

## Nghiên cứu thiết kế hệ thống pin mặt trời dùng cho trạm sạc và bãi đỗ xe ô tô điện

Vũ Trọng Tấn<sup>1</sup>, Mai Hữu Thuận<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Khoa Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Công nghệ, ĐHQGHN;

<sup>2</sup>Viện Vật lý Kỹ thuật, Đại học Bách khoa Hà Nội.

\*Email: thuan.maihuu@hust.edu.vn

Nhận bài: 29/9/2022; Hoàn thiện: 18/11/2022; Chấp nhận đăng: 02/02/2023; Xuất bản: 28/02/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.85.2023.103-110>

### TÓM TẮT

Khủng hoảng năng lượng trên toàn cầu hiện nay đã gây ra một hệ lụy vô cùng lớn, giá xăng, dầu tăng cao buộc chính quyền các nước cần quan tâm đặc biệt tới lĩnh vực này. Gần đây, giá xăng, dầu tại Việt Nam tăng kỷ lục trên 30.000 VNĐ/lít, buộc người dân phải thay đổi nhu cầu, thói quen đi lại của mình. Với chi phí vận hành phù hợp, xe ô tô điện (EC – Electric Car) có thể được xem như là một giải pháp hứa hẹn nhằm thay thế cho các loại xe có động cơ chạy bằng xăng, dầu. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã thiết kế và tính toán công suất cho trạm sạc pin mặt trời nạp ô tô điện (VFe34) và xe đạp điện (dùng cho hộ gia đình có công suất  $P = 9$  kWp,  $D_{\text{vốn}} = 179.672.000$  VNĐ). Thời gian thu hồi vốn là 5,2 năm và lợi nhuận ước lượng là 34.197.878 VNĐ/năm. Đối với trạm sạc pin mặt trời cho 12 ô tô điện có vốn đầu tư thêm cho các mô hình trạm sạc độc lập, trạm sạc pin mặt trời hòa lưới có tích trữ và không có tích trữ cho thấy hiệu quả là lợi nhuận của từng mô hình. Chi phí nguyên vật liệu 759.176.000 VNĐ cho một trạm sạc pin mặt trời hòa lưới thì sau 4,1 năm đã hoàn vốn (kể từ năm thứ ba trở đi mỗi năm thu về hơn 180 triệu). Thay vì thiết kế một trạm sạc ô tô thông thường, nghiên cứu này đã đưa ra các mô hình trạm sạc thông minh tích hợp pin mặt trời nhằm chứng minh hiệu quả và mức độ ứng dụng thực tế cao.

**Từ khóa:** Hệ thống pin mặt trời (PV); Trạm sạc xe điện; Bãi đỗ xe; Xe ô tô điện (EC).

### 1. MỞ ĐẦU

Thị trường xe điện (EV – Electric Vehicle) tại Việt Nam đang trong giai đoạn phát triển, với dân số hơn 96 triệu người, khoảng một nửa dân số Việt Nam sở hữu xe máy, trong khi tỷ lệ sở hữu ô tô là 23/1.000 người. Theo Bloomberg, thị trường EC toàn cầu dự kiến sẽ đạt hơn 90 triệu xe vào năm 2030. Tại Việt Nam, hoạt động nhập khẩu EV không bền vững do thuế nhập khẩu cao (EV nhập khẩu phải chịu thêm thuế tiêu thụ đặc biệt từ 15% đến 70%) [1].

Nhiều hãng sản xuất EC đã tiêu thụ sản phẩm khá mạnh ở châu Âu, Mỹ, Nhật, Trung Quốc song chưa muốn tấn công vào thị trường Việt Nam bởi lo ngại cơ sở hạ tầng không đáp ứng được nhu cầu, đặc biệt là vấn đề phát triển trạm sạc [2, 3].

Thực tế, mỗi hãng EV sử dụng một công nghệ khác nhau nên chuẩn sạc cũng khác nhau. Để phát triển hệ thống EV toàn diện, đồng bộ, đòi hỏi phải có hệ thống trạm sạc đa năng có khả năng hỗ trợ sạc cho nhiều dòng xe của các thương hiệu khác nhau. Trong khi đó tại Việt Nam, hiện chỉ có duy nhất hãng xe VinFast lên kế hoạch lắp đặt 2.121 trạm với gần 40.000 cổng sạc tại các cơ quan, công sở, bãi đỗ xe, chung cư, văn phòng, trung tâm thương mại, trạm dừng nghỉ ở 63 tỉnh, thành để phục vụ nhu cầu người sử dụng EV của hãng ngày [4].

