

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT**

**KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

**ĐẠI HỌC**

**NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**

**CHUYÊN NGÀNH: HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN**

**ĐỀ TÀI:**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI  
NỘI LƯỚI**

Giảng viên hướng dẫn: TS. Trương Thị Hoa

Sinh viên thực hiện : Nguyễn Chơn Vũ

Mã sinh viên : 1811505120258

Sinh viên thực hiện : Phan Bá Thành

Mã sinh viên : 1811505120149

Lớp: 18D2

**Đà Nẵng, Ngày 06 tháng 01 năm 2023**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT**  
**KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**  
**ĐẠI HỌC**

**NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**  
**CHUYÊN NGÀNH: HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN**

**ĐỀ TÀI:**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI  
NỔI LƯỚI**

Giảng viên hướng dẫn: TS. Trương Thị Hoa

Sinh viên thực hiện : Nguyễn Chơn Vũ

Mã sinh viên : 1811505120258

Sinh viên thực hiện : Phan Bá Thành

Mã sinh viên : 1811505120149

Lớp: 18D2

**Đà Nẵng, Ngày 06 tháng 01 năm 2023**



(Trang này để dán bản nhận xét đồ án tốt nghiệp)

## LỜI NÓI ĐẦU

Chúng em xin chân thành cảm ơn sự hướng dẫn và chỉ bảo tận tình của Cô TS. Trương Thị Hoa, Giảng viên khoa, Trường Đại học SPKT. Cô đã hướng dẫn trực tiếp, luôn luôn theo sát và tận tình chỉ dẫn chúng em từng bước trong suốt quá trình thực hiện Đồ án tốt nghiệp này, giúp chúng em có thể hoàn thành Đồ án một cách hoàn thiện nhất và đúng thời hạn.

Em xin được gửi đến tất cả các quý thầy, cô trong trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Đà Nẵng, đặc biệt là bộ môn Hệ Thống Điện, khoa Điện - Điện tử, lời biết ơn chân thành nhất, những người đã tận tình giảng dạy và truyền đạt những kiến thức, kinh nghiệm quý báu của mình cho sinh viên chúng em để hoàn thành tốt chương trình học cũng như trong công việc sau này.

Cuối cùng, chúng em xin cảm ơn tất cả gia đình, bạn bè, những người đã quan tâm, giúp đỡ chúng em hoàn thành đồ án này.

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng đồ án tốt nghiệp “**thiết kế hệ thống điện mặt trời áp mái nổi lưới cho nhà xưởng**” là công trình nghiên cứu của các thành viên trong nhóm. Các số liệu, kết quả nêu trong đồ án là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Những phần có sử dụng tài liệu tham khảo có trong đồ án đã được liệt kê và nêu rõ ra tại phần tài liệu tham khảo.

Nếu như sai tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm và tất cả các kỷ luật của bộ môn cũng như nhà trường đề ra.

**Sinh viên thực hiện**

## MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
1 Lý do chọn đề tài:.....	1
2 Mục tiêu.....	1
3 Phương pháp tiến hành.....	2
4 Đối tượng.....	2
5 Cấu trúc của đề án tốt nghiệp.....	2
CHƯƠNG 1: HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI VÀ CÁC MÔ HÌNH ĐIỆN MẶT TRỜI TAI VIỆT NAM.....	3
1.1 Pin năng lượng mặt trời.....	3
1.1.1 Lợi ích khi sử dụng pin mặt trời.....	3
1.1.2 Nhược điểm của pin mặt trời.....	3
1.2 Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của pin mặt trời.....	3
1.2.1 Cấu tạo pin mặt trời.....	3
a) Tế bào quang điện:.....	3
b) Mặt kính.....	4
c) Tấm nền.....	4
d) Vật liệu đóng gói.....	4
e) Khung.....	4
g) Hộp đựng mối nối mạch điện.....	5
1.2.2 Nguyên lý hoạt động của pin mặt trời.....	5
1.2.3 Cách ghép nối các tấm pin năng lượng mặt trời.....	7
1.3 Ứng dụng của pin mặt trời.....	11
1.4 Các mô hình điện mặt trời Việt Nam.....	12
1.4.1 Mô hình hệ thống NLMT cấp điện độc lập .....	12
1.4.2 Mô hình hệ thống độc lập kết hợp giữa NLMT và các nguồn năng lượng khác.....	13
1.4.3 Mô hình hệ thống NLMT kết nối lưới.....	15

a) Mô hình hệ thống NLMT kết nối lưới không dự trữ.....	15
b) Mô hình hệ thống NLMT kết nối lưới có dự trữ.....	16
1.5 Yêu cầu kỹ thuật khi kết nối NLMT vào lưới điện.....	17
1.6 Kết luận.....	18
CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI.....	19
2.1 Vị trí dự án và đánh giá sơ bộ về phần xây dựng.....	19
2.1.1 Lựa chọn mô hình hệ thống điện năng lượng mặt trời cho nhà xưởng	19
2.1.2 Yêu cầu thiết kế.....	20
2.1.3 Phân tích mặt bằng mái.....	21
2.1.4 Phân tích đổ bóng.....	22
2.1.5 Phương án lắp đặt pin.....	23
2.1.6 Phương án lắp đặt dàn khung.....	25
2.1.7 Phương án thiết bị chính.....	26
2.1.8 Phương án đấu nối tấm pin và chia string.....	30
2.2 Phân tích vị trí lắp đặt.....	35
2.2.1 Phương án lắp đặt inverter và máng cáp.....	35
a) Phương án lắp đặt tổng thể mặt bằng.....	35
2.2.2 Phương án bố trí pin tổng thể.....	36
2.2.3 Lựa chọn phương án đấu nối.....	37
2.2.4 Cáp DC.....	39
2.2.5 Cáp AC.....	40
2.2.6 Yêu cầu hạ tầng.....	42
2.2.7 Tủ điện bảo vệ đóng cắt và thiết bị bảo vệ đóng cắt.....	42
a) Tủ điện.....	42
b) Thiết bị bảo vệ đóng cắt.....	43
2.3 Mô phỏng tính toán sản lượng điện nối mái bằng phần mềm PVSyst.....	43
2.3.1 Giới thiệu về phần mềm PVSyst.....	43
2.3.2 Thông số đầu vào của hệ thống điện Mặt trời trên mái nối lưới. .	43

a) Giá trị bức xạ Mặt trời tại địa điểm cần mô phỏng.....	44
b) Thiết đặt thông số kỹ thuật của hệ thống pin quang điện.....	44
c) Thiết đặt phương án lắp đặt pin quang điện trên mái.....	45
d) Độ nghiêng và hướng của tấm pin quang điện.....	45
e) Loại modul của tấm pin quang điện.....	46
f) Cách làm mát cho tấm pin quang điện.....	47
g) Công nghệ tấm pin quang điện.....	47
h) Đường đi của Mặt trời.....	48
2.3.3 Các bước thiết lập tính toán trên phần mềm PV Syst .....	48
2.3.4 Các bước thiết lập mô phỏng dự án nhà máy điện Mặt trời quang điện .....	53
2.4 Kết luận.....	65
<b>CHƯƠNG 3: ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KINH TẾ.....</b>	<b>66</b>
3.1 Cơ chế mua bán điện.....	66
3.2 Mô phỏng hiệu quả kinh tế trên ứng dụng pvsyst.....	67
3.3 Thiết kế hệ thống.....	67
3.3.1 Thông số đầu vào.....	67
3.4 Sản lượng tổng hợp nội dung chính từ kết quả mô phỏng.....	71
3.4.1 Sản lượng điện các tháng trong năm đầu tiên.....	71
3.4.2 Biểu đồ hiện thị năng lượng và tổn thất liên qua đến mô phỏng.....	73
3.4.3 Quản lý năng lượng và ước tính P50-P90-P95.....	74
3.5 Kết luận.....	76
<b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....</b>	<b>77</b>
1 Kết luận.....	77
2 Kiến nghị.....	77



## DANH SÁCH HÌNH VẼ

Hình 1.1 Cấu tạo tấm pin mặt trời.....	4
Hình 1.2 Nguyên lý hoạt động của tấm pin mặt trời.....	5
Hình 1.3 Cấu trúc 3 loại PMT.....	6
Hình 1.4 Ghép nối tiếp cùng điện áp và dòng điện.....	9
Hình 1.5 Ghép nối tiếp cùng dòng điện và khác điện áp.....	9
Hình 1.6 Ghép nối tiếp khác nhau về dòng và điện áp.....	10
Hình 1.7 Ghép nối song song cùng điện áp và dòng điện.....	10
Hình 1.8 Ghép nối song song khác điện áp, cùng dòng điện.....	11
Hình 1.9 Ghép nối song song cùng điện áp, khác dòng.....	11
Hình 1.10 Một số ứng dụng của pin trong đời sống.....	12
Hình 1.11 Sơ đồ nguyên lý hoạt động hệ thống NLMT độc lập.....	13
Hình 1.13 Nhà máy điện gió Trung Nam.....	15
Hình 1.14 Mô hình hệ thống NLMT kết nối lưới không dự trữ.....	15
Hình 1.15 Sơ đồ nguyên lý hoạt động hệ thống NLMT kết nối có lưu trữ.....	17
Hình 2.1 Khu vực lắp đặt pin NLMT.....	19
Hình 2.2 Mặt bằng mái hiện hữu kho 21A.....	22
Hình 2.3 Mặt bằng mái kho 21B.....	22
Hình 2.4 Mặt bằng bố trí pin khu 21A.....	25
Hình 2.5 Mặt bằng bố trí pin khu 21B.....	26
Hình 2.6 Minh họa biện pháp thi công lắp pin trên tole Seamlock.....	27
Hình 2.7 Đặc tính Pin C3WS 450MS.....	29
Hình 2.8 Mặt bằng tổng thể.....	39
Hình 2.9 Mặt bằng bố trí pin.....	41
Hình 2.10 Cách đấu nối giữa 2 tấm pin nối tiếp.....	43
Hình 2.11 Bảng tiết diện dây AC.....	46
Hình 2.12 Thu thập dữ liệu bức xạ Mặt trời.....	50

Hình 2.13 Thiết kế các thông số kỹ thuật.....	50
Hình 2.14 Chọn cách bố trí tấm pin.....	51
Hình 2.15 Thiết lập độ nghiêng và hướng của dàn pin quang điện.....	52
Hình 2.16 Thiết đặt công nghệ pin quang điện của phần mềm PV Syst.....	52
Hình 2.17. Loại làm mát cho pin năng lượng Mặt trời.....	53
Hình 2.19 Đường đi của mặt trời.....	54
Hình 2.20 Giao diện chính của phần mềm PV syst.....	55
Hình 2.21 Giao diện thiết đặt các thông số tính toán.....	55
Hình 2.22 Thiết đặt của số Project's location.....	55
Hình 2.23 Thiết đặt địa điểm lấy thông số bức xạ Mặt trời.....	56
Hình 2.24 Giao diện “system” của phần mềm.....	56
Hình 2.25 Thiết lập hệ thống.....	57
Hình 2.26 Thiết lập công nghệ pin quang điện.....	58
Hình 2.27 Xem kết quả (Results).....	58
Hình 2.28 Kết quả sau khi tính toán.....	59
Hình 2.29 Cửa sổ giao diện chính và Database.....	60
Hình 2.30 Cửa sổ component choice.....	60
Hình 2.31 Chọn địa điểm lấy dữ liệu bức xạ Mặt trời.....	61
Hình 2.32 Thiết lập thông số bức xạ Mặt trời.....	62
Hình 2.33 Tạo dữ liệu bức xạ theo giờ.....	63
Hình 2.34 Vẽ biểu đồ bức xạ Mặt trời.....	63
Hình 2.35 Giao diện chính của Tab thiết kế dự án.....	64
Hình 2.36 Thiết lập hướng và góc nghiêng của dàn pin quang điện.....	65
Hình 2.37 Thiết đặt thông số kỹ thuật cho hệ thống.....	66
Hình 2.38 Đường đi của Mặt trời và góc nghiêng của pin quang điện.....	66
Hình 2.39 Mô phỏng dự án điện Mặt trời.....	67
Hình 2.40 Kết quả mô phỏng đầu vào và đầu ra.....	70
Hình 2.41 Thiết lập báo cáo chi tiết.....	72

<i>Hình 3.1 Thông số đầu vào của hệ thống.....</i>	<i>74</i>
<i>Hình 3.2 Chi phí hằng năm của hệ thống điện mặt trời.....</i>	<i>76</i>
<i>Hình 3.3 Sản lượng các tháng trong năm đầu.....</i>	<i>78</i>
<i>Hình 3.4 Tổn thất mô phỏng.....</i>	<i>78</i>
<i>Hình 3.5 Sản lượng điện ước tính P50-P90-P95.....</i>	<i>79</i>
<i>Hình 3.6 Bảng sản lượng của hệ thống trong 20 năm.....</i>	<i>80</i>

### **CÁC BẢNG**

<i>Bảng 2.1 Các bộ phận của khung nhôm định hình.....</i>	<i>26</i>
<i>Bảng 2.2 Thông số chi tiết về tấm pin.....</i>	<i>27</i>
<i>Bảng 2.3 Thông số về Inverter.....</i>	<i>29</i>
<i>Bảng 2.4 Chi tiết tấm pin và công suất.....</i>	<i>41</i>
<i>Bảng 2.5 Chi tiết số string và inverter.....</i>	<i>43</i>
<i>Bảng 2.6 Thông số cáp DC.....</i>	<i>43</i>
<i>Bảng 2.7 Bảng tra hệ số điều chỉnh đối với nhiệt độ môi trường.....</i>	<i>44</i>
<i>Bảng 2.8 Bảng tra hệ số hiệu chỉnh công suất dòng điện.....</i>	<i>45</i>
<i>Bảng 3.1 Bảng giá mua điện.....</i>	<i>70</i>
<i>Bảng 3.2 Chi phí hằng năm của hệ thống điện mặt trời.....</i>	<i>74</i>
<i>Bảng 3.3 Sản lượng năm đầu tiên.....</i>	<i>78</i>

## **MỞ ĐẦU**

### **1 Lý do chọn đề tài:**

- Ngày nay, việc khai thác, sử dụng các nguồn năng lượng đang trở thành một vấn đề cấp bách mang tính toàn cầu.

- Mặt trời là nguồn năng lượng lớn nhất mà con người có thể tận dụng được; với nhiều ưu điểm như: sạch, đáng tin cậy, gần như vô tận, và có ở khắp nơi dù ít hay nhiều.

- Với các lí do trên, đề tài “*Thiết kế hệ thống điện mặt trời áp mái nổi lưới*” vừa là một trong những giải pháp tiết kiệm, sử dụng hiệu quả năng lượng đồng thời cũng góp phần thực hiện công tác bảo vệ môi trường, giảm lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính ảnh hưởng đến tình hình biến đổi khí hậu toàn cầu hiện nay.

- Ưu điểm của điện mặt trời áp mái:

- + Không tốn diện tích đất.
- + Giúp tăng cường chống nóng hiệu quả cho các công trình.
- + Có quy mô nhỏ, lắp đặt phân tán nên được đầu nối vào lưới điện hạ áp và trung áp hiện hữu, không cần đầu tư thêm hệ thống lưới điện truyền tải.
- + Được lắp đặt nhiều ở các mái nhà trong thành phố, khu công nghiệp nên có tác dụng làm giảm quá tải lưới điện truyền tải từ các nguồn điện truyền thống, thường đặt ở xa các trung tâm đông dân
- + Điện mặt trời áp mái với quy mô nhỏ, thích hợp để khuyến khích nhiều cá nhân, tổ chức tham gia đầu tư kinh doanh với vốn không lớn, đạt mục tiêu xã hội hóa – huy động các nguồn vốn.

### **2 Mục tiêu**

- Tính toán “*Thiết kế hệ thống điện mặt trời áp mái nổi lưới cho nhà xưởng*”.

- Những kết quả nghiên cứu và ứng dụng của đề tài sẽ được thực hiện trên thực tế, đạt được các chỉ tiêu:

- + Giảm chi phí, tăng lợi nhuận kinh doanh;
- + Tận dụng được nguồn năng lượng sạch, giảm ô nhiễm môi trường (do không sử dụng ắc quy dự phòng);
- + Góp phần phát triển kinh tế - xã hội

### **3 Phương pháp tiến hành**

- Xem xét lại toàn bộ cơ sở lý thuyết về hệ thống pin NLMT để đưa vào ứng dụng
- Xây dựng hệ thống pin NLMT cho nhà xưởng.

- Tính toán, thiết kế trên cơ sở lý thuyết chung. Mô phỏng hoạt động hệ thống pin NLMT bằng phần mềm PVsyst

#### **4 Đối tượng**

- Nhà xưởng

#### **5 Cấu trúc của đồ án tốt nghiệp**

\* Đồ án gồm:

- Mở đầu

+ Chương 1: Hệ thống pin mặt trời và các mô hình điện mặt trời tại Việt Nam.

+ Chương 2: Tính toán thiết kế hệ thống điện mặt trời áp mái nối lưới cho nhà xưởng.

+ Chương 3: Tính toán hiệu quả kinh tế của hệ thống pin năng lượng mặt trời cung cấp điện cho nhà xưởng.

- Kết luận, kiến nghị

# **CHƯƠNG 1: HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI VÀ CÁC MÔ HÌNH ĐIỆN MẶT TRỜI TẠI VIỆT NAM**

## **1.1 Pin năng lượng mặt trời**

- Pin mặt trời hay pin quang điện có tên tiếng Anh là Solar panel, nó bao gồm nhiều tế bào quang điện gọi là solar cells). Tế bào quang điện này là các phần tử bán dẫn có chứa trên bề mặt nhiều các cảm biến của ánh sáng là đi ốt quang, nó làm biến đổi năng lượng của ánh sáng thành năng lượng điện.

- Tấm pin năng lượng mặt trời là vật liệu đặc biệt có khả năng chuyển đổi quang năng của ánh sáng mặt trời thành điện năng được lắp trong hệ thống điện mặt trời. Nếu như thủy điện thì tạo ra điện từ nước, nhiệt điện thì từ than...còn pin năng lượng mặt trời sẽ tạo ra nguồn điện từ ánh sáng của mặt trời.

### **1.1.1 Lợi ích khi sử dụng pin mặt trời**

- Đẹp và đơn giản, dễ lắp đặt, vận hành tự động.
- Bảo trì thấp và tuổi thọ lâu dài (20-30 năm).
- Bảo vệ môi trường.
- Giảm thiểu gánh nặng điện năng
- Đảm bảo cung cấp điện cho bất cứ nơi đâu từ biển đảo xa xôi đến các vùng núi hẻo lánh.
- Mang lại lợi ích tài chính rất lớn cho chính bản thân bạn và gia đình.
- Hiện nay, năng lượng mặt trời được coi là một trong những nguồn năng lượng xanh cần được sự chú trọng phát triển và đầu tư từ rất nhiều quốc gia trên thế giới.
- Hơn thế, trong bối cảnh mà nguồn nhiên liệu không thể tái tạo như dầu thô, than đá, khoáng sản,... đang dần dần cạn kiệt thì sử dụng năng lượng mặt trời sẽ giúp ích rất nhiều cho việc hạn chế khai thác và gây ô nhiễm môi trường.

### **1.1.2 Nhược điểm của pin mặt trời**

- Đầu tư trả trước cao.
- Khó di chuyển.
- Không dành cho mọi mái nhà.
- Sản xuất có tác động tiêu cực đến môi trường.

## **1.2 Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của pin mặt trời**

### **1.2.1 Cấu tạo pin mặt trời**

#### **a) Tế bào quang điện:**

- Có chức năng hấp thụ ánh sáng nặt trời và biến đổi thành điện năng, đây là thành phần chính của tấm pin năng lượng mặt trời, có thể ở hai dạng là đơn hoặc đa tinh thể

- Kích thước, màu sắc, số lượng thanh cái và hiệu quả chuyển đổi quang điện là các đặc tính kỹ thuật chính của các tế bào quang điện. Tế bào silicon đa tinh thể với hiệu suất trung bình khoảng 17,6% được sử dụng phổ biến nhất hiện nay. các tế bào được liên kết với nhau bằng một ruy băng.

### b) Mặt kính

- Có chức năng bảo vệ và đảm bảo độ bền cho tấm pin quang điện, duy trì độ ổn định, có độ dày dao động từ 2 - 4 mm, thường sẽ là 3,2mm. Mặt kính trước là - phần nặng nhất của mô-đun quang điện.

### c) Tấm nền

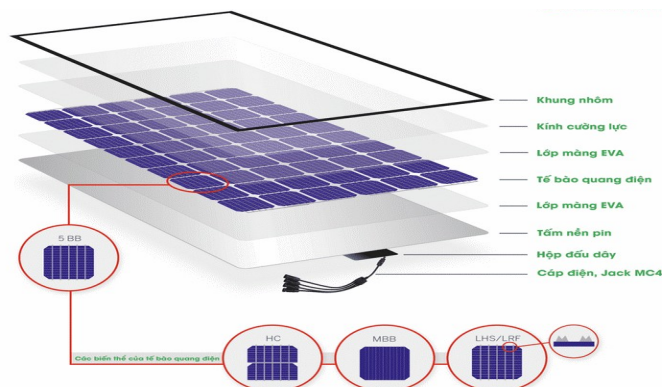
- Tấm nền chỉ tấm áp ở mặt sau, được làm từ vật liệu nhựa có khả năng cách điện, bảo vệ và che chắn có các tế bào quang điện khỏi thời tiết và độ ẩm, thường có màu trắng dạng cuộn hoặc tấm ván. Tấm nền có nhiều màu sắc và độ dày khác nhau tùy theo nhu cầu sử dụng.

### d) Vật liệu đóng gói

- Đây là một trong những vật liệu quan trọng nhất có vai trò là chất kết dính giữa các lớp khác nhau của bảng PV. Vật liệu đóng gói thường được làm từ EVA – Ethylene vinyl acetate, một loại polymer dạng cuộn, được cắt thành tấm và được phết vào cả mặt trước và sau của tế bào quang điện.

