://www.evn.com.vn/c3/evn-va-khach-hang/Bieu-gia-ban-le-dien-9-79.aspx>
- <https://vnexpress.net/kinh-doanh/gia-dien-mat-troi-ap-mai-co-the-duoi-2-000-dong-mot-kwh-4036449.html>
- <https://givasolar.com/danh-muc/he-thong-nang-luong-mat-troi/>
- Võ Doãn Cường, 8/2019. *Thiết kế hệ thống và đánh giá tiềm năng năng lượng mặt trời áp mái tại khu vực Mỹ Đình - Nam Từ Liêm - Hà Nội. Áp dụng tính toán hệ thống điện mặt trời áp mái 5,5kWp*.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Duc Tuyen¹, Le Van Luc², Ninh Van Nam³, Tran Thanh Son¹

¹School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

²Ishan International Pvt. Ltd.

³Faculty of Electrical Engineering, Hanoi University of Industry