Theo Cục Công nghiệp - Bộ Công Thương, tiêu chuẩn các loại phích cắm vào cổng kết nối sạc có sự khác nhau giữa các khu vực và phụ thuộc thiết kế của từng mẫu xe. Chẳng hạn, chuẩn sạc nhanh của Mỹ là CCS1/Tesla, chuẩn sạc của châu Âu là CCS2, CHAdeMO của Nhật Bản và GB/T của Trung Quốc. Do đó, việc phát triển hệ thống trạm sạc có thể đáp ứng nhu cầu cho tất cả các loại EV có chuẩn sạc khác nhau cũng là một thách thức [3, 4].

Hiện tại, phát triển EC trong nước còn đang gặp phải khá nhiều thách thức như các vấn đề liên quan tới pháp lý, chi phí sản phẩm, cơ sở hạ tầng. Phần mái nhà rỗng có diện tích lớn của các bãi đỗ xe/nhà để xe tại các khu trung tâm thương mại, các khu đỗ xe,... đang có tiềm năng lớn cho việc lắp đặt PV có thể đáp ứng được nhu cầu cung cấp nguồn điện cho việc sạc EV, ngoài ra có thể chống nóng tốt hơn so với vật liệu mái thông thường, đảm bảo độ bền lên đến 20 năm [4-6].

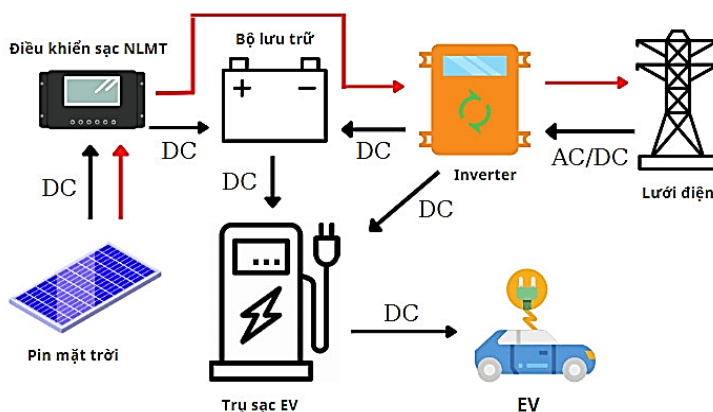
Việc tích hợp EV-PV sẽ giải quyết được một phần thách thức về quá tải điện, hệ thống này luôn chủ động trong việc cung cấp nguồn điện từ PV và giảm áp lực lưới điện vào những giờ cao điểm ở ban ngày. Qua đây, có thể rút ra được một số ưu điểm của EV-PV:

- 1) Giảm nhu cầu năng lượng trên lưới điện như đã phân tích ở trên;
- 2) Sử dụng những thiết bị của PV được sản xuất trong nước giúp giảm chi phí đầu tư;
- 3) Chi phí nhiên liệu thấp hơn và ít/không phát thải CO<sub>2</sub> do sạc EV từ nguồn năng lượng tái tạo.

## 2. NỘI DUNG CẦN GIẢI QUYẾT

### 2.1. Phân tích lựa chọn các thành phần cơ bản

- Sơ đồ khối hệ thống



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống trạm sạc EV-PV có bộ lưu trữ.

- Giá thành của một số loại pin:

Bảng 1. Bảng giá của một số tấm pin mặt trời [10, 11].

Hãng sản xuất	Công suất	Mã Sản phẩm	Giá bán (VNĐ)
Canadian Solar	445 W	HiKu Mono CS3W- 445MS	3.048.000
Canadian Solar	450 W	HiKu Mono CS3W- 450MS	3.080.000
Canadian Solar	455 W	HiKu Mono CS3W- 455MS	3.116.000
Hanwha Q Cells	345 W	Q. Plus LG4.2	3.466.000
Hanwha Q Cells	360 W	Q. Plus DUO L-G5.2	3.998.000
Hanwha Q Cells	380 W	Q. Peak DUO L-G5.2	4.376.000

Tùy theo công suất, diện tích và vốn đầu tư để lựa chọn loại pin thích hợp.

- Giá thành của một số loại pin lưu trữ/ắc quy:

Bảng 2. Một số bình ắc quy thông dụng dùng cho pin mặt trời [11].

Tên ắc quy	Model	Giá thị trường (VNĐ)
GEL Largestar 12V - 100AH	6CNF100	3.080.000
Lithium VISION 48V - 100AH	V-LFP48100	8.245.000
Newmax 12V - 100Ah	SG1000H	8.320.000
Newmax 12V - 150Ah	SG1500H	8.660.000
Pin lưu trữ Gigawatt Solar	GIGABOX 5S	30.000.000

Việc lựa chọn bộ lưu trữ căn cứ trên công suất giàn pin mặt trời và định mức nhu cầu tiêu thụ dự kiến.