### e) Khung

- Là bộ phận cuối cùng để lắp ráp hoàn chỉnh được tấm pin năng lượng mặt trời, được cấu tạo từ nhôm và đảm nhiệm chức năng an toàn, định hình cho module năng lượng mặt trời. Ngoài ra, cũng có những loại mô-đun quang điện không có khung hoặc sử dụng các loại nhựa đặc biệt.



Hình 1.1 Cấu tạo tấm pin mặt trời

(Nguồn: Công ty TNHH công nghệ số SEASOLAR)

### g) Hộp đựng mối nối mạch điện

- Dùng để chứa các kết nối điện của tấm pin PV không lộ ra bên ngoài, chứa các đi ốt bảo vệ cho các dây cáp để kết nối các tấm năng lượng.

#### 1.2.2 Nguyên lý hoạt động của pin mặt trời

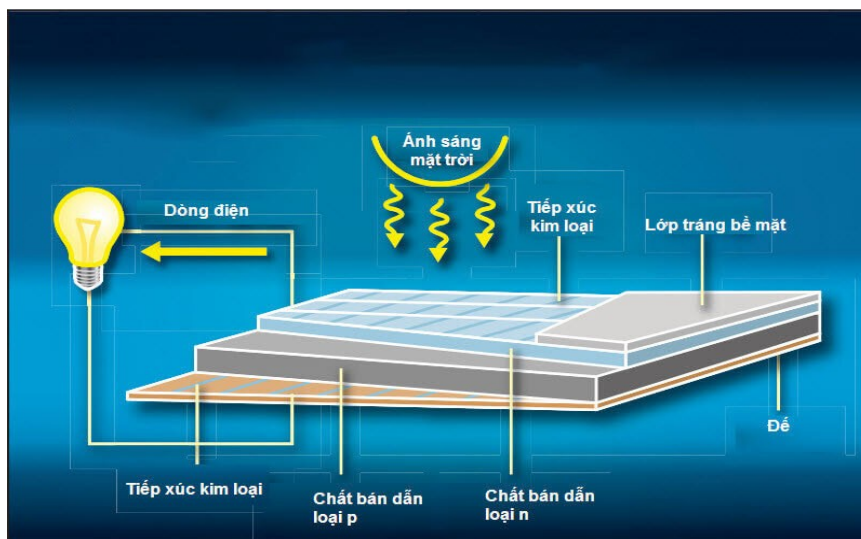
- Tấm pin năng lượng mặt trời chuyển hóa trực tiếp năng lượng ánh sáng mặt trời thành năng lượng điện dựa trên hiệu ứng quang điện (là khả năng phát ra năng lượng điện từ khi có ánh sáng chiếu vào.)

- Chất bán dẫn Silicon là chất liệu trung gian giữa vật liệu dẫn điện và vật liệu cách điện. Đây là một thành phần quan trọng trong cấu tạo của pin năng lượng mặt trời.

- Silicon có cấu trúc tinh thể rất phù hợp cho việc tạo ra chất bán dẫn mặc dù có mức dẫn điện hạn chế. Nguyên tử Silicon có 2 số electron cần thiết nên nó sẽ bám chặt với các nguyên tử khác để tìm đủ 4 electron để trung hòa điện tích. Các electron tự do ở điện cực N sẽ di chuyển sang để lấp đầy các lỗ trống bên điện cực P. Khi chất bán dẫn silicon tiếp xúc với năng lượng. Tiếp theo, các hạt electron từ điện cực N và điện cực P sẽ cùng nhau tạo ra điện trường. Những tế bào từ năng lượng mặt trời sẽ chuyển hóa thành một diode, từ đó cho phép electron di chuyển từ điện cực P đến điện cực N, nhưng không cho phép các electron di chuyển ngược lại.

- Để kích hoạt tiến trình cần có năng lượng xúc tác với các tế bào silicon. Các electron tự do di chuyển từ điện cực N tới điện cực P tạo ra dòng điện.

- Khi điện trường được tạo ra, ta thu thập và chuyển nó thành dòng điện sử dụng được. Dòng điện từ một chiều (DC) thành dòng điện xoay chiều (AC) bằng bộ biến tần được gắn với các tế bào năng lượng.





### Hình 1.2 Nguyên lý hoạt động của tấm pin mặt trời

(Nguồn: Công ty CPĐT XD Và TM Long Vũ)

- Khi photon chạm vào mảnh silic thì sẽ truyền xuyên qua mảnh silic có thể đến lớp tiếp xúc PN do phiến N-Si rất mỏng. Khi photon được hấp thụ, năng lượng của nó được truyền đến các hạt electron trong màng tinh thể. Thông thường các electron này ở lớp ngoài cùng và thường được kết dính với các nguyên tử lân cận, vì thế không thể di chuyển xa. Khi electron được kích thích trở thành dẫn điện (mang điện tích âm) và có thể tự do di chuyển trong bán dẫn. Khi đó nguyên tử sẽ thiếu 1 electron và đó gọi là lỗ trống (mang điện tích dương). Lỗ trống này tạo điều kiện cho các electron của nguyên tử bên cạnh di chuyển đến và tạo ra lỗ trống cho nguyên tử lân cận. Cứ tiếp tục như vậy, lỗ trống di chuyển xuyên suốt mạch bán dẫn. Do có điện trường tiếp xúc  $E_{tx}$  tại lớp PN nên các điện tử và lỗ trống bị đẩy về 2 phía khác nhau, giữa 2 điện cực trên và dưới có một hiệu điện thế, khi nối 2 điện cực với tải thì ta có dòng quang điện.

- Với một tế bào pin mặt trời (cell) silic thì hiệu điện thế chỉ khoảng 0,5 - 0,6V, vì thế để đáp ứng được nhu cầu sử dụng điện năng lớn hơn người ta thường nối nối tiếp và song song nhiều cell lại với nhau thành từng nhóm gọi là module mặt trời. Một module mặt trời có một giàn khung để giữ các cell, nếu cần công suất lớn hơn nữa thì có thể ghép các module (nối tiếp/song song) lại thành mảng pin mặt trời (array).

- Với một tế bào pin mặt trời (cell) silic thì hiệu điện thế chỉ khoảng 0,5 - 0,6V, vì thế để đáp ứng được nhu cầu sử dụng điện năng lớn hơn người ta thường nối nối tiếp và song song nhiều cell lại với nhau thành từng nhóm gọi là module mặt trời. Một module mặt trời có một giàn khung để giữ các cell, nếu cần công suất lớn hơn nữa thì có thể ghép các module (nối tiếp/song song) lại thành mảng pin mặt trời (array).



Hình 1.3 Cấu trúc 3 loại PMT

(Nguồn: Công ty CPĐT Năng lượng Vũ Sơn)

Hiện nay, PMT chế tạo từ tinh thể silic chia làm 3 loại:( Bảng 1)

Bảng 1.1 PMT chế tạo từ tinh thể silic

Tiêu chí	Pin mặt trời Momo	Pin mặt trời Poly	Pin mặt trời thin-film
Chất liệu	Lá cắt tinh thể silic đơn, tinh khiết	Nhiều mảnh tinh thể silic nung nóng chảy trong khuôn, để nguội, cắt ra thành tấm wafer	CdTe silicon vô định hình (a-Si), CIGS
Màu sắc	Màu đen xen kẽ các khoảng hình thoi màu trắng	Màu hơi xanh lốm đốm Màu màu đen đốm xanh	Màu đen hoặc xanh
Kiểu dáng , kích thước	Gồm 60 – 144 tế bào quang điện hình vuông vạt góc xếp nối tiếp nhau tạo thành hình chữ nhật	Gồm 60 tế bào quang điện hình vuông xếp nối tiếp nhau tạo thành hình chữ nhật	Kích thước các tấm pin không đồng đều, thiết kế mỏng
Hiệu suất	20%	15 – 19%	11%
Công suất	Cao	Trung bình	Thấp
Giá thành	Cao	Trung bình	Thấp
Ưu điểm	Hiệu suất vận hành cao nhất– Độ bền, độ ổn định cao	Hiệu suất vận hành cao – Giá thành phải chăng Có độ giãn nở và khả năng chịu nhiệt cao.	Trọng lượng nhẹ, dễ dàng vận chuyển, lắp đặt Giá pin và chi phí thi công, lắp đặt đều rẻ
Nhược điểm	Giá cao hơn		Hiệu suất và công suất thấp Khi lắp đặt cần có điểm tựa

--	--	--	--

### 1.2.3 Cách ghép nối các tấm pin năng lượng mặt trời

- Phương pháp ghép nối các tấm pin năng lượng mặt trời

Có ba cách cơ bản nhưng rất khác nhau khi kết nối các tấm pin mặt trời với nhau và mỗi phương pháp kết nối được thiết kế cho một mục đích cụ thể. Các tấm pin mặt trời có thể được mắc nối tiếp; song song hoặc kết hợp song song cộng nối tiếp để tăng điện áp hoặc cường độ dòng điện tương ứng với công suất cao hơn.

- Thực tế việc ghép nối giữa các tấm pin mặt trời với nhau cũng rất đơn giản, miễn là bạn hiểu các nguyên tắc cơ bản về cách kết nối nhiều tấm pin mặt trời cùng nhau tăng công suất và cách thức hoạt động của từng phương thức này, bạn có thể dễ dàng quyết định cách kết nối các tấm pin của mình với nhau

- Phương pháp ghép nối nối tiếp pin mặt trời

Kết nối các tấm pin mặt trời với nhau theo mạch nối tiếp được sử dụng để tăng tổng điện áp hệ thống. Để nối dây các tấm pin với nhau, bạn kết nối thiết bị đầu cuối dương với cực âm của mỗi tấm pin kế tiếp cho đến khi bạn còn lại với một đầu dương và âm duy nhất

$$\text{Khi đó ta có: } I = I_1 = I_2 = \dots = I_i \quad (1.1)$$

$$V = \sum_{i=1}^n V_i \quad (1.2)$$

$$P = V \cdot I = \sum_{i=1}^n I V_i = \sum_{i=1}^n P_i \quad (1.3)$$

$$I_{\text{opt}} = I_{i\text{opt}}, V_{\text{opt}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{opt}i}, P_{\text{opt}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{opt}i} \quad (1.4)$$

Trong đó:

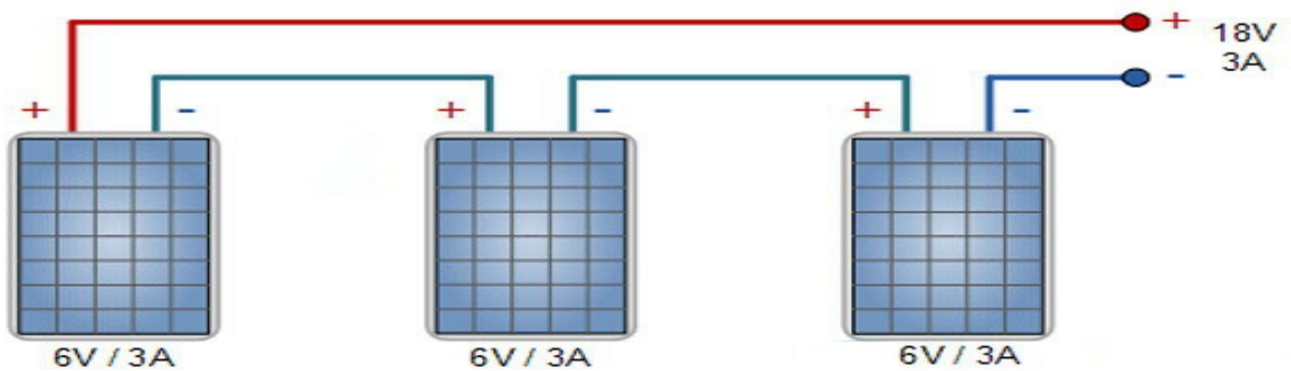
$I, P, V$ : là dòng điện, công suất và hiệu điện thế của cả hệ.

$I_i, V_i, P_i$ : là dòng điện, công suất, hiệu điện thế của tấm pin thứ  $i$  trong hệ.

$I_{opi}$ ,  $V_{opi}$ ,  $P_{opi}$ : là dòng điện làm việc tối ưu, điện thế làm việc tối ưu, công suất làm việc tối ưu của các môđun thứ  $i$  trong hệ.

$I_{op}$ ,  $V_{op}$ ,  $P_{op}$ : là dòng điện làm việc tối ưu, điện thế làm việc tối ưu, công suất làm việc tối ưu của hệ.

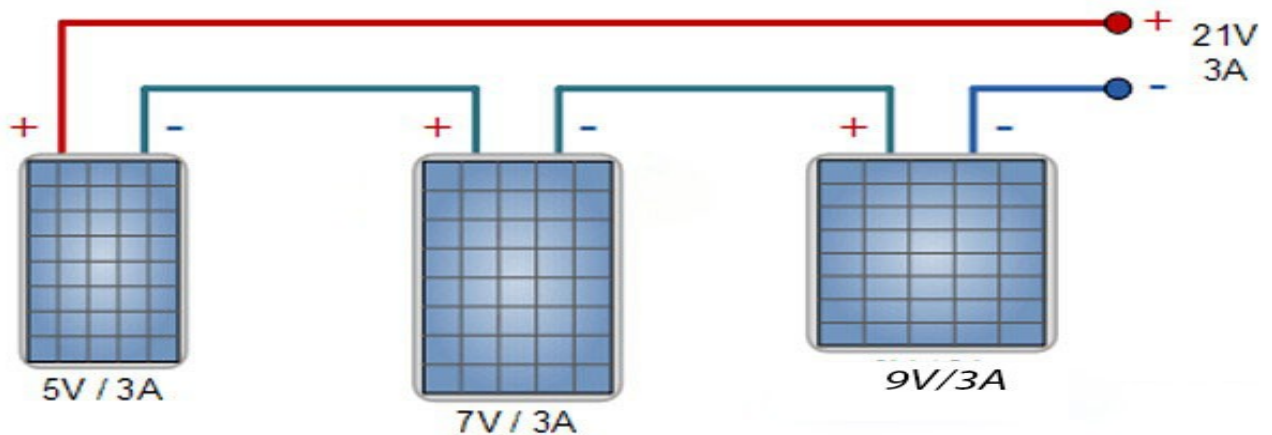
- Trong phương pháp này tất cả các tấm pin mặt trời có cùng loại và công suất định mức. Sử dụng 3 tấm pin cùng 6 volt; 3.0 Amp như trên, chúng ta có thể thấy rằng khi chúng được kết nối với nhau, thì áp đầu ra sẽ là 18 volt (  $6 + 6 + 6$  ) và dòng là 3.0 Amps, tương đương với 54 wp



Hình 1.4 Ghép nối tiếp cùng điện áp và dòng điện

- Vậy trong trường hợp chúng ta muốn ghép các tấm pin có điện áp hoặc dòng điện không giống nhau thì sao ?

- Trường hợp 1. ghép các tấm pin nối tiếp khác nhau về điện áp nhưng có dòng định mức giống nhau

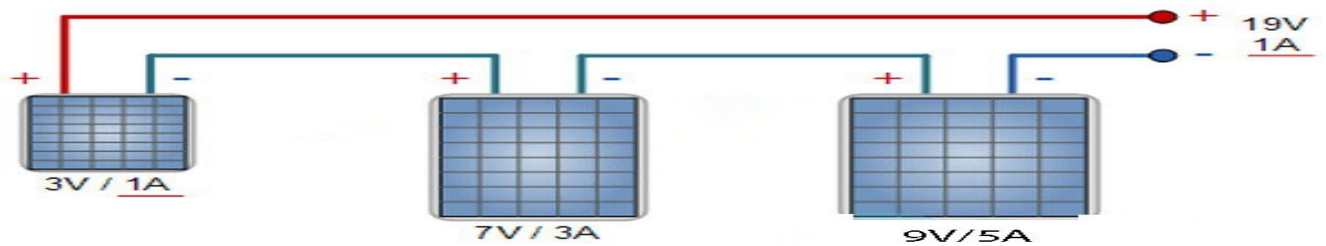


Hình 1.5 Ghép nối tiếp cùng dòng điện và khác điện áp

- Trong phương pháp này , tất cả các tấm pin mặt trời đều khác nhau về mức công suất , cụ thể là điện áp đầu ra khác nhau nhưng dòng định mức là giống nhau . Khi đó tổng điện áp được tạo ra sẽ là 21 volt ở mức 3.0 amps , tương đương với 63 wp .

- Trường hợp 2. ghép các tấm pin nối tiếp khác nhau cả về dòng lẫn áp

- Trong phương pháp này , tất cả các tấm pin mặt trời đều có các loại và mức công suất khác nhau .Điện áp sẽ là tổng điện áp của các tấm pin , còn dòng điện sẽ bị giới hạn ở giá trị của tấm pin thấp nhất trong chuỗi , ở trường hợp này là 1 Amp .



Hình 1.6 Ghép nối tiếp khác nhau về dòng và điện áp

- Phương pháp ghép nối song song pin mặt trời.

+ Kết nối các tấm pin mặt trời với nhau theo mạch mắc song song được sử dụng để tăng tổng công suất hệ thống . Để nối dây các tấm pin với nhau , bạn kết nối thiết bị đầu đầu dương với cực dương của mỗi tấm pin kế tiếp và đầu đầu âm với cực âm của mỗi tấm pin kế tiếp

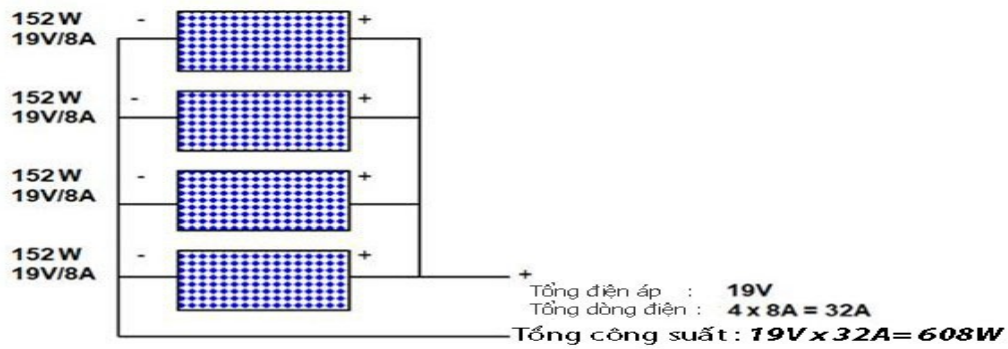
Khi đó ta có

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_i \quad (1.5)$$

$$I = \sum_{i=1}^n I_i \quad (1.6)$$

$$P = V \cdot I = \sum_{i=1}^n V I_i = \sum_{i=1}^n P_i \quad (1.7)$$

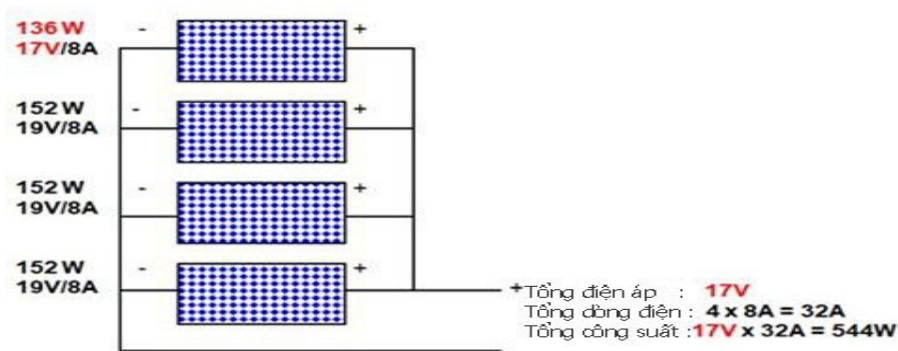
$$V_{\text{opt}} = V_{\text{iopt}}, I_{\text{opt}} = \sum_{i=1}^n I_{\text{opti}}, P_{\text{opt}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{opti}} \quad (1.8)$$



Hình 1.7 Ghép nối song song cùng điện áp và dòng điện

+ Cũng tương tự như với trường hợp ghép nối pin mặt trời nối tiếp, thì phương pháp ghép nối song song cũng xảy ra các trường hợp các tấm pin khác nhau có thể về điện áp hoặc dòng điện đầu ra, chúng ta xét đến một vài trường hợp cụ thể như sau

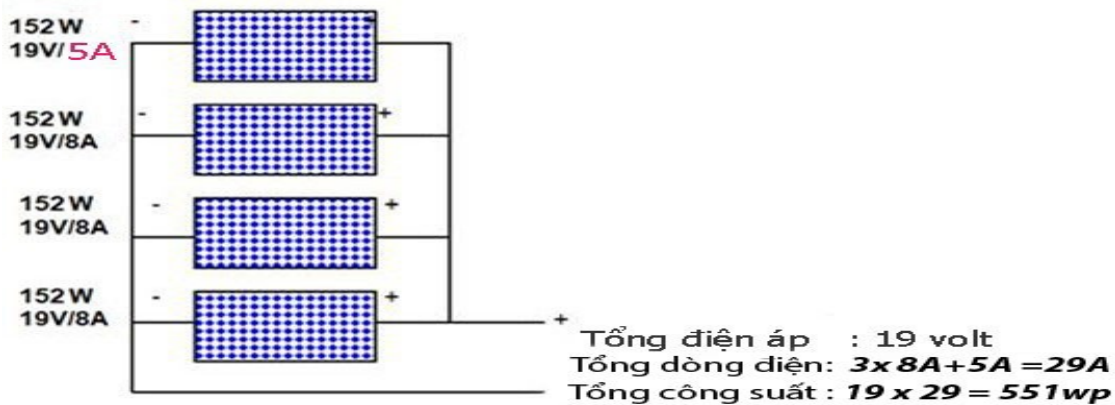
**Trường hợp 1. ghép các tấm pin song song khác nhau về điện áp nhưng có dòng định mức giống nhau**



Hình 1.8 Ghép nối song song khác điện áp, cùng dòng điện

- Trong trường hợp này tổng điện áp đầu ra sẽ bị giới hạn bởi tấm pin có điện áp thấp nhất, còn dòng điện sẽ là tổng dòng điện của các tấm pin cộng lại.

**Trường hợp 2: ghép các tấm pin song song khác nhau về dòng nhưng có cùng mức điện áp**



Hình 1.9 Ghép nối song song cùng điện áp, khác dòng

### 1.3 Ứng dụng của pin mặt trời (Hình 1.10)

-Hệ thống pin năng lượng mặt trời đã và đang được ứng dụng khá nhiều lĩnh vực khác nhau trong cuộc sống. Pin mặt trời thường được tích hợp vào những thiết bị như máy tính bỏ túi, laptop, đồng hồ đeo tay, các loại xe, máy bay, robot tự hành, điện thoại di động, đèn trang trí, đèn sân vườn, đèn tín hiệu, đèn đường, vệ tinh nhân tạo....

Pin mặt trời có thiết kế đẹp, có tính thẩm mỹ cao, tiện dụng và thân thiện với môi trường. Ngoài ra, pin mặt trời còn là những nguồn cấp điện rất hiệu quả như bộ sạc năng lượng mặt trời, cặp năng lượng mặt trời, trạm điện mặt trời di động...; nhà máy điện mặt trời; nguồn điện mặt trời cho nhà...

Hình

1.10 Một số ứng dụng của pin trong đời sống  
(Nguồn: Công ty Điện NLMT-Giva Solar)

### 1.4 Các mô hình điện mặt trời Việt Nam

- Hiện nay, tại Việt Nam có 3 dạng mô hình hệ thống NLMT đang được áp dụng, đó là: mô hình hệ thống NLMT cấp điện độc lập, mô hình hệ thống độc lập kết hợp giữa NLMT và các nguồn năng lượng khác và mô hình NLMT kết nối với lưới điện quốc gia.

#### 1.4.1 Mô hình hệ thống NLMT cấp điện độc lập (Hình 1.11)

- Mô hình hệ thống NLMT cấp điện độc lập là hệ không nối lưới, tự phát điện và cung cấp trực tiếp cho hộ tiêu thụ. Công suất của các tấm pin NLMT và ắc quy phụ thuộc nhu cầu điện hàng ngày của phụ tải, tình hình bức xạ mặt trời tại nơi lắp đặt hệ thống.



Hình 1.11 Sơ đồ nguyên lý hoạt động hệ thống NLMT độc lập  
(Nguồn: Công ty CP Hạo Phương – Solar)

#### - Nguyên lý hoạt động

+ Các tấm pin năng lượng mặt trời có nhiệm vụ hấp thụ bức xạ mặt trời và chuyển thành dòng điện một chiều (DC). Dòng điện DC này được nạp vào hệ thống lưu trữ (ắc quy hoặc Pin Lithium) thông qua bộ điều khiển sạc. Cuối cùng thông qua bộ chuyển đổi điện áp DC – AC (inverter). Dòng điện một chiều được chuyển đổi thành dòng điện xoay chiều. Để cung cấp và sử dụng cho các thiết bị điện dân dụng thường ngày

#### - Ưu điểm

+ Không lo mất điện – Khi hệ thống lưới điện bị mất, những hộ gia đình khác không có điện, nhà bạn vẫn sẽ có đầy đủ điện. Không có hóa đơn tiền điện – Bạn sẽ không cần phải thanh toán tiền điện hàng tháng cho điện lực nữa sau khi bạn lắp đặt Hệ thống điện mặt trời này.

+ Tự chủ được nguồn năng lượng, và mang tính hiện đại của công trình, gia chủ sở hữu

+ Bảo vệ môi trường: Sử dụng năng lượng sạch từ hệ thống điện năng lượng mặt trời góp phần làm giảm phát thải khí nhà kính CO<sub>2</sub> giúp cải thiện và bảo vệ môi trường sống.

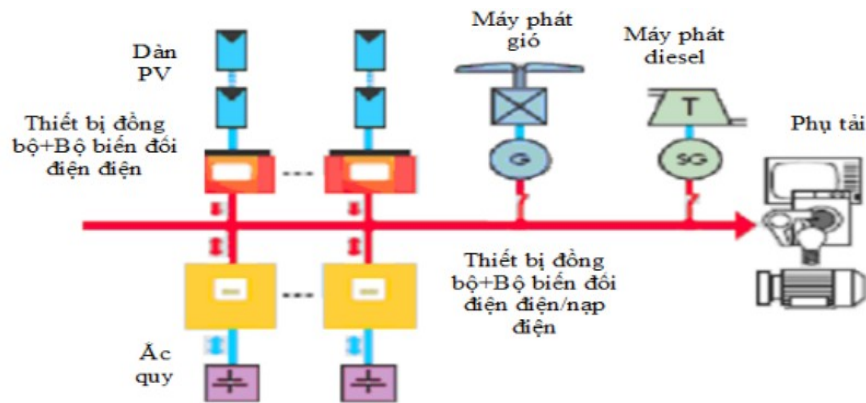
#### - Nhược điểm



- + Chi phí đầu tư ban đầu rất cao: Nếu bạn muốn tự chủ hoàn toàn nguồn điện, không sử dụng điện từ lưới điện của điện lực, thì bạn sẽ cần đầu tư nguồn phát điện (Tấm Pin mặt trời) và nguồn năng lượng dự phòng (Acquy hoặc Pin Lithium..v.v.).
- + Thiết bị lưu trữ là thành phần quan trọng nhất trong hệ thống điện mặt trời này. Tuy nhiên, tuổi thọ của hệ thống Acquy hoặc Pin Lithium lưu trữ là không cao, cao nhất là khoảng 4-5 năm. Vì vậy, nếu sử dụng một thời gian mà thiết bị lưu trữ bị hỏng thì bạn phải tốn thêm khoảng chi phí khá lớn để thay thế hệ thống Pin hoặc Acquy này.
- + Hạn chế dung lượng lưu trữ: Khả năng lưu trữ điện sẽ tùy thuộc vào dung lượng ắc quy. Hệ thống có công suất càng lớn thì cần sử dụng ắc-quy có dung lượng lớn hoặc dùng nhiều bình ắc-quy kết nối lại với nhau. Các ắc-quy dùng ở đây nên là các ắc-quy chuyên dụng có khả năng nạp xả sâu, độ bền cao. Những ắc-quy này thường xuyên phải được kiểm tra và bảo dưỡng theo đúng quy trình kỹ thuật thì mới đảm bảo được tuổi thọ và chất lượng

**1.4.2 Mô hình hệ thống độc lập kết hợp giữa NLMT và các nguồn năng lượng khác (Hình 1.12)**

- Hiện nay khi các phương án sản xuất điện từ than đá, thủy điện, điện hạt nhân ngày càng gây ra những hậu quả nghiêm trọng cho con người thì việc sử dụng điện gió và điện năng lượng mặt trời kết hợp đang là giải pháp bền vững của tương lai.



Hình 1.12 Mô hình hệ thống NLMT độc lập kết hợp với điện gió và Diesel (Nguồn: Công ty cung cấp các giải pháp điện mặt trời hàng đầu Việt Nam RENEWABLE)

**- Nguyên lý hoạt động**

+ Mô hình này chính là sự kết hợp giữa NLMT và các nguồn năng lượng khác như gió, thủy điện nhỏ, Diesel.... Sự kết hợp các nguồn nói trên tùy thuộc nhu cầu, đặc điểm phụ tải, tiềm năng các nguồn NLTT tại chỗ.

+ Mô hình này ưu tiên phát hết điện năng do nguồn NLTT sinh ra. Máy phát Diesel chỉ hoạt động khi điện năng do nguồn NLTT sinh ra không đáp ứng đủ nhu cầu phụ tải.

- **Ưu điểm:** Hệ thống vận hành linh hoạt, với độ tin cậy cao.
- **Nhược điểm:** Giá thành đầu tư cao.

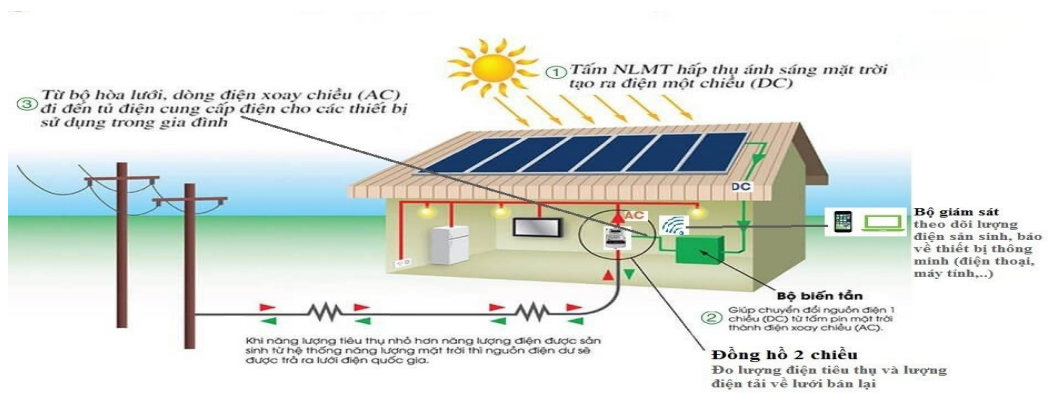


Hình 1.13 Nhà máy điện gió Trung Nam  
(Nguồn: Công ty Cổ phần Đầu Tư Xây dựng Trung Nam)

### 1.4.3 Mô hình hệ thống NLMT kết nối lưới

#### a) Mô hình hệ thống NLMT kết nối lưới không dự trữ

- Đây là hệ thống giúp gia đình giảm bớt vấn đề chi phí điện năng khi sử dụng vào ban ngày.



Hình 1.14 Mô hình hệ thống NLMT kết nối lưới không dự trữ  
(Nguồn: Công ty TNHH Công Nghệ Kỹ Thuật Điện DAMREY)

- Nguyên lý hoạt động

- + Vào ban ngày, hệ thống thiết bị điện trong nhà sẽ ưu tiên sử dụng hoàn toàn điện năng lượng mặt trời
- + Nếu lượng điện NLMT sản sinh không đủ dùng (vào ban đêm, hoặc không có ánh nắng) thì sẽ lấy điện lưới vào sử dụng.
- + Khi các thiết bị điện tiêu thụ nhỏ hơn lượng điện NLMT tạo ra, thì lượng điện NLMT thừa sẽ đẩy lên công tơ điện và được công tơ điện 2 chiều ghi nhận để bán điện cho EVN.
- + Bộ chuyển đổi inverter hòa lưới có chức năng tự động ngắt điện khi điện lưới bị cúp, ngừng cung cấp điện năng cho tải để đảm bảo an toàn kỹ thuật khi sửa chữa điện lưới.

#### - Ưu điểm.

- + Hệ thống không sử dụng bộ lưu trữ điện năng nên chi phí đầu tư và bảo dưỡng thấp. Hệ thống Hoạt động hoàn toàn tự động, thao tác vận hành đơn giản. Dễ dàng nâng cấp mở rộng hệ thống
- + Tuổi thọ của hệ thống pin năng lượng mặt trời cao, công suất đỉnh ngõ ra của tấm pin bảo hành 25 năm
- + Tiết kiệm chi phí điện năng, góp phần bảo vệ môi trường
- + Hệ thống tự động ngưng hoạt động trong trường hợp điện lưới mất để đảm bảo an toàn cho lưới điện và người sử dụng
- + Hệ thống điện năng lượng mặt trời nối lưới là giải pháp tiết kiệm *điện năng* hiệu quả mà các hộ gia đình, doanh nghiệp không thể bỏ qua

#### - Nhược điểm

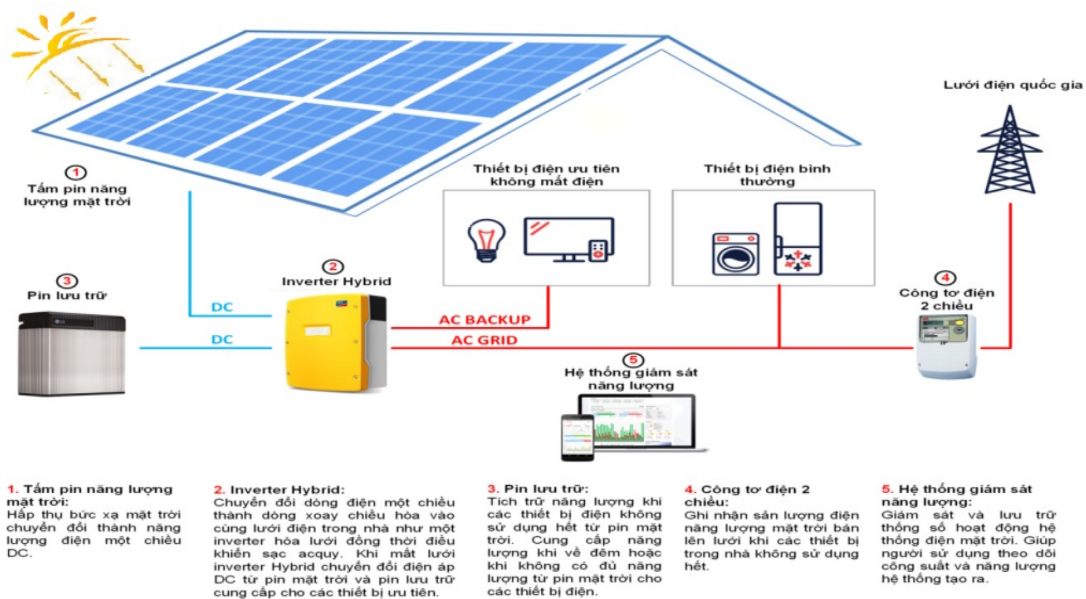
- + Khi trời nhiều mây, hoặc mất nguồn điện lưới thì tải tiêu thụ không có nguồn điện sử dụng.

#### b) Mô hình hệ thống NLMT kết nối lưới có dự trữ

##### - Nguyên lý hoạt động

- + Năng lượng mặt trời được hấp thu trực tiếp qua các tế bào quang điện từ tấm pin năng lượng mặt trời, tạo ra dòng điện một chiều DC.
- + Sau đó thông qua bộ biến tần hòa lưới chuyển đổi điện hòa lưới (DC/AC inverter hybrid). Dòng điện được chuyển đổi thành điện xoay chiều AC, cùng pha, cùng tần số với điện lưới quốc gia để hòa vào lưới điện khách hàng. Hệ thống tự động ưu tiên cấp điện cho thiết bị sinh hoạt trước, song song đó điện năng dư sẽ sạc cho bộ lưu trữ điện năng.
- + Hệ thống luôn kiểm tra tình trạng của bộ lưu trữ điện năng đảm bảo luôn được sạc đầy đủ.
- + Khi mất điện, bộ chuyển mạch (ATS) sẽ tự động chuyển qua dùng tải ưu tiên từ điện được dự trữ trong bộ lưu trữ điện năng. Lúc này toàn bộ giàn pin mặt trời được chuyển

qua sạc cho bộ lưu trữ điện năng. Khi có điện trở lại thì hệ thống sẽ chuyển qua nối lưới bình thường



Hình 1.15 Sơ đồ nguyên lý hoạt động hệ thống NLMT kết nối có lưu trữ  
(Nguồn: Công ty TNHH Công Nghệ Kỹ Thuật Điện DAMREY)

**- Ưu điểm**

- + Là sự kết hợp giữa hai giải pháp điện mặt trời hòa lưới không lưu trữ và hệ thống điện mặt trời độc lập.
- + Trường hợp cúp điện hệ thống sử dụng nguồn điện từ bộ lưu trữ để cung cấp cho tải ưu tiên sử dụng.
- + Tích hợp sẵn giúp hệ thống hoạt động hoàn toàn tự động, không tốn chi phí vận hành.
- + Hệ thống tích hợp nhiều tính năng bảo vệ để đảm bảo an toàn.
- + Hệ thống sử dụng bộ lưu trữ điện năng nên có thể sử dụng mọi lúc, khi mất điện, trời nhiều mây, ban đêm. Đây cũng chính là hiệu quả lớn nhất của hệ thống điện năng lượng mặt trời hòa lưới có lưu trữ.

**- Nhược điểm**

- + Chi phí đầu tư cao, hệ thống lưu trữ điện năng có giá thành đầu tư cao, tuổi thọ bộ lưu trữ thấp, tốn chi phí bảo dưỡng.

**1.5 Yêu cầu kỹ thuật khi kết nối NLMT vào lưới điện**

**- Những điều cần biết trước khi kết nối NLMT vào lưới điện**

- + Nhờ những tiến bộ không ngừng của công nghệ năng lượng mặt trời trong những năm qua mà việc lắp đặt điện mặt trời trở nên dễ dàng hơn rất nhiều. Các tấm pin năng lượng mặt trời và thiết bị hệ thống quang điện được thiết kế và sản xuất chắc chắn, đơn giản hóa và tối ưu nhất. Điều đó cho người dùng dễ dàng nắm bắt được nguyên lý hoạt động, cách thức lắp đặt và vận hành. Tuy nhiên điều này không phải để khiến chúng ta chủ quan mà trước khi lắp đặt ta cần có những chú ý quan trọng nhất.
- + Trong thực tế quá trình lắp đặt điện mặt trời liên quan tới quá trình hoạt động của các tấm pin và thiết bị tạo ra hàng trăm vôn điện dưới ánh sáng mặt trời. Do đó một số vấn đề an toàn ta cần phải hiểu rõ và cân nhắc khi lắp đặt các tấm pin

**- Những yêu cầu khi kết nối**

- + Trước tiên là kỹ thuật lắp đặt pin năng lượng mặt trời, ta cần đảm bảo mái xưởng nơi lắp các tấm pin mặt trời phải đủ chắc chắn. Như vậy thì mái xưởng mới có khả năng đỡ trọng lượng của các tấm pin này. So với lắp đặt hệ thống điện mặt trời trên mặt đất thì lắp trên mái xưởng sẽ phải tốn thêm chi phí bảo trì, sửa chữa hệ thống khung mái.
- + Cần đo kích thước chính xác khoảng không gian có sẵn, có thể sử dụng để lắp đặt hệ thống tấm pin. Như vậy ta mới có thể chắc chắn số lượng, kích thước và trọng lượng các tấm pin phù hợp.
- + Hướng lắp đặt các tấm pin mặt trời lý tưởng nhất trên mái xưởng là chọn hướng về phía mặt trời mọc. Cần đảm bảo rằng mái nhà không bị che bóng bởi ngôi nhà, tòa nhà, cây cối khác,...

+ Trước khi lắp các tấm pin, ta cần lắp đặt hệ thống khung và đường ray trên mái bằng. Các đơn vị cung ứng thiết bị điện mặt trời sẽ cung cấp chúng cho ta. Các giá đỡ và đường ray này cần gắn chặt vào cột xà, cột kèo. Các khung này cần được lắp đặt độ dốc chính xác và hợp lý theo bản thiết kế sao cho định vị được các tấm pin có thể tiếp xúc trực tiếp với ánh nắng mặt trời. Ta có loại hệ thống đường ray cho phép định vị và điều khiển các tấm pin xoay theo các góc độ mà ta muốn. Quan trọng nhất là ta cần giữ các tấm pin ở cùng một góc và độ cao hợp lý để tạo ra dòng điện điện áp giống nhau. Khi gắn giá đỡ và lắp đường ray cần dùng keo dán nơi mối khoan để chắc chắn không để nước mưa rò rỉ qua các lỗ trên mái của ta.

+ Tiếp theo, ta gắn các tấm pin mặt trời bằng cách treo chúng lên mái, đặt nhẹ nhàng lên giá đỡ hoặc hệ thống đường ray. Gắn cố định chúng vào giá đỡ.

+ Sau khi hoàn tất các bước lắp đặt tấm pin mặt trời, chắc chắn cố định chúng một cách vững bền. Tới đây ta cần kết nối chúng với nhau để có thể sản xuất điện.

+ Khi hoàn thành hết công tác kết nối, cần chỉnh đúng vị trí: ống dẫn phải để chạy dưới các tấm pin, nối tới hộp nối xuống bên hông và các thành phần trong hệ thống quang điện.

- +Tới đây ta bắt đầu cài đặt tất cả các thành phần quang điện theo hướng dẫn của nhà sản xuất (nhưng chưa được kết nối chúng vội). Cài đặt biến tần, các thành phần khác trong nhà hoặc công trình kiến trúc. Đảm bảo chúng được lắp ở các khu vực khô ráo, thông thoáng và không gian không quá nóng, quá lạnh. Điều này đối với bình dự trữ điện của ta rất quan trọng.
- + Bước tiếp theo khi cài đặt PV là chạy nguồn điện từ biến tần vào công tắc nguồn AC và các thành phần trong hệ thống khác. Để thực hiện, trước tiên ta cần tắt cầu dao chính và ngắt nguồn điện của tất cả các nguồn AC lẫn DC.
- + Tiếp theo kết nối biến tần với hộp điều khiển AC. Kết nối các dây trong hệ thống điện với công tắc DC và các thành phần chính khác trong khi vẫn ngắt kết nối công tắc DC. Tiếp theo mới kết nối hộp điều khiển DC tới biến tần.
- + Sau khi thực hiện các kỹ thuật trên và đảm bảo hệ thống an toàn thì ta có thể nhà thợ điện chuyên nghiệp kiểm tra hệ thống điện một lần nữa.

## **1.6 Kết luận**

- Chương này giới thiệu các mô hình biến đổi năng lượng mặt trời thành điện năng, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của pin quang điện. Mỗi mô hình đều có những ưu, nhược điểm riêng. Tùy vào các điều kiện, đặc điểm về khí hậu, kinh tế xã hội, phụ tải để lựa chọn phương án phù hợp, đảm bảo tối ưu về hệ thống cũng như chi phí đầu tư.