- Giá thành một số loại sạc EV:

**Bảng 3.** Giá thành một số loại sạc EV [12].

Tên sạc	Cấp độ sạc	Thông số	Giá bán (VNĐ)
MEGEAR Zencar	1-2	100-240V 16A, 3.84kW	6.663.000
PRIMECOM DEV-10	2	220/240V 16A, 3.84 kW	12.476.000
BESENERGY BS-F30-14-50	2	240V 32A 7.65kW	13.617.000
SET450-40B	3	100-500V 40A/80A; 20 - 40kW	111.499.000
Ark A60K500CJ	3	150-550V; 140A 60kW	348.432.000

## 2.2. Khảo sát công suất và góc nghiêng tối ưu của một số tấm pin

Sử dụng các thiết bị PV HT Instruments SOLAR Ive [1] (đo đường cong I-V và ghi hiệu suất quang điện), TENMARS TM-206 [2] (đo bức xạ mặt trời) đo theo vị trí, góc nghiêng, theo các cung giờ trong ngày, theo tháng và theo mùa trong năm đối với các tấm pin 345 W, 360 W, 380 W, 445 W, 450 W, 455 W, 540 W.

## 2.3. Phần mềm PVSOL

Thực hiện các bước nhập dữ liệu trên giao diện PVSOL để thực hiện chọn: Chọn địa điểm lắp đặt và hệ thống pin mặt trời; Chọn loại lưới điện 1 pha hay 3 pha; Chọn loại hệ thống điện; Chọn loại pin mặt trời và hướng lắp đặt: cần chú ý đến 1 số thông số như công suất cực đại ( $P_{max}$ ), điện áp tại điểm công suất đỉnh ( $V_{mp}$ ), điện áp hở mạch ( $V_{oc}$ ), dòng điện tại công suất đỉnh ( $I_{mp}$ ) và dòng điện ngắn mạch ( $I_{sc}$ ); Chọn hướng lắp đặt và kiểu lắp đặt hệ pin; Chọn góc nghiêng: Để tối ưu hóa tổng thể sản lượng điện quanh năm bởi thu được lượng bức xạ tối đa tại điểm đặt này.

Số giờ nắng được lấy từ dữ liệu bản đồ bức xạ năng lượng mặt trời toàn cầu tại [globalsolaratlas.info](http://globalsolaratlas.info). Tìm kiếm vị trí Thành phố Hà Nội xác định được cường độ bức xạ mặt trời/năm là 1.345 kWh/m<sup>2</sup>/năm [3], tương đương với 3,69 kWh/m<sup>2</sup>/ngày). Tiến hành tính toán hệ thống PV theo các bước sau:

1/ Tính toán công suất pin mặt trời dựa trên số giờ nắng tại vị trí lắp đặt và nhu cầu tiêu thụ dự kiến mỗi ngày theo biểu thức:  $số kWp (P_{PV}) = nhu cầu tiêu thụ EV dự kiến mỗi ngày (Wh) * 1,25 / số giờ nắng mỗi ngày (kWp)$  (Trong đó, 1,25 là hệ số an toàn). Số lượng tấm pin cần dùng = Số Wp các tấm pin phải cung cấp / số Wp của 1 tấm pin.

2/ Chọn Inverter và cấu hình hệ thống dựa trên điều kiện:  $P_{inv} \geq P_{PV}/1,2$  (với 1,2 là giá trị an toàn nhằm phòng ngừa công suất tải tăng cao đột ngột khi khởi động) và thông số thỏa mãn: 100 ÷ 500V, 40A/80A, 20 ÷ 40 kW.

3/ Chọn bộ lưu trữ dựa trên nhu cầu tiêu thụ EV dự kiến mỗi ngày. Xác định dung lượng bộ lưu trữ bằng công thức:  $Dung lượng (Ah) = nhu cầu tiêu thụ EV dự kiến mỗi ngày (Wh) / (hiệu suất nạp xả * DOD * V)$ . Trong đó, hiệu suất nạp xả được xác định ở mức 80%; DOD – Mức xả sâu là 0,6; và V là điện áp của bộ lưu trữ.

Khi nhập xong dữ liệu được tính toán theo các bước trên, phần mềm sẽ cho ra các kết quả: Tổng sản lượng điện mặt trời/năm; Công suất sạc bộ lưu trữ; Công suất tiêu thụ; Công suất hoà lưới.