## **CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI**

### **2.1 Vị trí dự án và đánh giá sơ bộ về phần xây dựng**

- Vị trí dự kiến lắp đặt các tấm pin NLMT là nhà kho 21A và nhà kho 21B có tọa độ 10.913 vĩ độ Bắc, 106.908 kinh độ Đông nên có lượng bức xạ hàng năm khá tốt.



Hình 2.1 Khu vực lắp đặt pin NLMT

### 2.1.1 Lựa chọn mô hình hệ thống điện năng lượng mặt trời cho nhà xưởng

- Theo lý thuyết chung ở chương 1 và phân tích các đặc điểm về sử dụng năng lượng cũng như điều kiện khí hậu tại nhà xưởng, nhóm thực hiện loại bỏ mô hình hệ thống năng lượng mặt trời độc lập vì chi phí rất cao. Về hệ thống năng lượng mặt trời nổi lưới thì có 2 dạng mô hình chính là hệ thống có dự trữ và hệ thống không dự trữ, mỗi mô hình đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng.

- Đối với mô hình hệ thống pin mặt trời nổi lưới có dự trữ thì giá thành chi phí đầu tư cao hơn nhiều so với hệ thống pin mặt trời nổi lưới không dự trữ do phải đầu tư thêm hệ thống dự trữ bằng Acqui, bộ điều khiển và các thiết bị phụ trợ khác. Ngoài ra, còn phải tốn thêm chi phí thay thế do tuổi thọ acqui chỉ khoảng 3-4 năm và gây ô nhiễm môi trường khi loại bỏ. Tuy nhiên, vào mùa mưa lượng ánh nắng mặt trời rất ít hoặc khi mất điện lưới thì hệ thống pin mặt trời đáp ứng được công suất phụ tải bị thiếu nhờ vào nguồn dự trữ, do đó độ tin cậy cung cấp điện cao hơn.

- Đối với mô hình hệ thống pin mặt trời nổi lưới không dự trữ thì chi phí đầu tư thấp hơn nhiều do không có acqui quy dự trữ, không có chi phí bảo dưỡng, thay thế cho hệ thống acqui. Mô hình này thì hệ thống pin mặt trời sẽ ít hoặc không có tác dụng vào mùa mưa hoặc khi mất điện lưới. Tuy nhiên, thời gian gần đây xuất hiện phương án hòa lưới bám tải và bảo trì bảo dưỡng lưới điện trong năm cũng không nhiều, công ty còn có máy phát điện dự phòng có thể cung cấp điện trong thời gian ngắn khi mất nguồn điện lưới nên vẫn đảm bảo cho việc kinh doanh hoạt động bình thường.

- Với phân tích như trên và mục tiêu quan trọng là giảm chi phí đầu tư, nâng cao hiệu quả kinh tế, lợi nhuận cho doanh nghiệp, Nhóm em đề xuất lựa chọn Mô hình “Hệ thống điện NLMT áp mái nổi lưới không lưu trữ” để cấp điện cho nhà kho (hình 1.14).

### 2.1.2 Yêu cầu thiết kế

- Theo thông tư số 18/2020/QĐ-TTg ngày 06/4/2020 của Bộ Công Thương [3] do thủ tướng chính phủ phê duyệt quy định về sự phát triển dự án và hợp đồng mua bán điện mẫu áp dụng cho các dự án điện năng lượng mặt trời. Tại điều 5, phát triển điện năng lượng mặt trời áp mái thì bên bán điện đăng kí đấu nối với bên mua điện các thông tin bao gồm địa điểm lắp đặt, quy mô công suất (Công suất phụ tải không quá 1MW và công suất lắp đặt không quá 1,25MWp).

- Hệ thống được phân chia thành 2 hệ độc lập với công suất Inverter <1MWp để thuận tiện trong quá trình thực hiện thủ tục đấu nối lưới điện.

- Ta thấy công suất phụ tải nằm trong phạm vi nhỏ hơn 1MW và công suất tối đa của hệ thống đều điện mặt trời nhỏ hơn 1,25MWp.

- Nguyên lý của hệ thống pin năng lượng mặt trời áp mái hoà lưới:

+ Các tấm pin năng lượng mặt trời chuyên đổi bức xạ mặt trời thành dòng điện một chiều (DC). Dòng điện DC đó sẽ được chuyển hóa thành dòng điện xoay chiều (AC) bởi inverter được trang bị thuật toán MPPT (Maximum Power Point Tracking) nhằm tối ưu hóa năng lượng tạo ra từ hệ thống pin mặt trời.

+ Nguồn điện AC của hệ thống pin mặt trời từ Inverter sẽ được kết nối với tủ điện chính của khu vực, sau đó từ tủ điện sẽ đi qua trạm biến áp 22/0,4Kv rồi đi qua công tơ 2 chiều (để đo công suất điện hoà lưới)

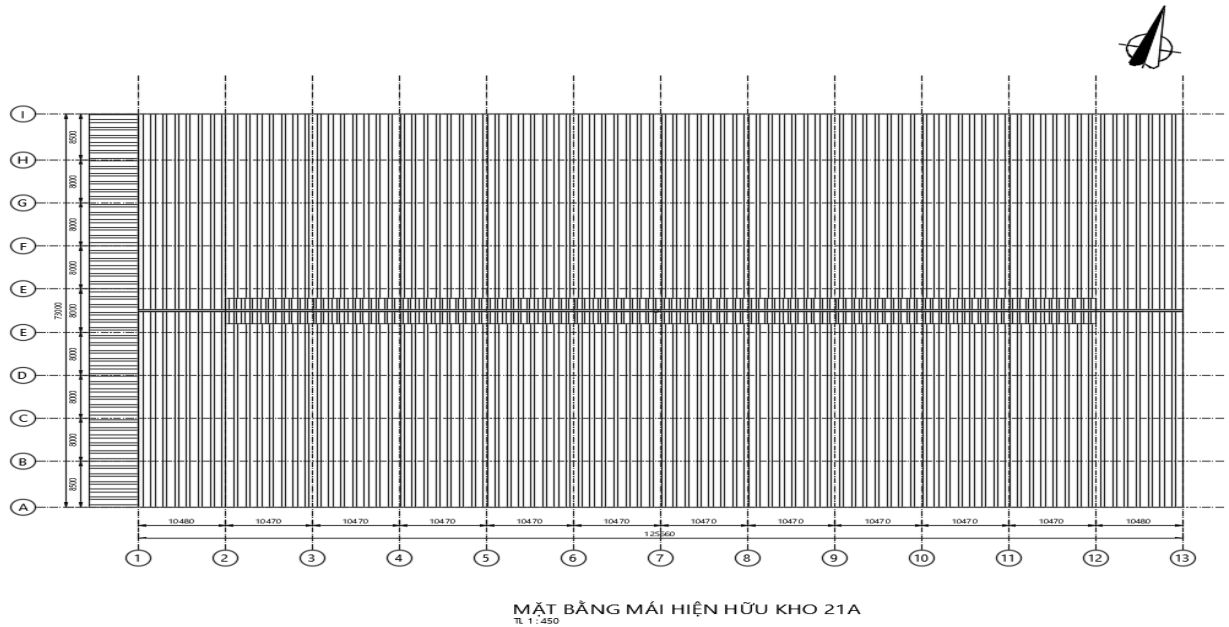
### 2.1.3 Phân tích mặt bằng mái

- Mặt bằng mái có tổng diện tích là 12900 m<sup>2</sup>, được lợp tole Seamlock với mái nhà kho 21A và mái nhà kho 21B. Mái nhà kho 21A độ nghiêng 9 độ về hướng Bắc và Nam cùng với và mái nhà kho 21B có độ nghiêng 8 độ về hướng Bắc và Nam. Với loại tole này sẽ sử dụng giải pháp lắp đặt áp sát mái sử dụng hệ Pad đỡ sóng tole SeamLock chuyên dụng sẽ không làm ảnh hưởng đến kết cấu mái tole, đồng thời hệ pad đỡ có trọng lượng nhẹ và không bị ăn mòn nên tuổi thọ cao.

- Với cách lắp đặt này hướng nghiêng và độ nghiêng của hệ thống sẽ phụ thuộc vào mặt bằng mái hiện hữu. Khu vực lắp đặt dự kiến: *Nhà kho 21A và Nhà kho 21*

\* Mái kho 21A.

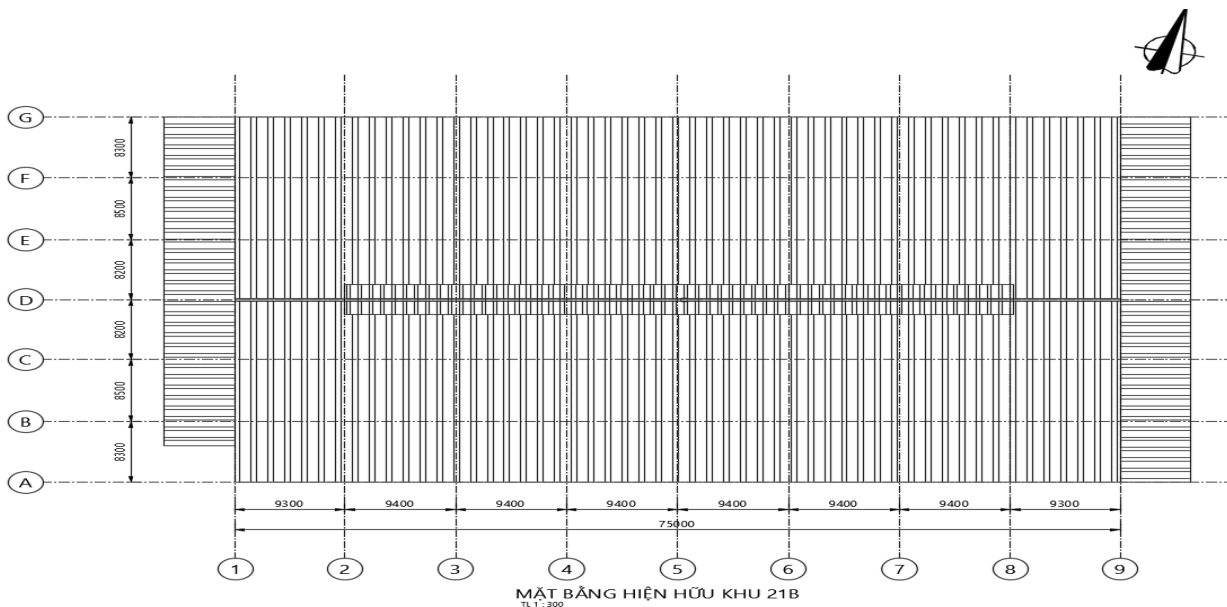




Hình 2.2 Mặt bằng mái hiện hữu kho 21A

- Mặt bằng mái Nhà kho 21A có tổng diện tích **9150 m<sup>2</sup>** với 2 mặt bằng mái nghiêng 9 độ về hướng Bắc và Nam. Tại đỉnh mái, nhà kho được lắp đặt nóc gió cao 1,8m so với mặt bằng mái, độ rộng nóc gió 4.6m có khả năng đổ bóng lên giàn pin.

\* Mái kho 21B.



Hình 2.3 Mặt bằng mái kho 21B

- Mặt bằng mái Nhà kho 21B có tổng diện tích **3750 m<sup>2</sup>** với 2 mặt bằng mái nghiêng 8 độ về hướng Bắc và Nam. Tại đỉnh mái, nhà kho được lắp đặt nóc gió cao 1,8m so với mặt bằng mái, độ rộng nóc gió 4.6m có khả năng đổ bóng lên giàn pin.

### 2.1.4 Phân tích đổ bóng

#### Theo lý thuyết

- Bóng che là hiện tượng một cell pin trong tấm năng lượng mặt trời bị che phủ.
- Bóng che hoặc bụi bẩn: các vật thể trên cao (ví dụ như cây, cột, tường nhà đổ bóng v.v.), thậm chí vật phát triển quá mức, ô nhiễm bề mặt, vật lạ trên bề mặt PV.
- Các ảnh hưởng của bóng và làm bẩn có thể được giảm thiểu trong giai đoạn thiết kế hệ thống điện năng lượng mặt trời. Một nghiên cứu chi tiết có thể được thực hiện để xác định ảnh hưởng của cây, cột hoặc các vật thể khác có thể che mát các mô-đun trong suốt cả ngày và trong suốt cả năm.
  - Làm bẩn có thể được giảm thiểu với bảo trì hệ thống định kỳ.

#### Theo thực tế

- Khu vực gần 2 Nhà kho không có công trình khác cao hơn gây che bóng lên mặt bằng mái.
  - Tại vị trí đỉnh nóc gió, nhà kho được lắp đặt cột thu lôi cao 1,5m và 4 dây neo nên có khả năng gây đổ bóng lên giàn pin cần bố trí phù hợp để giảm thiểu việc che bóng.
  - Tại đỉnh 2 kho được lắp đặt nóc gió cao 1,8 m so với mặt bằng mái, độ rộng nóc gió 4.6m có khả năng đổ bóng lên giàn pin theo hướng Bắc và Nam trên mái nhà kho 21A và nhà kho 21B nên cần bố trí pin cách nóc gió khoảng 5,2 m cho khu 21A và 4 m cho khu 21B để hạn chế che bóng, đảm bảo hiệu suất pin.

### 2.1.5 Phương án lắp đặt pin

- Các tấm pin được lắp đặt trên giàn khung rail nhôm được cố định với mặt bằng mái thông qua hệ thống pad đỡ sóng tôn SeamLock chuyên dụng và được bố trí cách nóc gió tại đỉnh mái khoảng 5,2m đối với kho 21A và 4m đối với kho 21B để giảm thiểu ảnh hưởng che bóng và nâng cao sản lượng hệ thống.
- Ngoài ra, các dãy pin được bố trí cách nhau 0,4 m nhằm tạo lối đi thuận tiện cho quá trình thi công và kiểm tra bảo trì bảo dưỡng hệ thống.

\* Kho 21A.

- + Ta có tổng diện tích của mặt bằng mái 9150 m<sup>2</sup> (125,6x73)
- + Sau khi trừ đi khoảng cách đổ bóng và khoảng cách bố trí dãy pin
- + Ta có được tổng diện tích của dàn pin 6046 m<sup>2</sup> (119,5x 50,6)
- + Sau khi có diện tích ta có thể tính ra được số lượng tấm pin cần lắp đặt

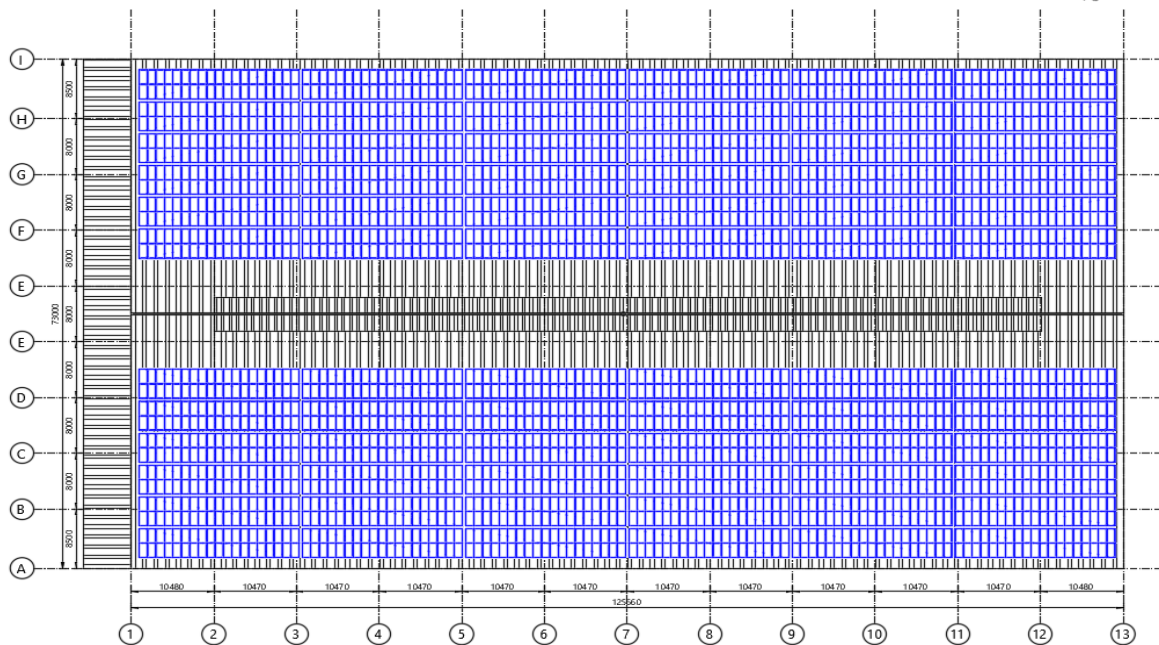
Đặt T = diện tích dàn pin / diện tích tấm pin

$$T = 6046 \text{ m}^2 / 2,209 = 2736 \text{ Tấm pin}$$

T là số lượng tấm pin.

- + Tổng mặt bằng mái Nhà kho 21A lắp được 2736 tấm pin CS3W-450MS tương ứng với công suất 1231.2kWp được cấu hình vào 10 Inverter SUNGROW 110kW
- + Dựa theo kích thước và các vật thể che bóng như trên, các tấm pin được bố trí như sau:

Mặt bằng mái Nhà kho 21A: (Hình 2.4)



MẶT BẰNG BỐ TRÍ PIN KHU 21A  
TL 1:450

Hình 2.4 Mặt bằng bố trí pin khu 21A.

**\* Kho 21B**

- + Ta có tổng diện tích của mặt bằng mái 3750 m<sup>2</sup> (75x50)
- + Sau khi trừ đi khoảng cách đổ bóng và khoảng cách bố trí dây pin
- + Ta có được tổng diện tích của dàn pin 2406 m<sup>2</sup> (71,2x33,8)
- + Sau khi có diện tích ta có thể tính ra được số lượng tấm pin cần lắp đặt

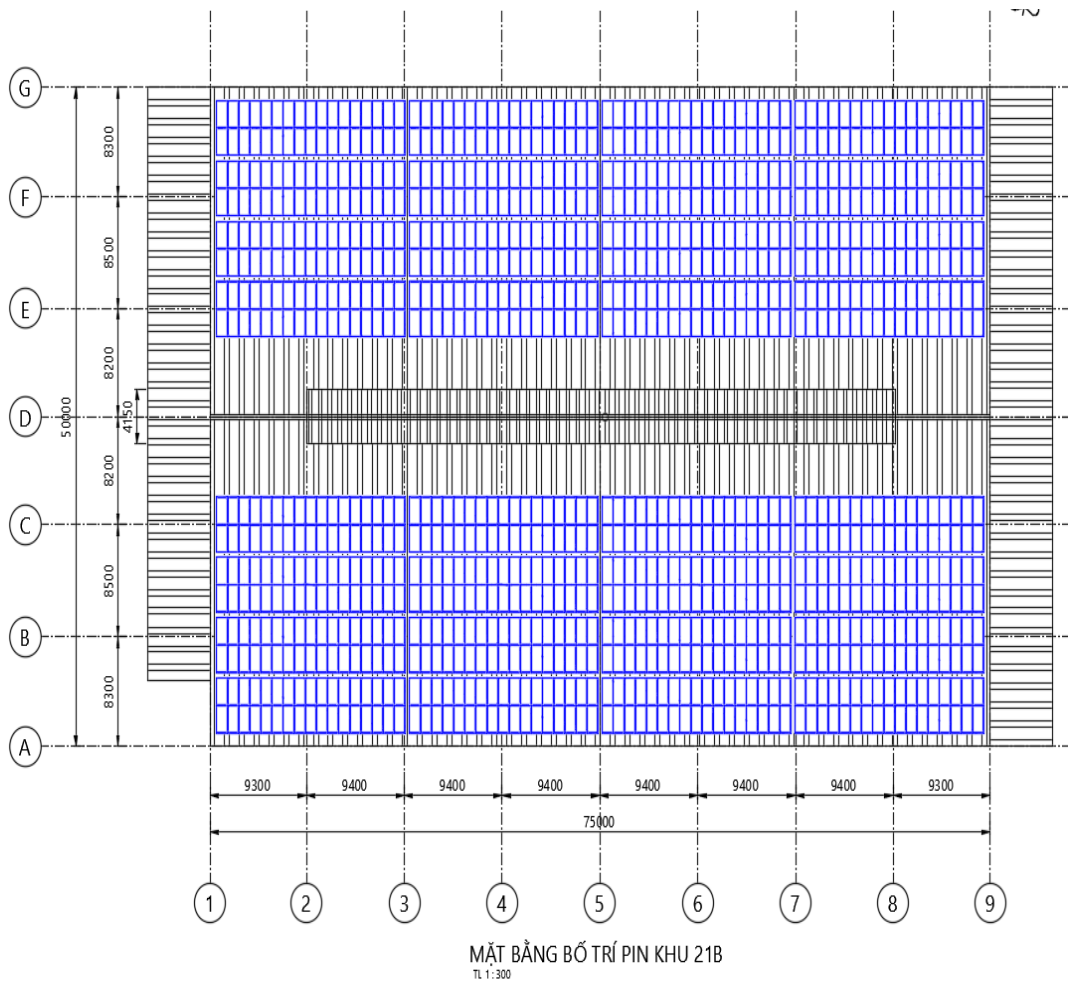
Đặt  $T = \text{diện tích dàn pin} / \text{diện tích tấm pin}$

$$T = 2406 \text{ m}^2 / 2,209 = 1088 \text{ Tấm pin}$$

$T$  là số lượng tấm pin.

- Tổng mặt bằng mái Nhà kho 21B lắp được 1088 tấm pin CS3W-450MS tương ứng với công suất 489,6kWp được cấu hình vào 4 Inverter SUNGROW 110kW.
- Dựa theo kích thước và các vật thể che bóng như trên, các tấm pin được bố trí như sau:

Mặt bằng mái Nhà kho 21B:(Hình 2.5)



Hình 2.5 Mặt bằng bố trí pin khu 21B

### 2.1.6 Phương án lắp đặt dàn khung.

- Phương án lắp đặt giàn khung rail nhôm chuyên dụng


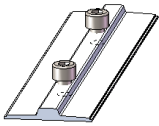

+ Đối tượng thi công pin lắp áp sát mái tole Seamlock có góc nghiêng không quá lớn nên để đảm bảo tính hiệu quả, độ tin cậy cao nhất cho hệ thống khung giàn giá đỡ, chi phí đầu tư ban đầu, tuổi thọ của hệ thống thì giàn pin sẽ được lắp áp sát mái tole và nghiêng theo hướng mái.

- Đối với mái tole Seamlock, các tấm pin được lắp đặt trên những thanh rail nhôm liên kết với mặt bằng mái tole bằng các ngàm kẹp chuyên dụng.

Hình 2.6 Minh họa biện pháp thi công lắp pin trên tole Seamlock



Bảng 2.1 Các bộ phận của khung nhôm định hình

STT	Hình ảnh	Mô tả
1		<b>Ngàm kẹp chuyên dụng: (ôn Seamlock)</b> Dùng để liên kết với mặt bằng tôn Seamlock tạo giá đỡ giàn khung nhôm
2		<b>Rail nhôm định hình:</b> được làm bằng chất liệu nhôm AL-6005-T5 nên rất nhẹ, không ăn mòn và chịu lực tốt nên không ảnh hưởng đến kết cấu mái tôn hiện hữu.
3		<b>Thanh nối Rail nhôm chuyên dụng:</b> dùng để nối dài cái rail nhôm để đảm bảo kết cấu.
4		<b>Pad cuối giữ tấm pin:</b> Cố định tấm pin vào khung nhôm chuyên dụng.
5		<b>Pad giữa giữ tấm pin:</b> Cố định tấm pin vào khung nhôm chuyên dụng.

### 2.1.7 Phương án thiết bị chính


\* Lựa chọn tấm pin mặt trời

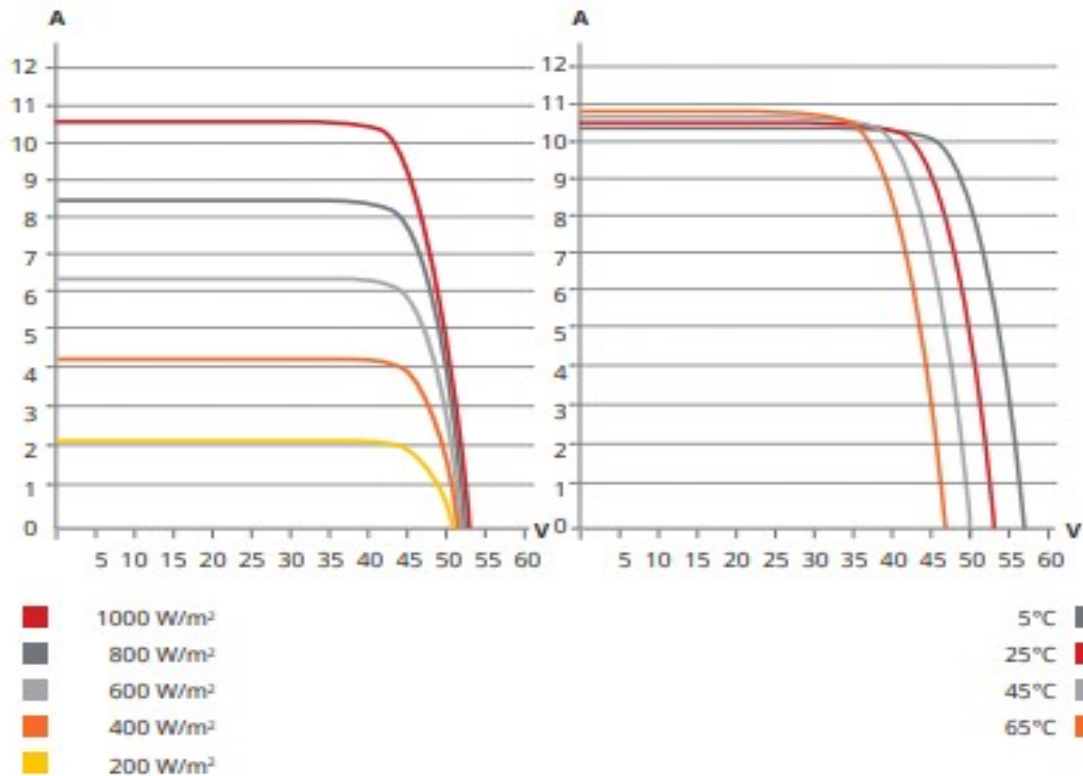
- Hiện nay hệ thống điện mặt trời ngày càng phát triển nên có rất nhiều hãng pin mặt trời cụ thể như Jinko Solar, AE Solar, Canadian Solar, LONGi Solar....  
Mỗi loại pin đều có tiêu chí lựa chọn thế mạnh riêng như:

- + Bảo hành
- + Sai số cho phép của công suất định danh.

- + Hệ số công có ích (hiệu suất làm việc) của tấm pin
- + Hệ số nhiệt độ (temperature coefficient)
- + Tuổi thọ sử dụng
- + Đối với hệ thống này ta lựa chọn lắp đặt pin mặt trời hãng Canadian solar vì:
  - + Pin mặt trời Canadian solar nổi tiếng là thương hiệu sản xuất pin có hiệu suất hiệu quả hoạt động đứng đầu thế giới và dẫn đầu trong ngành công nghiệp tái tạo.

Bảng 2.2 Thông số chi tiết về tấm pin

	<b>Thông số phần điện</b>	
	Công suất cực đại (Pmax)	450 Wp
	Điện áp hoạt động (Vmp)	40.5 V
	Dòng điện hoạt động (Imp)	11.12 A
	Điện áp hở mạch (Voc)	48.7 V
	Dòng điện ngắn mạch (Isc)	11.65 A
	Hiệu suất module	20.37%
	<b>Thông số ảnh hưởng do nhiệt độ</b>	
	Hệ số suy giảm công suất (Pmax)	-0.37% /°C
	Hệ số suy giảm điện áp (Voc)	-0.29% /°C
	Hệ số suy giảm dòng điện (Isc)	0.05% /°C
	<b>Thông số cơ khí</b>	
	Loại cell	Mono-crystalline
	Số cell	144
Số lượng diode bypass	3	
Các tấm pin được thiết kế và kiểm tra theo tiêu chuẩn quốc tế về chất lượng (IEC 61215), tiêu chuẩn an toàn (IEC 61730, UL 1703).	Kích thước (mm)	2108x1048 x32
	Khối lượng	24.9 kg
	Độ dày kính cường lực	3.2 mm
	Công đầu nổi	T4



Hình 2.7 Đặc tính Pin C3WS 450MS

- + Các cơ sở sản xuất của Canadian solar được trang bị các dây chuyền sản xuất tự động và robot hóa thế hệ mới nhất nên vô cùng chuyên nghiệp.
- + Ngoài ra còn các pin solar còn có tuổi thọ cao, hiệu suất cao nhưng giá thành lại phải chăng.
- + Canadian CS3W-450MS dòng pin 144 Cell sở hữu công nghệ chia đôi Cell giúp tối ưu hóa hiệu suất và giúp tăng chất lượng sản phẩm. Nhờ công suất cực đại nên thiết kế tấm pin khá nhỏ sẽ giúp người dùng tiết kiệm diện tích lắp đặt nhưng vẫn mang lại hiệu quả chuyển hóa điện năng cao.
- + Đối với các hệ thống phát điện pin mặt trời nổi lưới thì việc lựa chọn các tấm pin mặt trời có công suất lớn như 450Wp, điện áp cao để giảm số mỗi nối trong một dây là cần thiết để giảm tổn thất. Việc lựa chọn này còn dựa trên nhiều yếu tố: diện tích mặt bằng được giao, chủng loại tấm pin, nguồn vốn, cơ cấu vốn, lãi vay... để quyết định loại tấm pin sao cho đạt hiệu quả cao nhất cả về mặt kỹ thuật và kinh tế, bởi tấm pin có hiệu suất càng cao thì giá càng đắt.
- + Sau khi có công suất lắp đặt thì ta tính sơ bộ số tấm pin bằng cách lấy công suất lắp đặt chia cho công suất tấm pin.
- + Sau khi tính toán ta chọn tấm pin năng lượng mặt trời Canadian solar 450Wp và có số lượng tấm pin là 3824 tấm để lắp đặt cho hệ thống

+ Tấm PV sử dụng tấm pin công nghệ đơn tinh thể (Mono-crystalline) có công suất là 450Wp. Kích thước 1 tấm pin:  $W \times H \times D = 2108 \times 1048 \times 32$  mm

#### \* Lựa chọn Inverter.

- Vai trò của inverter: Solar Inverter được xem là thiết bị rất quan trọng đối với hệ thống của năng lượng mặt trời độc lập hay hòa lưới. Nhiệm vụ chính của Inverter đó là biến đổi dòng điện DC trong tấm pin năng lượng mặt trời sang dòng điện AC để cung cấp sinh hoạt, vận hành thiết bị hoặc hoà lưới điện.

- Lựa chọn công suất:

- Ta có công suất phụ tải của hệ thống là 1000KW và công suất lắp đặt của hệ thống là 1720,8 KWp

- Dựa vào công thức sử dụng để phối hợp công suất giàn pin và inverter tối ưu nhất:

$$P_{pv} \leq 1,2 * P_{inv}$$

$$1720,8 \leq 1,2 * \text{công suất của inverter} * \text{số lượng inverter}$$

$$1720,8 \leq 1,2 * 110 * 14$$

$P_{pv}$ : tổng công suất của giàn pin

$P_{inv}$ : tổng công suất inverter

- Sau tính toán ta có công suất giàn pin càng gần giá trị  $1,2 * P_{inv}$  càng tốt nên ta sẽ dùng 14 inverter 110KW là tối ưu nhất cho hệ thống.

- Lựa chọn hãng inverter: Theo sự phát triển của hệ thống pin năng lượng mặt trời thì có rất nhiều hãng sản xuất ra nhiều loại pin khác nhau, cùng với đó thì Inverter (biến tần) cũng vậy. Ngày nay có rất nhiều hãng nổi tiếng như ABB, Sungrow, Huawei, Solar Edge, SMA.... Mỗi hãng đều có những tiêu chí thế mạnh riêng như:

- + Độ an toàn của biến tần
- + Lưu tâm chất lượng của vỏ biến tần
- + Độ ồn khi vận hành
- + Tuổi thọ, chế độ bảo hành
- + Giá thành mềm

- Và Sungrow được biết đến là thương hiệu có tuổi đời 20 năm kinh nghiệm trong lĩnh vực sản xuất biến tần và từng lọt top các đơn vị sản xuất biến tần uy tín trên thế giới. Sản phẩm biến tần của Sungrow cũng trải rộng trên 60 quốc gia và đã xâm nhập được vào cả những thị trường yêu cầu khắt khe như Mỹ, Úc, Bỉ, Anh, Pháp.

Bảng 2.3 Thông số về Inverter



 <p style="text-align: center;"><b>SUNGROW</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SG110CX</b></p>	<b>Ngõ vào điện DC</b>	
	Điện áp tối đa	1100 V
	Điện áp khởi động	200/250 V
	Dải điện áp hoạt động MPPT	550-850 V
	Điện áp làm việc tối ưu	585 V
	Số lượng MPPT	9
	Dòng điện tối đa mỗi MPPT	26 A
	<b>Ngõ ra điện AC</b>	
	Công suất định mức	110000 W
	Dòng điện ra cực đại	158.8 A
	Dải điện áp hoạt động	320-460V
	Dải tần số hoạt động	50Hz/60Hz
	Hệ số công suất	-0.8 ~ +0.8
	Độ méo dạng sóng hài	< 3%
<p>Các bộ inverter được thiết kế và kiểm tra theo tiêu chuẩn quốc tế như: điều kiện môi trường hoạt động (IEC 60068), kiểm tra hiệu suất (IEC 61683), Tiêu chuẩn đầu nổi lưới (IEC 61727), kiểm tra mức độ tương tích điện từ (IEC</p>	<b>Thông số hệ thống</b>	
	Tản nhiệt	Thông minh
	Hiệu suất tối đa	98.70%
	Hiệu suất MPPT	99.90%
	Chuẩn bảo vệ	IP66

61000), Tuân chuẩn bảo vệ và an toàn (IEC62109, IEC 62116).	Nhiệt độ làm việc	-30°C ~ 60°C
	Kích thước (H x W x D)	1051x660x362.5mm
	Độ ồn	< 60 dB

**Chú thích:** MPPT (Maximum Power Point Tracker): Nó là một mạch xử lý (thường là bộ chuyển đổi DC sang DC) được sử dụng trong phần lớn các bộ inverter hiện đại. Chức năng của nó là tối đa hóa năng lượng có sẵn từ các tấm pin năng lượng mặt trời trong quá trình hoạt động

- Điểm mạnh của Inverter Sungrow:

- + Sungrow là một trong những nhà cung cấp biến tần năng lượng mặt trời lớn nhất trên toàn cầu và là nhà sản xuất biến tần hàng đầu của Trung Quốc.
- + Tiếng ồn thấp: Biến Tần Inverter Sungrow có khả năng làm mát tự nhiên. Nên tạo ra tiếng ồn thấp, mang đến không gian yên tĩnh hơn.
- + Dễ dàng cài đặt: Biến Tần Inverter Sungrow được thiết kế khá nhỏ nhắn. Sản phẩm dễ dàng cài đặt và vận hành thuận tiện, thiết kế cở 3m và chạy tự động
- + Hệ thống dễ dàng giám sát từ xa cũng như truy cập WiFi tốt thông qua công Sungrow SolarInfo Bank.
- + Dữ liệu thời gian thực của biến tần có thể được gửi đến máy chủ của SolarInfo Bank để kiểm tra tình trạng hoạt động của nhà máy. Định kỳ tải thiết bị chạy dữ liệu lên nền giám sát.
- + Màn hình LCD được sử dụng hỗ trợ trong việc kiểm tra cũng như vận hành linh hoạt.
- + Tải lên dữ liệu lỗi thiết bị kịp thời để xác định chính xác, kịp thời
- + Trong Inverter trang bị nhiều MPPT/ cổng DC input nên việc đấu nối DC được tối ưu theo khu vực. Mỗi khu vực có điều kiện tự nhiên (góc Tilt, Azimuth, bóng che, ...) giống nhau sẽ đấu vào 1 MPPT.
- + Đối với dự án áp mái, sử dụng Inverter Sungrow 110 kW có các chi tiết thiết kế: Inverter hòa lưới Sungrow SG100CX 110kW 3 Pha 380V trang bị 9 kênh MPPT/ 18 cổng DC input.

### 2.1.8 Phương án đấu nối tấm pin và chia string

- Hệ thống tấm PV được lắp tại trên mái nhà của trang trại: Tổng số lượng tấm pin trang bị là: 3824 tấm (Các thông số tấm pin và inverter nằm Bảng 3, Bảng 4)

- Sau đây là các bước lựa chọn số tấm pin cho 1 string

#### \* Mái kho 21A.

- Bước 1: Tính kích thước chuỗi tối thiểu cho hệ thống

+ Đầu tiên, chúng ta cần tính toán số lượng tấm pin tối thiểu nên đặt trong một chuỗi, ta dùng công thức sau:

$$+ \text{Đặt } N_{tt} = M_{pp_{\min}} / V_{mp} = 200 \div 40,5 = 4,9 \text{ tấm (lấy 5 tấm)}$$

Với  $N_{tt}$  là số tấm pin tối thiểu cho 1 chuỗi

$M_{pp_{\min}}$  là điện áp thấp nhất của dải điện áp MPP

$V_{mp}$  là điện áp định mức của tấm pin mặt trời

MPP (Maximum Power Point): Điểm công suất cực đại, là điểm làm việc hiệu quả nhất PV theo các mức độ bức xạ hấp thụ được

- Bước 2: Tính kích thước chuỗi tối đa để không bị vượt quá điện áp

+ Ta cần tính toán số lượng tấm pin tối đa nên đặt trong một chuỗi, ta dùng công thức sau:

$$+ \text{Đặt } N_{td} = M_{pp_{\max}} / V_{oc} = 1000 \div 48,7 = 20,5 \text{ (Lấy 21 tấm)}$$

Với  $N_{td}$  là số tấm pin tối đa cho 1 chuỗi

$M_{pp_{\max}}$  là điện áp cao nhất của dải điện áp MPP

MPP (Maximum Power Point): Điểm công suất cực đại, là điểm làm việc hiệu quả nhất PV theo các mức độ bức xạ hấp thụ được

$V_{oc}$  là điện áp hở mạch của tấm pin mặt trời

+ Sau tính toán ta có số lượng tấm pin cho 1 string là từ 5 đến 21 tấm

- Bước 3: Kiểm tra kích thước chuỗi tối đa trong phạm vi điện áp tối ưu (MPP)

+ Bước kiểm tra này nhằm xác định kích thước chuỗi tối đa phải nằm trong phạm vi điện áp tối ưu. Để tính toán phần này, ta dùng công thức sau:

$$+ V_{cp} = N_{td} * V_{mp} = 21 * 40,5V = 850,5V$$

Với  $V_{cp}$  là điện áp cho phép nằm trong phạm vi MPP

Với  $N_{td}$  là số tấm pin tối đa cho 1 chuỗi

$V_{mp}$  là điện áp định mức của tấm pin mặt trời

MPP (Maximum Power Point): Điểm công suất cực đại, là điểm làm việc hiệu quả nhất PV theo các mức độ bức xạ hấp thụ được

Kết quả thu được sau khi tính toán nằm trong phạm vi điện áp của Inverter từ 200 đến 1000V

- Như vậy, sau 3 bước này chúng ta đã xác định được kích cỡ chuỗi phù hợp cho hệ thống là khoảng từ 5 đến 21 tấm pin. Nhưng đây là trên lý thuyết và chưa tính toán bao gồm yếu tố nhiệt độ tại nơi lắp đặt hệ thống bởi vì khi nhiệt độ giảm thì điện áp tăng và ngược lại điện áp tăng thì nhiệt độ giảm.

- Bước 4:

+ Ta có nhiệt độ cao nhất ở Nhà xưởng là cao nhất  $40^{\circ}\text{C}$  và thấp nhất là  $12,5^{\circ}\text{C}$ .  
Theo đó ta đặt  $T = T_{\max} - T_{\min} = 40 - 12,5 = 27,5^{\circ}\text{C}$  với  $T$  là mức chênh lệch nhiệt độ tại Nhà xưởng

+ Đặt  $A = V_{oc} \cdot$  hệ số nhiệt độ  $\text{NOCT} = 48,7 \cdot 0,29 = 0,14123$

Với  $A$  là hệ số

$V_{oc}$  là điện áp hở mạch.

Hệ số nhiệt độ  $\text{NOCT}$  (The Nominal Operating Cell Temperature): là nhiệt độ đạt được bởi các tế bào mạch hở trong Mô-đun trong các điều kiện liệt kê dưới đây: bức xạ bề mặt tế bào  $800 \text{ W/m}^2$ , nhiệt độ không khí  $20^{\circ}\text{C}$ , vận tốc gió  $1 \text{ m/s}$

Tiếp tục nhân hệ số vừa tính được với mức chênh lệch nhiệt độ:

+ Đặt  $V = A \cdot T = 0,14123 \cdot 27,5 = 3,8\text{V}$

$V$  là điện áp mỗi tấm pin sẽ tạo ra điện áp cao hơn mức  $V_{oc}$ .

$T$  là mức chênh lệch nhiệt độ tại Nhà xưởng.

+ Như vậy, vào những ngày lạnh nhất ở khu vực, mỗi tấm pin sẽ tạo ra điện áp cao hơn mức  $V_{oc}$  khoảng  $3,8\text{V}$ .

+ Đặt  $V_{tp} = V_{oc} + V = 48,7\text{V} + 3,8 = 52,5\text{V}$

$V_{tp}$  là điện áp của tấm pin tạo ra lúc này.

$V_{oc}$  là điện áp hở mạch.

$V$  là điện áp mỗi tấm pin sẽ tạo ra điện áp cao hơn mức  $V_{oc}$ .

Tiếp tục nhân với số tấm pin tối đa của chuỗi mà chúng ta đã tính được:

Đặt  $V_{cd} = N_{td} \cdot V_{tp} = 52,5 \times 21 = 1102,5\text{V}$

$V_{cd}$  là điện áp cực đại mà các tấm pin tạo ra trong những ngày lạnh nhất.

Với  $N_{td}$  là số tấm pin tối đa cho 1 chuỗi

$V_{tp}$  là điện áp của tấm pin tạo ra lúc này

+ Từ đây, chúng ta có thể thấy được con số này đã vượt mức điện áp hoạt động tối đa của biến tần ( $1000\text{V}$ ), điều này có thể sẽ làm cháy bộ inverter. Chúng ta cần điều chỉnh giảm số lượng tấm pin mặt trời xuống để có tổng điện áp cực đại phù hợp, bằng cách cứ giảm 1 tấm thì trừ đi  $52,5\text{V}$  (điện áp cực đại mỗi tấm pin) cho đến khi nào tổng điện áp cực đại phù hợp nhỏ hơn điện áp cao nhất của dải điện áp MPP là  $1000\text{V}$

+ Đặt  $V_{ph}$  là tổng điện áp cực đại phù hợp.

Giảm tấm thứ 1:  $V_{ph} = V_{cd} - V_{tp} = 1102,5 - 52,5 = 1050\text{V}$

Giảm tấm thứ 2:  $V_{ph} = V_{cd} - V_{tp} = 1050 - 52,5 = 997,5\text{V}$

Sau khi tính toán giảm bớt đi 2 tấm lúc này chúng ta thấy được mức điện áp cực đại tạo ra là  $997,5\text{V}$  hoàn toàn thích hợp với điện áp cực đại của biến tần. Như vậy

việc lắp đặt chuỗi với tối 19 tấm pin sẽ vĩnh viễn không làm hư hỏng bộ biến tần được.