## 2.4. Phần mềm đồ họa AutoCAD

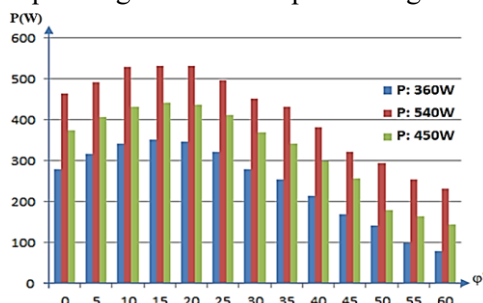
AutoCAD (viết tắt của Automatic Computer Aided Design) là một ứng dụng phần mềm được phát triển bởi Autodesk cho phép thiết kế và soạn thảo với sự hỗ trợ máy tính (CAD). Phần mềm này được sử dụng để tạo bản vẽ 2D và 3D, về trạm sạc EV-PV.

# 3. MÔ PHỎNG, TÍNH TOÁN, THẢO LUẬN

## 3.1. Thiết kế trạm sạc

3.1.1. Đo đạc thực nghiệm và tính công suất

Tiến hành đo với 3 tấm pin mặt trời có công suất 360 W, 540 W và 450 W để xác định góc nghiêng tối ưu. Đặt các tấm pin trên mặt phẳng ngang, sau đó, tiến hành nâng dần góc nghiêng theo phương Bắc - Nam. Kết quả công suất của tấm pin ở các góc đo khác nhau trên hình 2.



Hình 2. Biểu đồ công suất pin mặt trời và góc nghiêng.

Dựa vào kết quả trên ta lựa chọn góc nghiêng 12 ÷ 18° độ cho hệ thống PV tại khu vực Hà Nội, (tùy theo vị trí lắp đặt khác nhau sẽ có các góc nghiêng tối ưu).

3.1.2. Thiết kế trạm sạc

Tiến hành tính toán thiết kế trạm sạc dựa trên quy trình tính toán tại mục 2.3.

+ Chọn dòng xe

Bảng 4. Dung lượng pin của một số dòng xe ô tô điện.

Hãng	Dòng xe	Dung lượng	Quãng đường	Hãng	Dòng xe	Dung lượng	Quãng đường
Tesla	Model S 70D	70 kWh	470 km	VINFAST	VFe35	82 kWh	460 - 510 km
Tesla	Model S 75D	75 kWh	490 km	Jaguar	i-PACE	90 kWh	470 km
Volkswagen	e-up!	18,7 kWh	160 km	Audi	e-TRON	93 kWh	425 - 488 km
Volkswagen	e-Golf	35,8 kWh	300 km	Porsche	Taycan 4S	79,2 kWh	405 km
VINFAST	VFe34	42 kWh	300 km	Nissan	LEAF	40 kWh	340 km

Chọn dòng xe VinFast VFe34 có pin 42 kWh. Để tránh việc bị “chai pin”, chỉ nên xả pin đến mức được khuyến cáo (khoảng 20-25%). Ngoài ra, pin EV cũng được các nhà sản xuất thiết kế để sạc đến 85% dung lượng thay vì 100% dung lượng nhằm giảm hao mòn quá trình chai pin. Cho nên nhu cầu tiêu thụ khoảng:

$$42 * (85\% - 25\%) = 25,2 \text{ kWh}$$

Chúng ta sử dụng bộ sạc 11 kW hoặc 30 kW thì số giờ sạc ước tính là:

$$25,2/11 = 2,29 \text{ giờ} = 2 \text{ giờ } 17 \text{ phút}$$

$$25,2/30 = 0,84 \text{ giờ} = 0 \text{ giờ } 50 \text{ phút}$$

+ Chọn loại pin mặt trời

Chọn pin Canadian Solar CS3W-450MS có thông số: P<sub>max</sub>: 450 (W); Điện áp hoạt động V<sub>mp</sub>: 41,1 (V); Điện áp hở mạch V<sub>oc</sub>: 49,1 (V); Dòng điện ngắn mạch I<sub>sc</sub>: 11 (A).

Tính toán hệ thống PV theo các bước tại mục 2.3 thu được các kết quả như sau:

1/ Trong một ngày với nhu cầu 25,2 kWh thì số W<sub>p</sub> PV cần cung cấp = 25.200\*1,25/3,69= 8.537 (Wp). Từ kết quả tính toán, chọn hệ 9.000 Wp. Số lượng tấm pin 450 W cần sử dụng là 9.000/450 = 20 tấm.