- Lựa chọn số lượng string:

$$+ \text{Đặt } N_{\text{string}} = P_{\text{pv}} / P_{\text{1string}} = 1231,2000 / 8550 = 144 \text{ string}$$

Trong đó: 1 string có 19 tấm pin

Với  $N_{\text{string}}$  là số lượng string

$P_{\text{pv}}$  là tổng công suất lắp đặt

$P_{\text{1string}}$  là công suất 1 string.

#### \* Mái kho 21B

- Bước 1: Tính kích thước chuỗi tối thiểu cho hệ thống của bạn

+ Đầu tiên, chúng ta cần tính toán số lượng tấm pin tối thiểu nên đặt trong một chuỗi, ta dùng công thức sau:

$$+ \text{Đặt } N_{\text{tt}} = M_{\text{pp}_{\text{min}}} / V_{\text{mp}} = 200 \div 40,5 = 4,9 \text{ tấm (lấy 5 tấm)}$$

Với  $N_{\text{tt}}$  là số tấm pin tối thiểu cho 1 chuỗi

$M_{\text{pp}_{\text{min}}}$  là điện áp thấp nhất của dải điện áp MPP

$V_{\text{mp}}$  là điện áp định mức của tấm pin mặt trời

MPP (Maximum Power Point): Điểm công suất cực đại, là điểm làm việc hiệu quả nhất PV theo các mức độ bức xạ hấp thụ được

- Bước 2: Tính kích thước chuỗi tối đa để không bị vượt quá điện áp

+ Ta cần tính toán số lượng tấm pin tối đa nên đặt trong một chuỗi, ta dùng công thức sau:

$$+ \text{Đặt } N_{\text{td}} = M_{\text{pp}_{\text{max}}} / V_{\text{oc}} = 1000 \div 48,7 = 20,5 \text{ (Lấy 21 tấm)}$$

Với  $N_{\text{td}}$  là số tấm pin tối đa cho 1 chuỗi

$M_{\text{pp}_{\text{max}}}$  là điện áp cao nhất của dải điện áp MPP

$V_{\text{oc}}$  là điện áp hở mạch của tấm pin mặt trời

MPP (Maximum Power Point): Điểm công suất cực đại, là điểm làm việc hiệu quả nhất PV theo các mức độ bức xạ hấp thụ được

+ Sau tính toán ta có số lượng tấm pin cho 1 string là từ 5 đến 21 tấm

- Bước 3: Kiểm tra kích thước chuỗi tối đa trong phạm vi điện áp tối ưu (MPP)

+ Bước kiểm tra này nhằm xác định kích thước chuỗi tối đa phải nằm trong phạm vi điện áp tối ưu. Để tính toán phần này, ta dùng công thức sau:

$$+ V_{\text{cp}} = N_{\text{td}} * V_{\text{mp}} = 21 * 40,5 \text{V} = 850,5 \text{V}$$

Với  $V_{\text{cp}}$  là điện áp cho phép nằm trong phạm vi MPP

MPP (Maximum Power Point): Điểm công suất cực đại, là điểm làm việc hiệu quả nhất PV theo các mức độ bức xạ hấp thụ được

Với  $N_{td}$  là số tấm pin tối đa cho 1 chuỗi

$V_{mp}$  là điện áp định mức của tấm pin mặt trời

+ Kết quả thu được sau khi tính toán nằm trong phạm vi MPP của Inverter từ 200 đến 1000V

- Như vậy, sau 3 bước này chúng ta đã xác định được kích cỡ chuỗi phù hợp cho hệ thống là khoảng từ 5 đến 21 tấm pin. Nhưng đây là trên lý thuyết và chưa tính toán bao gồm yếu tố nhiệt độ tại nơi lắp đặt hệ thống bởi vì khi nhiệt độ giảm thì điện áp tăng và ngược lại điện áp tăng thì nhiệt độ giảm.

- Bước 4:

+ Ta có nhiệt độ cao nhất ở Nhà xưởng là cao nhất  $40^\circ\text{C}$  và thấp nhất là  $12,5^\circ\text{C}$ .

Theo đó ta đặt  $T = T_{\max} - T_{\min} = 40 - 12,5 = 27,5^\circ\text{C}$  với T là mức chênh lệch nhiệt độ tại Nhà xưởng

+ Đặt  $A = V_{oc} * \text{hệ số nhiệt độ NOCT} = 48,7 * 0,29 = 0,14123$

Với A là hệ số

$V_{oc}$  là điện áp hở mạch.

+ Tiếp tục nhân hệ số vừa tính được với mức chênh lệch nhiệt độ:

Đặt  $V = A * T = 0,14123 * 27,5 = 3,8\text{V}$

V là điện áp mỗi tấm pin sẽ tạo ra điện áp cao hơn mức  $V_{oc}$ .

T là mức chênh lệch nhiệt độ tại Nhà xưởng.

+ Như vậy, vào những ngày lạnh nhất ở khu vực, mỗi tấm pin sẽ tạo ra điện áp cao hơn mức  $V_{oc}$  khoảng 3,8V.

+ Đặt  $V_{tp} = V_{oc} + V = 48,7\text{V} + 3,8 = 52,5\text{V}$

$V_{tp}$  là điện áp của tấm pin tạo ra lúc này.

$V_{oc}$  là điện áp hở mạch.

V là điện áp mỗi tấm pin sẽ tạo ra điện áp cao hơn mức  $V_{oc}$ .

+ Tiếp tục nhân với số tấm pin tối đa của chuỗi mà chúng ta đã tính được:

+ Đặt  $V_{cd} = N_{td} * V_{tp} = 52,5 * 21 = 1102,5\text{V}$

$V_{cd}$  là điện áp cực đại mà các tấm pin tạo ra trong những ngày lạnh nhất.

Với  $N_{td}$  là số tấm pin tối đa cho 1 chuỗi

$V_{tp}$  là điện áp của tấm pin tạo ra lúc này

+ Từ đây, chúng ta có thể thấy được con số này đã vượt mức điện áp hoạt động tối đa của biến tần (1000V), điều này có thể sẽ làm cháy bộ inverter. Chúng ta cần điều chỉnh giảm số lượng tấm pin mặt trời xuống để có tổng điện áp cực đại phù hợp,

bằng cách cứ giảm 1 tấm thì trừ đi 52,5V (điện áp cực đại mỗi tấm pin) cho đến khi nào tổng điện áp cực đại phù hợp nhỏ hơn điện áp cao nhất của dải điện áp MPP là 1100V

+ Đặt  $V_{ph}$  là tổng điện áp cực đại phù hợp.

Giảm tấm thứ 1:  $V_{ph} = V_{cd} - V_{tp} = 1102,5 - 52,5 = 1150V$

Giảm tấm thứ 2:  $V_{ph} = V_{cd} - V_{tp} = 1150 - 52,5 = 997,5V$

Giảm tấm thứ 3:  $V_{ph} = V_{cd} - V_{tp} = 997,5 - 52,5 = 945V$

Giảm tấm thứ 4:  $V_{ph} = V_{cd} - V_{tp} = 945 - 52,5 = 892,5V$

+ Sau khi tính toán giảm bớt đi 4 tấm lúc này chúng ta thấy được mức điện áp cực đại tạo ra là =892,5V hoàn toàn thích hợp với điện áp cực đại của biến tần. Như vậy việc lắp đặt chuỗi với tối 17 tấm pin sẽ vĩnh viễn không làm hư hỏng bộ biến tần được.

- Lựa chọn số lượng string:

+ Đặt  $N_{string} = P_{pv} / P_{1string} = 489,6000 / 7650 = 64$  string

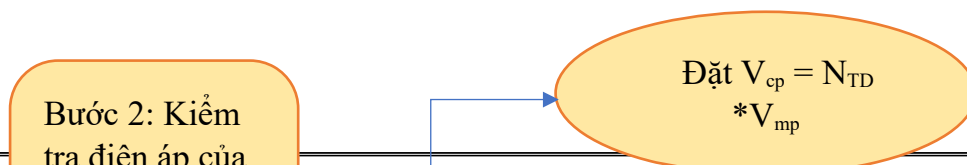
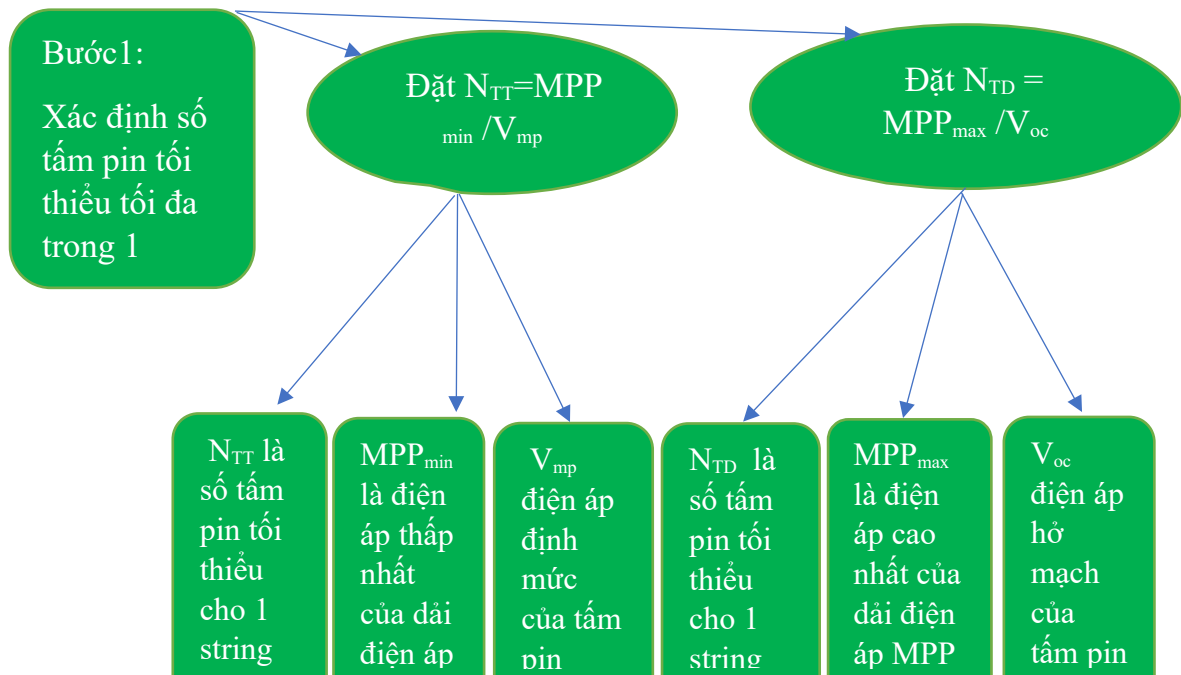
Trong đó: 1 string có 17 tấm pin

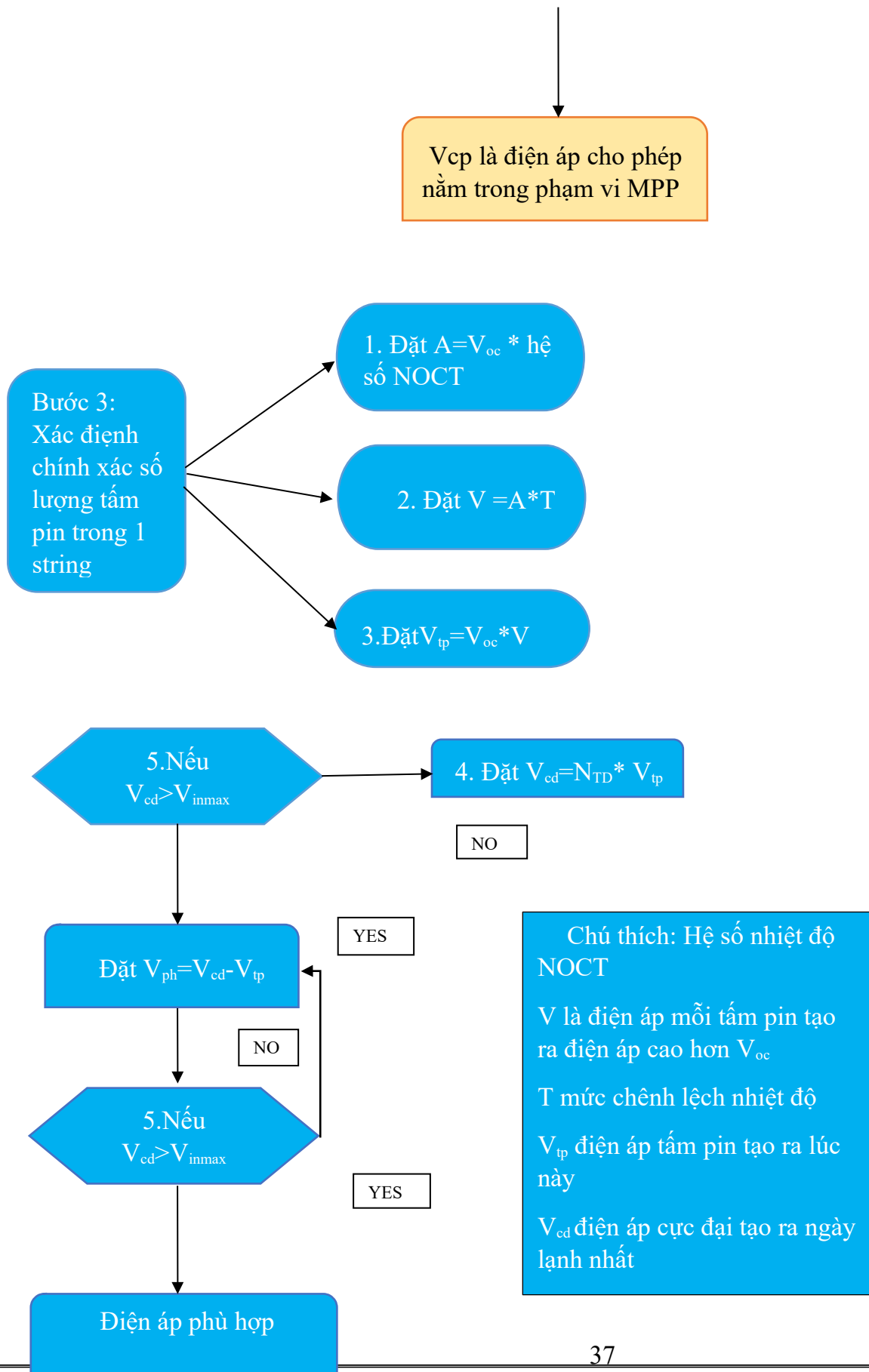
Với  $N_{string}$  là số lượng string

$P_{pv}$  là tổng công suất lắp đặt

$P_{1string}$  là công suất 1 string.

**\* Giảm đồ**







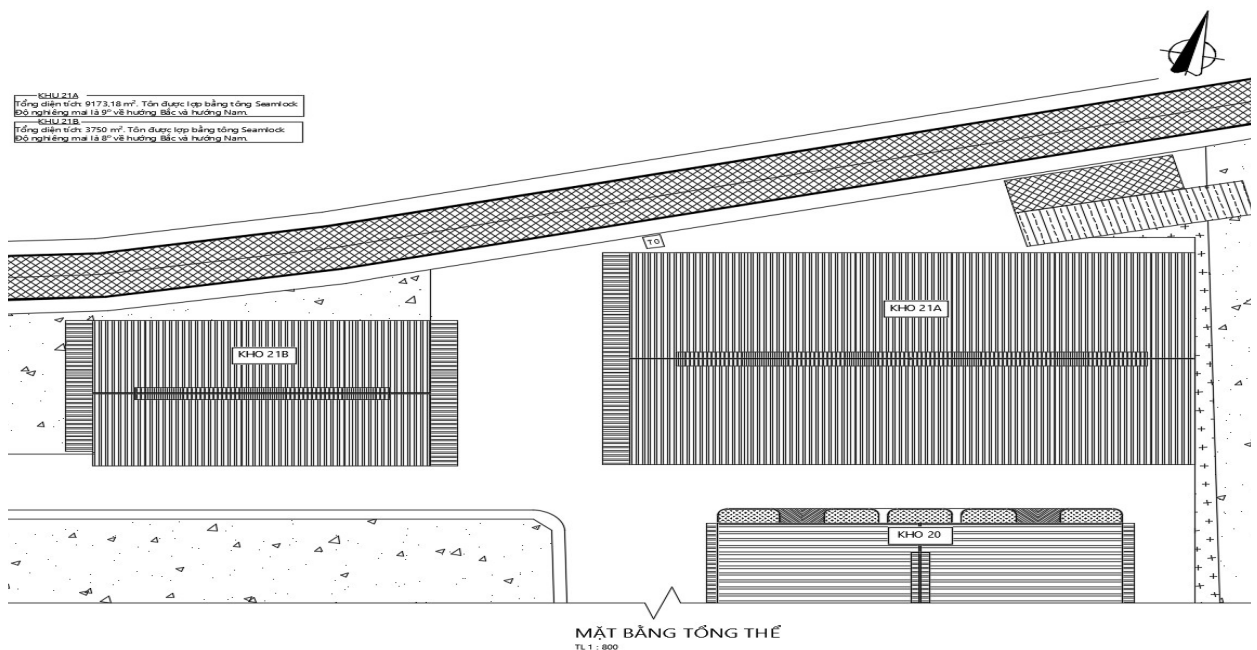
**\* Kết luận**

- Sau khi tính toán ta được hệ thống có 14 Inverter, kho 21A có 10 Inverter và 144 string, mỗi string có 19 tấm. Kho 21B có 4 Inverter và 64 string, mỗi string có 17 tấm.

**2.2 Phân tích vị trí lắp đặt**

**2.2.1 Phương án lắp đặt inverter và máng cáp**

**a) Phương án lắp đặt tổng thể mặt bằng**



Hình 2.8 Mặt bằng tổng thể

**- Phương án lắp dây DC**

Mỗi hướng mái của các nhà kho có 1 trục máng cáp chính, được bố trí thích hợp để tối ưu đường dây DC từ vị trí ngõ ra giàn pin về Inverter.

**- Phương án lắp dây AC**

**+ Dây AC kho 21A**

Dây AC từ inverter được đi trong thang cáp dọc tường xuống mái. Phần dây AC tiếp tục được luồn trong ống nhựa gân xoắn HDPE chôn âm đất bằng đường dẫn đến khu đất trống đến tủ điện DB Solar. Tách ra 8 inverter vào tủ MSB của TBA kho 21A và 2 inverter vào tủ MSB của TBA kho 21B

Các tủ điện DB Solar được bố trí gần vị trí các tủ điện của trạm biến áp dự kiến hạ mới.

+ Dây AC kho 21B

Dây AC từ inverter được luồn trong ống nhựa gân xoắn HDPE chôn âm đất bằng đường dẫn đến hàng rào sau đó cạp máng theo hàng rào qua tủ điện DB SOLAR tại trạm biến áp 750kVA.00

- **Phương án hạ trạm biến áp**

+ Thanh cái được dẫn từ lưới điện 22kV đến vị trí hạ áp mới. Số lượng trạm biến áp dự kiến tương ứng với cấu hình hệ thống. cụ thể như sau:

\* Nhà kho 21A

- Tổng công suất 1231.2 kWp cấu hình 10 inverter SUNGROW 110k

\*Trong đó:

- Công suất lắp đặt 991.8 kWp cấu hình 8 Inverter SUNGROW 110kW. Số lượng trạm biến áp cần hạ mới 1 trạm công suất 1000kVA với phương án đấu nối hòa lưới cho 8 Inverter. (Công suất Inverter 880kW<sub>AC</sub>).

- Công suất còn lại 239.4 kWp cấu hình 2 inverter SUNGROW 110kW được lắp qua TBA kho 21B giúp nâng công suất TBA kho 21B

\* Nhà kho 21B

- Công suất lắp đặt

+ 489,6kWp cấu hình 4 Inverter SUNGROW 110kW từ 2 mái 21B

+ 239.4 kWp của nhà kho 21A lắp qua kho 21B với 2 inverter SUNGROW 110kW.