2/ Với hệ pin 9.000 Wp cần inverter có công suất thỏa: Pin<sub>v</sub> ≥ 9.000/1,2 = 7.500 W, lựa chọn 2 Inverter 5kW hãng KEHUA có mã sản phẩm SPI5000-B2 (V<sub>mppt-max-inv</sub>: 550V; I<sub>max-input-inv</sub>: 12,5A; V<sub>dcmax-inv</sub>: 550V) thỏa mãn điều kiện.

### Nghiên cứu khoa học công nghệ

Lựa chọn số chuỗi: Số tấm pin tối đa trong 1 chuỗi là:  $550/41 = 13,4$  tấm. Có thể chia làm 4 chuỗi 5 tấm pin.

Xét điều kiện hoạt động chuỗi 5 tấm pin:  $U_{oc} = 5 \cdot 49,1 = 245,5 < 600$  V;  $I_{sc} = 10,9$  A  $< 11$  A. Vậy chuỗi pin 5 tấm hoạt động ổn định. Vì cả 4 chuỗi đều hoạt động nên 2 Inverter SPI5000-B2 phù hợp với hệ.

3/ Dung lượng (Ah) =  $25.200 / (0,85 \cdot 0,6 \cdot 51,2) \approx 965$  (A). Chọn pin lưu trữ gigawatt solar GIGABOX 5S có thông số 51,2V – 100Ah để dự trữ điện. Để đáp ứng nhu cầu tiêu thụ phải cần tối khoảng 10 pin lưu trữ mắc song song đã chọn. Thay vào đó, chọn 2 pin lưu trữ sẽ đáp ứng được:  $(2 \cdot 25,2) / 10 = 5,04$  (kWh).

+ Kết quả tính toán theo mô phỏng hiển thị kết quả hệ thống PV cho trên bảng 5.

**Bảng 5.** Kết quả hệ thống PV và hệ thống lưu trữ trên phần mềm PVSOL.

Hệ thống PV		Hệ thống pin lưu trữ	
Công suất PV	9 kWp	Công suất pin	10,24 kWp
PR – Chỉ số hiệu suất	87,9 %	Số kWh sạc được từ hệ thống PV	32 kWh/năm
Sản lượng PV hàng năm	10.970 kWh/năm	Tồn thất do sạc/xả	28 kWh/năm
Mức giảm phát thải CO <sub>2</sub>	5,125 kg/năm	Tuổi thọ hệ thống pin lưu trữ	> 20 năm

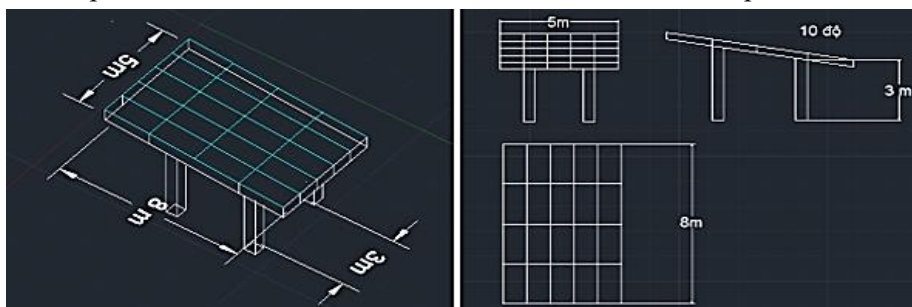
Tỷ lệ hiệu suất (PR) là 87.9%. Tức là, Công suất thu được có thể sử dụng trong ngày là:  $30,05 \cdot 87,9\% = 26,41$  kWh.

#### 3.1.3. Xác định quy mô trạm sạc

Theo tính toán với nhu cầu tiêu thụ EV dự kiến cần dùng 20 tấm pin CS3W-450MS.

- Diện tích của một tấm pin mặt trời như CS3W-450MS khoảng: 2m\*1m.
- Diện tích của một ô để xe khoảng 5m\*3m nên cần ít nhất 9 tấm pin diện tích 2m\*1m, do đó, hệ 20 tấm pin như tính toán trên hoàn toàn phù hợp.
- Diện tích trạm sạc: 44,2 m<sup>2</sup> (theo mô phỏng trong phần mềm PVSOL).

Trạm 20 tấm pin có diện tích 44,2 m<sup>2</sup> với 1 ô sạc xe ô tô điện được lắp đặt như hình 3.