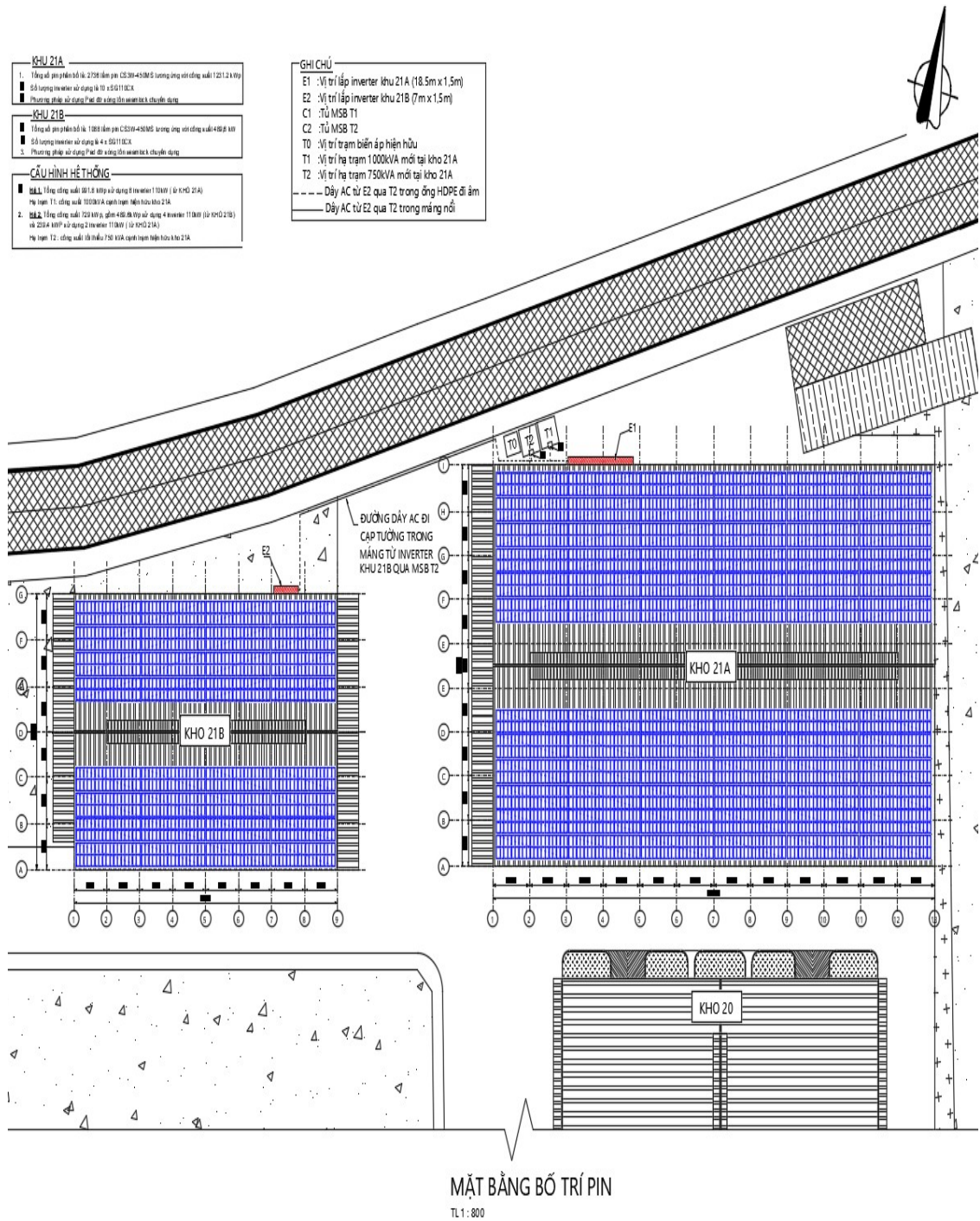
- Số lượng trạm biến áp cần hạ mới 1 trạm công suất tối thiểu là 750KVA với phương án đấu nối hòa lưới cho 6 Inverter. (Công suất Inverter 660kW<sub>AC</sub>)

**Tổng kết:**

- Tổng số lượng trạm biến áp dự kiến hạ mới nhằm đáp ứng truyền tải công suất của hệ thống năng lượng mặt trời lắp đặt tại các nhà kho bao gồm: **1 x TBA - 1000kVA** và **1 x TBA - 750kVA**

**2.2.2 Phương án bố trí pin tổng thể**

- Dựa theo phương án bố trí pin như trên, mặt bằng mái các nhà kho lắp đặt được 3824 tấm pin CS3W-450MS tương đương công suất 1720.8 kWp.



Hình 2.9 Mặt bằng bố trí pin

\*Giải thích:

- Khu 21A:
- + Tổng số pin phân bố là 2736 tấm pin CS3W-450MS tương ứng với công suất 1231.2 kWp
- + Số lượng inverter sử dụng là: 10xSG110CX

- Khu 21B:
  - + Tổng số pin phân bố là 1088 tấm pin CS3W-450MS tương ứng với công suất 1231.2 kWp
  - + Số lượng inverter sử dụng là: 4xSG110CX
- Cấu hình hệ thống:
  - +Hệ 1: Tổng công suất 991.8 kWp sử dụng 8 inverter 110 kW (từ khu 21A)
  - +Hạ trạm T1: công suất 1000 kVA cạnh trạm hiện hữu kho 21A
  - +Hệ 2: Tổng công suất 729 kWp, gồm 489.6 kWp sử dụng 4 inverter 110Kw (từ khu 21B) và 239.4 kWp sử dụng 2 inverter 110 kW (từ khu 21A)
  - +Hạ trạm T2: Công suất tối thiểu 750 kVA cạnh trạm hiện hữu kho 21A
- \*Ghi chú:
  - E1: vị trí lắp inverter khu 21A (18.5m x 1.5m)
  - E2: vị trí lắp inverter khu 21B (7m x 1.5m)
  - C1: tủ MSB T1
  - C2: tủ MSB T2
  - T0: vị trí trạm biến áp hiện hữu
  - T1: vị trí hạ trạm 1000kVA mới tại kho 21A
  - T2: vị trí hạ trạm 750kVA mới tại kho 21A
  - : dây AC từ E2 qua T2 trong ống HDPE đi âm
  - \_\_\_\_\_ : dây AC từ E2 qua T2 trong máng nổi

*Bảng 2.4 Chi tiết tấm pin và công suất*

ST T	Mặt bằng	Hướng mái	Số lượng tấm pin	Công suất (kWp)	Công suất TBA mới(kVA)	Hệ (<1MWp)
1	Nhà kho 21A	Nam	1273	991,8	1000	I
		Bắc	931			
			532	239.4		750
2	Nhà kho 21B	Nam	544	489,6		
		Bắc	544			

- Tổng thể mặt bằng các nhà kho được bố trí như sau:
  - Hệ thống được phân chia thành 2 hệ độc lập với công suất Inverter <1MWp để thuận tiện trong quá trình thực hiện thủ tục đấu nối lưới điện.

### 2.2.3 Lựa chọn phương án đấu nối

#### \* Kho 21A.

- Sử dụng phương án đấu nối 19 tấm pin trong 1 chuỗi nối tiếp với nhau sau đó nối chuỗi đó vào 1 cổng DC Input trong Inverter.

- Với công suất là 1231,2 kWp và số lượng tấm PV là 2736 tấm, phương án đấu nối như sau:

- Hệ thống được lắp thành 10 module riêng biệt theo từng inverter.

- Mỗi module gồm 01 Inverter gồm 9 kênh MPPT / 18 cổng DC inputs. Các module sau đó được gom về 01 tủ hạ thế LV 0,4kV từ đó đấu nối tới hệ thống TBA (TBA hiện hữu).

- Mỗi String điện hình gồm 19 tấm mắc nối tiếp.

#### \* Kho 21B

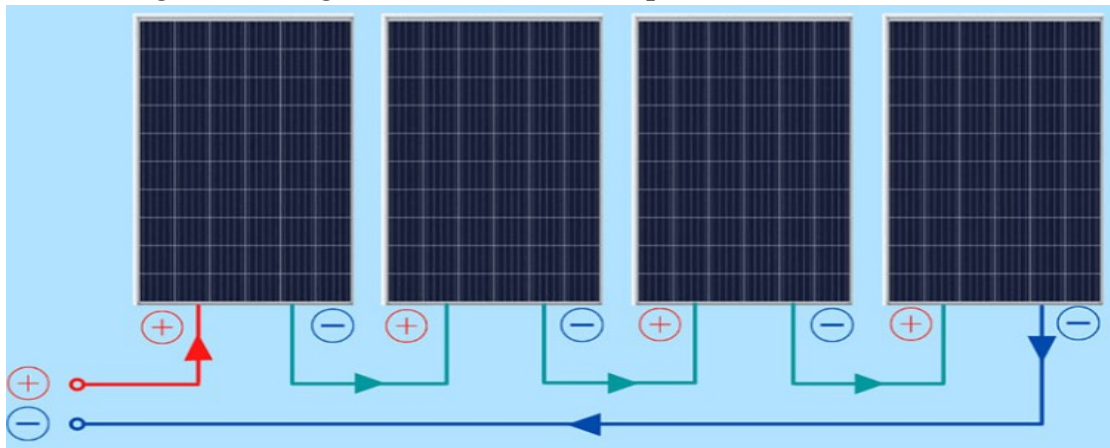
- Sử dụng phương án đấu nối 17 tấm pin trong 1 chuỗi nối tiếp với nhau sau đó nối chuỗi đó vào 1 cổng DC Input trong Inverter.

- Với công suất là 489,6kWp và số lượng tấm PV là 1088 tấm, phương án đấu nối như sau:

- Hệ thống được lắp thành 4 module riêng biệt theo từng inverter.

- Mỗi module gồm 01 Inverter gồm 9 kênh MPPT / 18 cổng DC inputs. Các module sau đó được gom về 01 tủ hạ thế LV 0,4kV từ đó đấu nối tới hệ thống TBA (TBA hiện hữu).

- Mỗi String điện hình gồm 17 tấm mắc nối tiếp.



Hình 2.10 Cách đấu nối giữa 2 tấm pin nối tiếp

- Cách đấu nối giữa 2 tấm pin là đấu nối tiếp với nhau. Cực dương nối với cực âm giữa 2 tấm gần kề.


Bảng 2.5 Chi tiết số string và inverter

STT	Hạng mục	Số lượng	Số tấm PV	Tổng PV	Công suất PV	Inverter		Ghi chú
		String	mỗi String	Tấm	kWp	Công suất kW	Hệ số quy đổi	
1	10 Inverter Sungrow 110 Kw	144	19	2736	1231,2	10x 110	1,231	10x110 kW
2	4 Inverter Sungrow 110 kW	64	17	1088	489,6	4x 110	0,489	4x110 kW
	<b>TỔNG</b>	<b>208</b>		<b>3824</b>	<b>1720,8</b>	<b>1540</b>	<b>1,720</b>	<b>1720,8 kWP</b>

### 2.2.4 Cáp DC

- Dây cáp năng lượng mặt trời là cáp điện, được thiết kế đặc biệt để kết nối dòng điện từ các tấm quang điện đến bộ chuyển đổi dòng điện một chiều sang dòng điện xoay chiều. Dây cáp DC là phụ kiện dùng để kết nối các tấm pin đến các tủ Combiner Box và kết nối với Inverter.

Bảng 2.6 Thông số cáp DC

	Hãng sản xuất	TIPHA
	Tiết diện mặt cắt	4-10 mm <sup>2</sup>
	Vật liệu	Đồng mạ thiếc (cấp 5)
	Lớp cách điện	XLPO
	Lớp vỏ bảo vệ	XLPO
	Điện áp định mức	1.5/1.5kV DC
	Nhiệt độ làm việc tối đa	120°C

Dây chuyên dụng cho điện DC với các tiêu chuẩn châu Âu: *BS EN 50618* áp dụng cho dây dẫn hệ thống quang điện; tiêu chuẩn *BS EN 60228* về lõi dây cáp cách điện; tiêu chuẩn kỹ thuật *ASTM B-33* cho dây đồng mềm tráng thiếc. Chống UV và Ozon, chịu được dầu, nước, axit và kiềm. Chậm bắt lửa, ít khói không halogen. Chịu được va đập, xé và mài mòn.

- Căn cứ vào kích thước tiết diện dây cáp tấm pin Ja solar 450kWp đã quy định sẵn là tiết diện 4 mm<sup>2</sup>
- + Ruột dẫn: đồng mạ thiếc
- + Điện áp 1500V DC
- + Nhiệt độ vận hành: -40°C-120°C
- + Cách điện, vỏ bọc: XLPE
- + Chống uv và ozon
- + Chịu được dầu, axit, mài mòn
- + Độ mềm dẻo cao, lắp đặt dễ dàng

### 2.2.5 Cáp AC

- Cáp AC được sử dụng để kết nối đầu ra AC của biến tần với lưới điện. Cáp AC thường được lắp đặt ngoài trời nên cũng cần có các đặc tính bảo vệ tương tự như cáp DC. Việc lựa chọn cáp AC phức tạp hơn do dòng điện đầu ra khác nhau của biến tần
- Cách chọn cáp AC: chọn tiết diện dây dẫn AC dựa vào dòng điện định mức dây dẫn đó. Nếu tích giữa dòng điện định mức của dây dẫn, hệ số điều chỉnh công suất dòng điện và hệ số điều chỉnh đối với nhiệt độ môi trường lớn hơn dòng điện đầu ra của Inverter thì đạt yêu cầu. Ngược lại thì không đạt yêu cầu.

Bảng 2. 7 Bảng tra hệ số điều chỉnh đối với nhiệt độ môi trường

Hệ số hiệu chỉnh đối với nhiệt độ môi trường									
Nhiệt độ	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C	65 °C
Hệ số	1,03	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5	0,35

- Nhiệt độ môi trường ở nhà xưởng là 27,5°C nên ta sẽ có hệ số điều chỉnh là 1,03

Bảng 2.8 Bảng tra hệ số hiệu chỉnh công suất dòng điện

Bảng tra hệ số hiệu chỉnh công suất dòng điện theo số lõi trong dây cáp									
Số lõi	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hệ số	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70

- Dựa vào số lõi trong dây cáp AC trong hệ thống điện mặt trời là 4 lõi nên hệ số điều chỉnh công suất dòng điện là 0,75
  - Tính toán và chọn tiết diện dây AC
- Cách chọn: dựa vào dòng điện đầu ra của inverter là 158,8A thì ta sẽ giả sử chọn tiết diện dây AC có dòng điện định mức gần với dòng điện đầu ra của inverter để tính

Tiết diện ruột dẫn <i>Nominal area of conductor</i>	1 lõi (Single core)				2 lõi		3 và 4 lõi	
	2 cáp điện đặt cách khoảng		3 cáp điện tiếp xúc nhau theo hình 3 lá		<i>Two core</i>		<i>Three and four core</i>	
	<i>Two cables spaced</i>		<i>Trefoil touching</i>		Dòng điện định mức <i>Current ratings</i>	Độ sụt áp <i>Approximate volt drop per amp per metre</i>	Dòng điện định mức <i>Current ratings</i>	Độ sụt áp <i>Approximate volt drop per amp per metre</i>
	Dòng điện định mức <i>Current ratings</i>	Độ sụt áp <i>Approximate volt drop per amp per metre</i>	Dòng điện định mức <i>Current ratings</i>	Độ sụt áp <i>Approximate volt drop per amp per metre</i>				
mm <sup>2</sup>	A	mV	A	mV	A	mV	A	mV
1,5	33	32	29	25	32	29	27	25
2,5	44	20	38	15	41	17	35	15
4	59	11	53	9,5	55	11	47	9,5
6	75	9	66	6,4	69	7,4	59	6,4
10	101	4,8	86	3,8	92	4,4	78	3,8
16	128	3,2	110	2,4	119	2,8	101	2,4
25	168	1,9	142	1,5	158	1,7	132	1,5
35	201	1,4	170	1,1	190	1,3	159	1,1
50	238	0,97	203	0,82	225	0,94	188	0,82
70	292	0,67	248	0,58	277	0,66	233	0,57
95	349	0,50	297	0,44	332	0,49	279	0,42
120	396	0,42	337	0,36	377	0,40	317	0,35
150	443	0,36	376	0,31	422	0,34	355	0,29
185	497	0,31	423	0,27	478	0,29	401	0,25
240	571	0,26	485	0,23	561	0,24	462	0,21
300	640	0,23	542	0,20	616	0,21	517	0,18
400	708	0,22	600	0,19	693	0,19	580	0,17
500	780	0,20	660	0,18	-	-	-	-
630	856	0,19	721	0,16	-	-	-	-
800	895	0,18	756	0,16	-	-	-	-
1000	939	0,18	797	0,15	-	-	-	-

Hình 2.11 Bảng tiết diện dây AC

- Giả sử chọn tiết diện 35mm<sup>2</sup> có dòng điện định mức là 159A

$$\text{Đặt } I_{tt} = I_{dd} * K_T * K_P < I_{INV}$$

$$\text{Từ đó ta có } 159A * 1,03 * 0,75 = 122,8 < 158,8A$$

- Trong đó:

+ Itt là dòng điện sau khi tính toán



- + I<sub>dd</sub> là dòng điện định mức của dây dẫn
- + K<sub>T</sub> là hệ số điều chỉnh đối với nhiệt độ môi trường
- + K<sub>P</sub> là hệ số điều chỉnh công suất dòng điện
- + I<sub>INV</sub> là dòng điện đầu ra của inverter
  - + Đối với tiết diện cáp 35mm<sup>2</sup> ta thấy dòng điện tối đa để hoạt động không có sự cố thấp hơn dòng điện đầu ra tối đa của biến tần được sử dụng, nên không thể sử dụng cáp AC đã chọn trong trường hợp này, nên cáp 35mm<sup>2</sup> là chưa thoả mãn
- + Chọn tiết diện dây 70mm<sup>2</sup> có dòng điện định mức là 233A

$$I_{tt} = I_{dd} * K_T * K_P < I_{INV}$$

Từ đó ta có 233A \* 1,03 \* 0,75 = 179,9 > 158,8A

- Sau kết quả tính toán dòng điện tối đa để hoạt động không có sự cố lớn hơn dòng điện đầu ra tối đa của biến tần được sử dụng, nên sử dụng được cáp AC đã chọn trong trường hợp này, nên cáp 70mm<sup>2</sup> là thoả mãn

- Sau khi tính toán lựa chọn cáp từ inverter tới tủ hạ thế loại 0,4kV Dây cáp điện CXV là dòng dây cáp hiện hạ thế được cấu tạo ruột đồng và 2 lớp cách điện bằng XLPE, vỏ bọc bằng PVC (CU/XLPE/PVC). Tiết diện cáp lựa chọn như sau: tiết diện 3x70 mm<sup>2</sup> + 1x35 mm<sup>2</sup> có dòng điện định mức là 233V

- Từ bộ hòa lưới đến tủ điện AC và từ tủ điện AC đến MCCB, lưới điện hạ thế sử dụng dây đồng bọc 3 pha (4 dây) cỡ thích hợp

### 2.2.6 Yêu cầu hạ tầng

- Chủ đầu tư cần chuẩn bị trước cơ sở hạ tầng cho việc đấu nối và vận hành hệ thống như sau:

- + Khu vực dự kiến lắp đặt hạ trạm biến áp mới tại phần tường cuối nhà kho 21A và phần tường cạnh nhà kho 21B.
- + Hệ thống mạng Wifi Internet tại vị trí lắp đặt Inverter và tủ điện để kết nối hệ thống giám sát.
- + Mặt bằng các nhà kho phải được kiểm tra kết cấu trước khi lắp đặt giàn pin của hệ thống năng lượng mặt trời nhằm đảm bảo khả năng chịu lực và tính an toàn của dự án.

### 2.2.7 Tủ điện bảo vệ đóng cắt và thiết bị bảo vệ đóng cắt

#### a) Tủ điện

Tủ phân phối điện	Hãng sản xuất: DAT (Việt Nam)  - Tủ điện làm bằng thép, sơn tĩnh điện có khả năng chống gỉ, chịu được điều kiện khắc nghiệt của môi trường và đảm bảo được tính thẩm mỹ.
-------------------	--



- Có các ron cao su chống nước tràn vào, bảo vệ các thiết bị bên trong. Có thể thiết kế phù hợp để lắp đặt ngoài trời hoặc trong nhà.

- Thông số:

+ Tiêu chuẩn: IEC/EN 60439-1, IEC/EN 60529

+ Điện áp định mức: 220-230 / 380-415 VAC

+ Tần số định mức: 50 Hz / 60Hz

+ Điện áp tối đa: 1000 A

+ Cấp bảo vệ (IP): IP43 - IP 55

+ Độ tăng nhiệt tối đa: 50°C

+ Dòng cắt: 6kA - 50kA

### b) Thiết bị bảo vệ đóng cắt

Các MCB đóng cắt nguồn AC:



Chọn thiết bị đóng cắt của hãng: Schneider (Pháp)

Dòng cắt: 18kA

Điện áp hoạt động: 240VAC

Cấp bảo vệ: IP20.

Tiêu chuẩn: IEC 60947-2

## 2.3 Mô phỏng tính toán sản lượng điện nổi mái bằng phần mềm PVSyst

### 2.3.1 Giới thiệu về phần mềm PVSyst

- PV syst là một phần mềm phân tích hệ thống quang điện được phát triển bởi nhóm năng lượng tại Đại Học Geneva tại Thụy Sĩ. Phần mềm này có thể được sử dụng để phân tích tại bất kỳ địa điểm nào khi có dữ liệu khí tượng và bức xạ mặt trời. Nó được thiết kế để hỗ trợ nghiên cứu xác định quy mô, mô phỏng và phân tích dữ liệu của các hệ thống quang điện hoàn chỉnh bao gồm các chỉ tiêu về kinh tế và kỹ thuật từ đó các kỹ sư và các nhà nghiên cứu có được dữ liệu cần thiết để phân tích tính khả thi của dự án. PV Syst phù hợp cho các nghiên cứu điện mặt trời kết nối lưới, điện mặt trời vận hành độc lập và các hệ thống bơm năng lượng mặt trời

- PV syst V6.8.8 có 3 chức năng cơ bản bao gồm: thiết kế sơ bộ, thiết kế dự án, thu thập dữ liệu và phân tích dữ liệu khí tượng tại địa điểm thực hiện dự án. Chức năng thiết kế sơ bộ có ba hệ thống mà phần mềm mô phỏng là: hệ thống điện mặt trời hòa lưới, hệ thống điện mặt trời độc lập, hệ thống điện mặt trời cho các trạm bơm. Chức năng thiết kế dự án cũng có ba hệ thống mà phần mềm mô phỏng như thiết kế sơ bộ nhưng có thêm một phần nữa là hệ thống điện mặt trời hòa lưới DC. Ở

mỗi dự án mô phỏng, PV syst có thể tính toán tối ưu hóa hiệu suất chuyển đổi bức xạ Mặt trời thành điện năng. Đồng thời tính được giá thành đầu tư cho cả dự án. Trong nghiên cứu này, dùng hệ thống điện Mặt trời hòa lưới trong thiết kế sơ bộ để mô phỏng cho các tỉnh thành.