**Hình 3.** Bản vẽ trạm sạc EV-PV.

#### 3.1.4. Dự trù kinh phí thực hiện trạm sạc

**Bảng 6.** Kinh phí nguyên vật liệu thực hiện.

Loại thiết bị	Đơn giá (VNĐ)	Số lượng	Giá thành (VNĐ)
Pin mặt trời	3.080.000	20	60.160.000
Inverter	13.640.000	2	27.280.000
Pin lưu trữ	30.000.000	2	60.000.000
Bộ điều khiển sạc	1.690.000	1	1.690.000
Khung giá đỡ	350.000 đ/m <sup>2</sup>	44,2 m <sup>2</sup>	15.470.000
Sạc ô tô điện	15.072.000	1	15.072.000
<b>Tổng kinh phí</b>			<b>179.672.000</b>

### 3.1.5. Khảo sát công suất hoạt động

- + Công suất tiêu thụ được từ hệ thống là 26,41 kWh.
- Số giờ sạc:  $26,41/11 = 2,4$  giờ = 2 giờ 24 phút; và  $26,41/30 = 0,88$  giờ = 0 giờ 53 phút.
- Phần trăm pin sạc được:  $26,41/42 = 62,9\%$  (Do quãng đường đi được khi sạc đầy là 300 km nên quãng đường đi được ước tính khoảng:  $300 \cdot 62,9\% = 188,7$  km).
- + Điện tiêu thụ từ pin lưu trữ khoảng 5.21 kWh; Số giờ sạc:  $5.21/11 = 0.47$  giờ = 28 phút và  $5.21/30 = 0.17$  giờ = 10 phút;
- Phần trăm pin sạc được:  $5.21/42 = 12.4\%$ .
- Quãng đường đi được ước tính khoảng:  $300 \cdot 12.4\% = 37.2$  km.

## 3.2. Thiết kế và dự trù kinh phí cho trạm sạc pin mặt trời (12 xe ô tô)

### 3.2.1. Dự trù kinh phí nguyên vật liệu



**Hình 4.** Trạm sạc cho 12 xe ô tô.

Từ mô hình tính toán thiết kế trên ta dự tính như sau:

Số tấm pin cần tối thiểu cho 12 ô tô để xe là:  $12 \cdot 9 = 108$  tấm pin, loại 450 Wp. Công suất thu một ngày ước tính là  $108 \cdot 26,41/20 = 142,614$  kWh (Số lượng xe VFe34 sạc được  $142,614/25,2 \approx 6$  xe).

Số lượng inverter 5 kW SPI5000-B2 cần dùng là  $(0,45 \cdot 108)/(1,2 \cdot 5) = 8,1$ . Cần 9 Inverter.

Nếu chúng ta cần 12 kWh để dự trữ thì số pin lưu trữ 51,2V–100Ah cần dùng là:  $12 \cdot 10/25,2 \approx 5$  pin. Do đó, với nhu cầu dự trữ như trên cần khoảng 5 pin lưu trữ cho hệ thống.

Diện tích trạm sạc là 239 m<sup>2</sup>.

Số lượng đèn cần sử dụng: Số đèn = diện tích\*tiêu chuẩn/quang thông =  $239 \cdot 30/2200 = 3,25$ . Cần sử dụng 4 bóng đèn.

- Dự trù kinh phí nguyên vật liệu (chưa tính công thực hiện):

**Bảng 7.** Dự trù chi phí nguyên vật liệu cho trạm sạc pin mặt trời có bộ lưu trữ (12 ô tô).

Loại thiết bị	Giá (VNĐ)	Số lượng	Giá thành (VNĐ)
Pin mặt trời	3.080.000	108	332.640.000
Inverter	13.640.000	9	122.760.000
Pin lưu trữ	30.000.000	5	150.000.000
Bộ điều khiển sạc	1.690.000	5	8.450.000
Khung giá đỡ	350.000	239	83.650.000
Sạc ô tô điện	15.072.000	12	180.864.000
Đèn điện	203.000	4	812.000
<b>Tổng kinh phí</b>			<b>879.176.000</b>

**3.2.2. Dự tính hiệu quả kinh tế mang lại từ các trạm sạc EV-PV**

Lợi nhuận của dự án chính là phần sản lượng PV thu được hàng năm, nó hỗ trợ cho một phần hóa đơn phải chi trả hàng tháng đối với chủ đầu tư. Do vậy, sản lượng PV hàng năm càng lớn thì lợi nhuận càng cao. Sản lượng PV theo mô phỏng là 59.152 kWh/năm. Hiện nay, VinFast đang triển khai phí sạc tại trạm sạc công cộng là 3.177,4 VND/kWh. Do đó, lợi nhuận thu được hàng năm = 59.152\*3.177,4 = 184.400.445 VND, đây là khoản tiền thu được sau thời gian hoàn vốn.

**Bảng 8. Dự trù chi phí đầu tư và thời gian hoàn vốn của từng mô hình.**

Dữ liệu	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Vốn đầu tư	179.672.000	759.176.000	879.176.000	602.766.000	725.312.000
<b>PP (năm)</b>	<b>5,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,8</b>	<b>3,3</b>	<b>3,9</b>

Đối với model 1 (Hộ gia đình), ta so sánh chi phí vận hành với xe chạy xăng. Theo Vinfastauto, với cùng một quãng đường di chuyển như nhau, VFe34 có chi phí vận hành tiết kiệm hơn so với xe chạy xăng, chi phí này càng chênh lệch cao khi giá nhiên liệu xăng, dầu tăng cao. Đối với model 2 (EV-PV không có bộ lưu trữ) vẫn sẽ cần phải có 1 pin lưu trữ phòng khi sự cố mất điện, trạm sạc vẫn hoạt động trong 9 giờ. Model 3 (EV-PV có bộ lưu trữ) có mức đầu tư cao nhất do có thêm bộ lưu trữ tăng cường tối đa công suất sạc cho xe. Model 4 (EV-PV độc lập) là mô hình có mức đầu tư thấp nhất. Tuy nhiên, với mức đầu tư như trên, theo mô phỏng chúng tôi nhận được kết quả chỉ đáp ứng được nhu cầu sạc cho 6 – 7 xe (bằng một nửa so với dự tính ban đầu). Do vậy, để đáp ứng nhu cầu, cần tăng gấp đôi công suất hệ thống pin mặt trời, điều này dẫn đến chi phí đầu tư PV sẽ tăng thêm. Model 5 (EV-PV kết hợp cho thuê pin EV) kết hợp thêm trạm đổi pin EV mang lại nhiều tiện ích cho người dùng như tiết kiệm thời gian, có thể được sử dụng pin theo xu hướng cập nhật công nghệ mới nhất.

*Nhận xét:* Trạm sạc EV-PV vừa tiết kiệm được năng lượng và làm giảm chỉ số điện lũy tiến với thời gian thu hồi vốn đối với trạm sạc EV-PV không có bộ lưu trữ cho thời gian thu hồi vốn sớm nhất là 4,1 năm (chưa xét đến mô hình 5 do chưa đủ dữ liệu cập nhật về chi phí hệ thống giá đỡ trạm đổi pin và hệ thống giám sát), điều này cho thấy khi sử dụng hệ thống điện lưới kết hợp năng lượng mặt trời thì lợi về kinh tế là rất lớn (kể từ năm thứ tư trở đi mỗi năm thu về hơn 180 triệu). Mô hình này đạt hiệu quả cao hơn so với phân tích EV-PV trong các công bố [6-9], bài toán này lợi hơn nhiều lần so với việc gửi tiết kiệm tại ngân hàng.

**4. KẾT LUẬN**

1) Thực nghiệm khảo sát về điện áp, dòng điện, công suất của một số tấm pin mặt trời tại Hà Nội, cho thấy hướng và góc nghiêng của dàn pin mặt trời đặt xuôi về hướng Nam góc 12 ÷ 18° để hệ thống thu được điện năng đạt hiệu quả cao nhất.

2) Dựa trên cơ sở lý thuyết và sử dụng phần mềm hỗ trợ thiết kế hệ thống điện mặt trời PVSOL đã thiết kế và tính toán công suất cho trạm sạc pin mặt trời nạp ô tô điện dùng cho hộ gia đình (S = 44,2 m<sup>2</sup>, h = 3 m, P = 9 kWp, D<sub>vốn</sub> = 179.672.000 VNĐ) với một ô tô điện hãng VinFast - VFe34 hay các hãng khác tương đương, sau 5,2 năm thu hồi vốn và lợi nhuận là 34.197.878 VNĐ/năm.

3) Đã tính toán thiết kế trạm sạc pin mặt trời cho 12 ô tô điện có vốn đầu tư thêm cho các mô hình trạm sạc độc lập, trạm sạc pin mặt trời hòa lưới có tích trữ và không có tích trữ, trạm sạc kết hợp trạm đổi pin cho thấy hiệu quả là lợi nhuận của từng mô hình. Với chi phí vốn nguyên vật liệu là 759.176.000 VNĐ cho một trạm sạc pin mặt trời hòa lưới không có tích trữ thì sau 4,1 năm thu hồi vốn. Bài toán mô hình này cho thấy hiệu quả về kinh tế, năng lượng là rất lớn.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Trịnh, T. B. N. Luận án Tiến sĩ “Phân tích sự thay đổi của thuế quan Việt Nam đối với hàng ô tô nhập khẩu và thách thức với ngành ô tô trong nước”, (2019).

- [2]. Diệp, P. T. H. “*Quản lý nhà nước về hải quan đối với nhập khẩu ô tô tại chi cục hải quan bắc Hà Nội*”, (2019).
- [3]. Pham, B. N., Nghiem, T. N., & Dao, M. P. “*Tác động của chính sách đến thị trường xe điện trên thế giới và đề xuất giải pháp phát triển thị trường xe điện cho Việt Nam*”. Petrovietnam Journal, 7, 28-41, (2022). doi.org/10.47800/PVJ.2022.07-04
- [4]. Azam, F., Priyadarshi, N., Nagar, H., Kumar, S., & Bhoi, A. K. “*An overview of solar-powered electric vehicle charging in vehicular adhoc network*”. Electric Vehicles, 95-102, (2021). doi.org/10.1109/glocomw.2013.6855711
- [5]. Đình, N. H. Luận án Tiến sĩ “*Tìm hiểu các bộ nạp điện tích hợp nổi lưới sử dụng cho ô tô điện*”, Đại học Dân lập Hải Phòng, (2020). DOI. 123456789/33741
- [6]. Shariff, S. M., Alam, M. S., Ahmad, F., Rafat, Y., Asghar, M. S. J., & Khan, S. “*System design and realization of a solar-powered electric vehicle charging station*”. IEEE Systems Journal, 14(2), 2748-2758, (2019). DOI: 10.1109/JSYST.2019.2931880
- [7]. Khan, S., Ahmad, A., Ahmad, F., Shafaati Shemami, M., Saad Alam, M., & Khateeb, S. “*A comprehensive review on solar powered electric vehicle charging system*”. Smart Science, 6(1), 54-79, (2018). doi.org/10.1080/23080477.2017.1419054.
- [8]. Quddus, M. A., Kabli, M., & Marufuzzaman, M. “*Modeling electric vehicle charging station expansion with an integration of renewable energy and Vehicle-to-Grid sources*”. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 128, pp. 251-279, (2019). doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.07.092
- [9]. Agarwal, Novoa, L., & Brouwer, J. “*Dynamics of an integrated solar photovoltaic and battery storage nanogrid for electric vehicle charging*”. Journal of Power Sources, 399, 166-178, (2018). doi.org/10.1016/j.tre.2019.06.006.
- [10]. HT Instruments. Available from: <https://www.ht-instruments.com/en/products/photovoltaic-testers/performance-check/solar-i-ve/>.
- [11]. TENMARS. “*Thiết bị đo bức xạ mặt trời TENMARS TM-206 (2000 W/m<sup>2</sup>)*”. Available from: <https://emin.vn/tenmarstm-206-thiet-bi-do-buc-xa-mat-troi-tenmars-tm-206-2000-w-m2-5931/pr.html>.
- [12]. Global solar atlas. Available from: <https://globalsolaratlas.info/detail?c=21.029392,105.854645,11&s=21.02945,105.854444&m=site>.

## ABSTRACT

### Research and design solar cell systems for electric car charging stations and parking lots

*The current global energy crisis has caused many serious consequences. The increasing cost of gasoline and oil has forced governments to pay special attention to this sector. Recently, the price of gasoline and oil in Vietnam has increased to a record of more than 30,000 VND/liter, forcing people to change their needs and habits of using their means of transportation. With reasonable operating costs, the market penetration of electric cars (EC) can be seen as a promising alternative to vehicles with gasoline and diesel engines in order to reduce environmental pollution as well as operating costs. In this study, we designed and calculated the capacity for a solar charging station to charge electric cars (VFe34 of Vinfast) and electric bicycles for household use with a capacity of  $P = 9$  kWp, capital = 179.672.000 VND. The payback period of the model is 5,2 years, and the estimated profit is 34.197.878 VND/year. With solar charging stations for 12 electric cars having an additional investment for independent solar charging station models, grid-tied solar charging stations with storage and without storage show that the efficiency is the profit of each model. The cost of materials is 759.176.000 VND for a grid-tied solar charging station, the payback is 4,1 years (from the third year onwards, more than 180 million VND per year). Instead of designing a conventional car charging station, this study has presented models of smart charging stations with integrated solar cells to demonstrate high efficiency and practical applications*

**Keywords:** Solar power systems; Electric car charging station; Parking; Electric car.