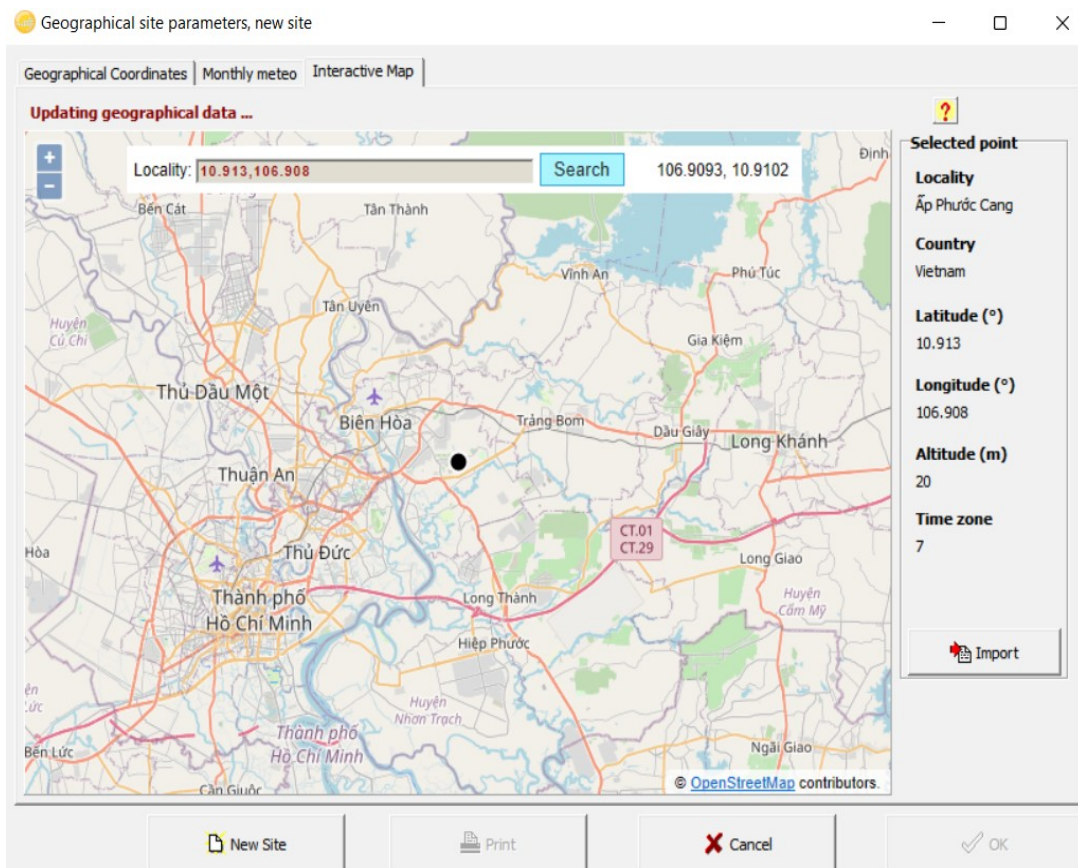
- Khi nhập tọa độ của địa điểm cần tính toán vào cơ sở dữ liệu, phần mềm sẽ xác định vị trí và thu thập được dữ liệu bao gồm mức trung bình bức xạ Mặt trời khuếch tán, trực tiếp và bức xạ theo phương ngang. Đồng thời, kết hợp với việc chọn loại pin, vị trí, cách lắp đặt tấm pin, phần mềm sẽ tính được sản lượng điện sinh ra trong một năm.

### 2.3.2 Thông số đầu vào của hệ thống điện điện Mặt trời trên mái nổi lưới

- Để mô phỏng hệ thống điện Mặt trời trên mái nổi lưới cần quan tâm đến các giá trị sau:

#### a) Giá trị bức xạ Mặt trời tại địa điểm cần mô phỏng

- Phần mềm PVsyst sẽ thu thập giá trị bức xạ mặt trời khi xác định được tọa độ của địa điểm cần mô phỏng. Nguồn dữ liệu bức xạ và các điều kiện khí tượng mà PVsyst sử dụng là dữ liệu của METEONORM. Dữ liệu này cung cấp dữ liệu hàng tháng cho hầu hết điểm trên toàn cầu và PVsyst sẽ sử dụng nguồn này theo mặc định nếu không có thông tin nào khác. Hình 2.11.



Hình 2.12 Thu thập dữ liệu bức xạ Mặt trời

- Ngoài ra, cũng có thể chọn dữ liệu vệ tinh từ dự án NASA-SSE làm nguồn dữ liệu. Hơn nữa, PVsyst cho phép dễ dàng truy cập vào một số nguồn công khai trực tiếp từ Web như SolarGIS hoặc Satelligence. Giá trị của bị bức xạ Mặt trời được thu thập từ kho dữ liệu của Meteonorm có độ tin cậy cao và NASA-SSE cũng vậy. Giá trị bức xạ là một trong những dữ liệu quan trọng để phần mềm tính toán ra sản lượng điện. Hình 1 minh họa cho việc thu thập dữ liệu bức xạ Mặt trời của chương trình PVsyst.

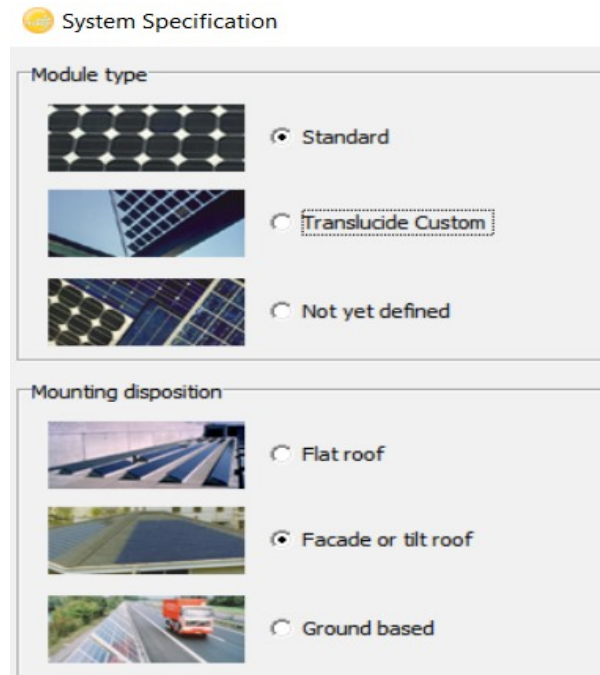
### b) Thiết đặt thông số kỹ thuật của hệ thống pin quang điện

- Thông số kỹ thuật của hệ thống pin quang điện được chọn dựa trên diện tích có thể lắp đặt pin, công suất đặt, sản lượng hàng năm xem Hình 2.12

Hình 2.13 Thiết kế các thông số kỹ thuật

### c) Thiết đặt phương án lắp đặt pin quang điện trên mái

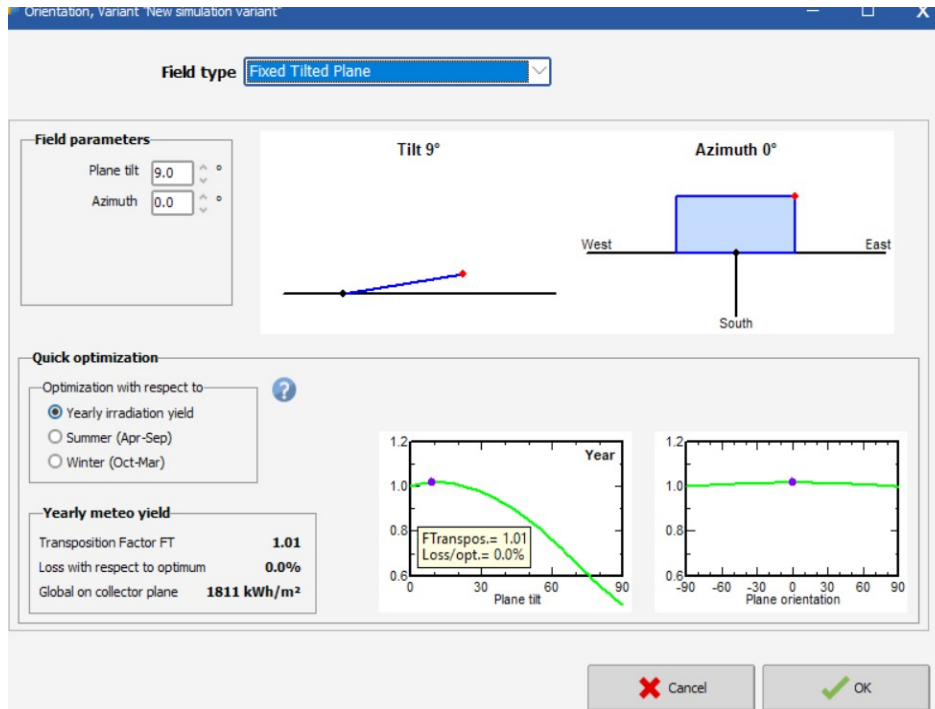
- Để thiết kế một hệ thống điện Mặt trời trên mái cần phải có diện tích để lắp đặt các tấm pin. Mặt phẳng mái chính là khoảng diện tích để lắp đặt những tấm pin năng lượng mặt trời. Có nhiều loại mặt phẳng mái như là: mái bằng, mái nghiêng hoặc phía trước nhà, hay để nghiêng trên mặt đất. Cách bố trí các tấm pin đặt trên mặt phẳng sao cho vừa có thẩm mỹ, vừa tiện ích, vừa tận dụng được tối đa diện tích còn trống. Phần mềm PV Syst cho phép thiết đặt các phương án Pin quang điện trên mái như Hình 2.14.



Hình 2.14 Chọn cách bố trí tấm pin

#### d) Độ nghiêng và hướng của tấm pin quang điện

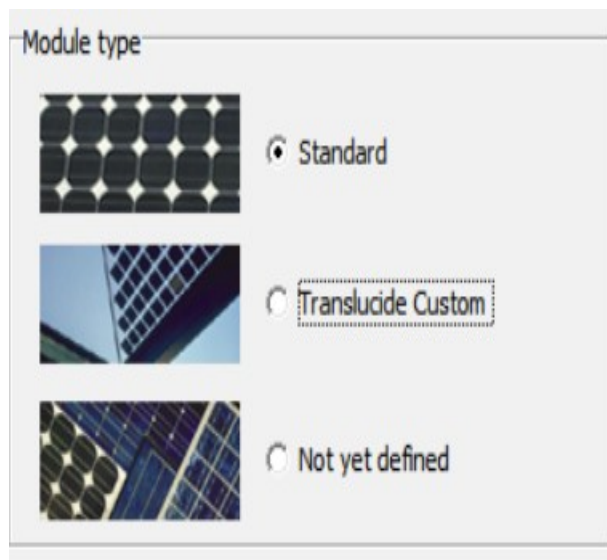
- Trong thiết kế hệ thống điện Mặt trời hòa lưới phải chọn độ nghiêng và hướng của tấm pin bởi vì chúng sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất của hệ thống. Nếu chọn độ nghiêng đặt tấm pin không đúng sẽ làm cho tấm pin không hấp thu tối đa bức xạ mặt trời. Ngoài ra hướng đặt cũng rất quan trọng, nếu đặt không phù hợp cũng ảnh hưởng đến việc tiếp nhận nguồn bức xạ mặt trời. Ở đây hướng được hiểu là góc giữa hướng Nam và các tấm pin đối diện. Có nhiều cách để lắp đặt tấm pin năng lượng Mặt trời như: Lắp cố định theo một hướng, lắp trên một trục có thể xoay tấm pin theo đường đi của mặt trời, lắp trên hai trục để có thể điều chỉnh độ nghiêng và cả hướng của tấm pin. Độ nghiêng sẽ giúp đạt mức hấp thu bức xạ tối ưu khác nhau cho mỗi tháng trong năm. Giá trị bức xạ năng lượng Mặt trời được thu thập sẽ lớn hơn nếu chọn độ nghiêng tấm pin tối ưu cho mỗi tháng. Tuy nhiên, thường chọn cách lắp đặt cố định nhằm dễ vận hành và bảo trì. Do đó, tấm pin cần phải được đặt đúng độ nghiêng và đúng hướng nhất định sao cho tấm pin nhận được lượng bức xạ Mặt trời tối đa để tạo ra sản lượng điện cao nhất (Hình 2.15).



Hình 2.15 Thiết lập độ nghiêng và hướng của dàn pin quang điện

**e) Loại modul của tấm pin quang điện**

- Trong thiết kế sơ bộ hệ thống điện Mặt trời hòa lưới, phần mềm PV syst thiết đặt ba lựa chọn mô đun quang điện. Thứ nhất, chọn theo loại “chuẩn” là các cell đã được bố trí cố định theo chuẩn có sẵn. Thứ hai, chọn theo “tùy Anh” của người thiết kế là người thiết kế có thể tự phân bố, sắp xếp các cell pin thành modul pin. Thứ ba, chọn theo loại “không xác định” là các cell pin chưa bố trí theo kích cỡ nào. Hình 2.16 các thiết đặt mô đun pin quang điện trong phần mềm PV syst.



Hình 2.16 Thiết đặt công nghệ pin quang điện của phần mềm PV Syst

### f) Cách làm mát cho tấm pin quang điện

- Trong thiết kế hệ thống điện Mặt trời hòa lưới, điều kiện khí hậu ảnh hưởng trực tiếp đến sản lượng điện. Nếu nhiệt độ của tấm pin quá nóng sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất của tấm pin. Do đó khi thiết kế mô phỏng phải lưu ý đến yếu tố này. PVsyst đưa ra ba lựa chọn cách làm mát pin là: đặt tự do, có thông gió và không thông gió như

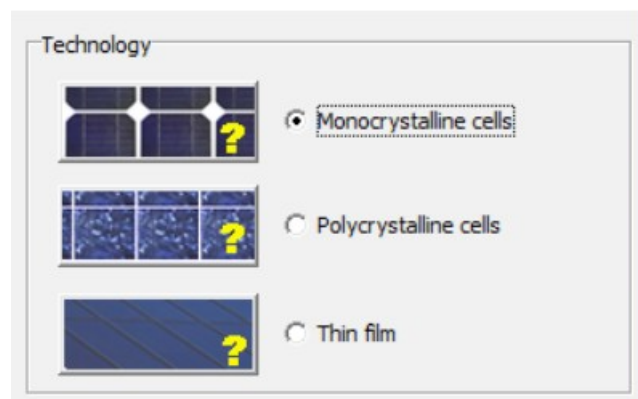
Hình 2.17



Hình 2.17. Loại làm mát cho pin năng lượng Mặt trời

### g) Công nghệ tấm pin quang điện

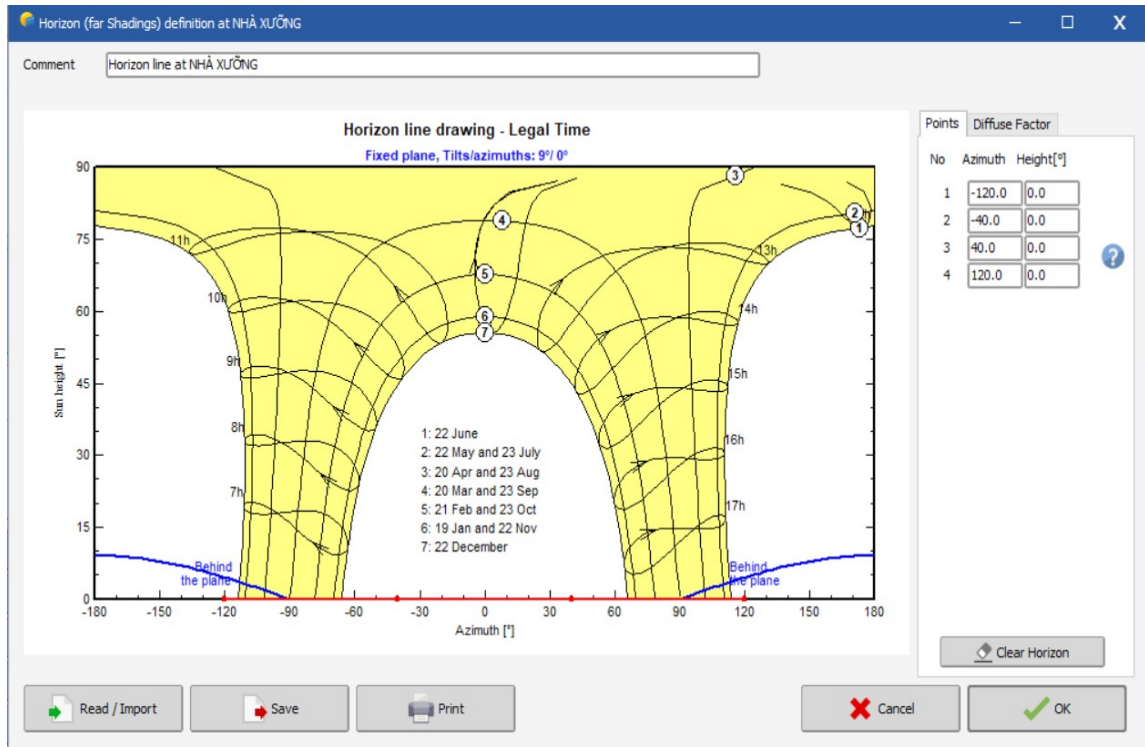
- Công nghệ để sản xuất Pin năng lượng Mặt trời hiện nay gồm: Pin đơn tinh thể, đa tinh thể, mạng tinh thể, vô định hình. Hình 2.18 các thiết đặt lựa chọn công nghệ pin quang điện.



Hình 2.18 Công nghệ pin năng lượng Mặt trời

### h) Đường đi của Mặt trời

- Là hướng chiếu bức xạ, chọn hướng đi của Mặt trời sao cho tấm pin hấp thụ hết bức xạ để tạo ra sản lượng điện cao nhất Hình 2.19 biểu đồ đường đi của bức xạ mặt trời.



Hình 2.19 Đường đi của mặt trời

### 2.3.3 Các bước thiết lập tính toán trên phần mềm PV Syst

\* Các bước tính toán sản lượng điện Mặt trời trên mái nổi lưới như sau:

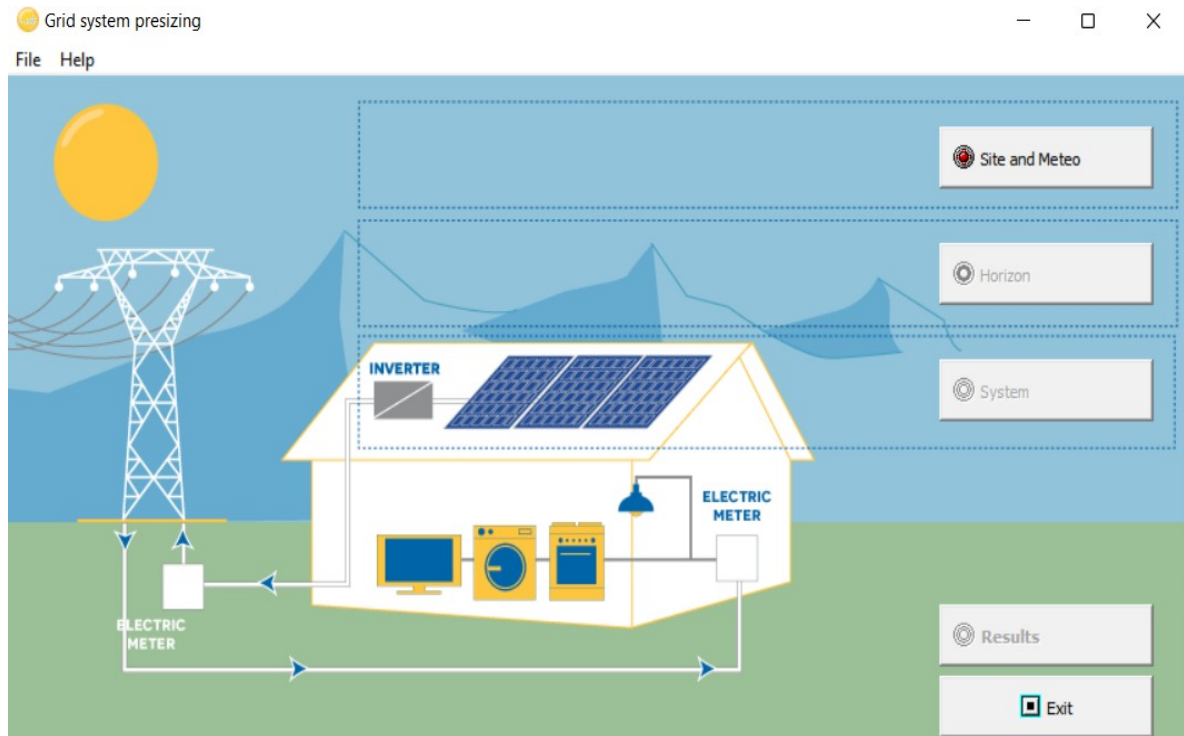
- Bước 1: Từ giao diện chính của phần mềm chọn Preliminary/GridConnected.





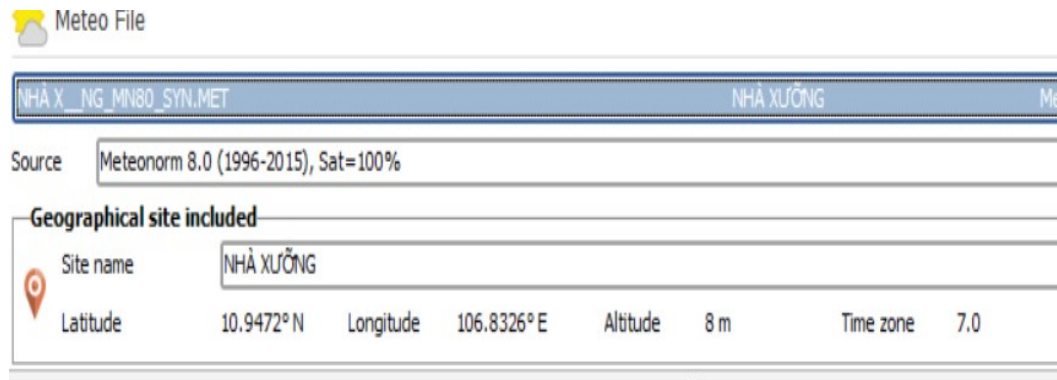
Hình 2.20 Giao diện chính của phần mềm PV syst

- Bước 2: Cửa sổ Grid System presizing project xuất hiện chọn Site and Meteo.



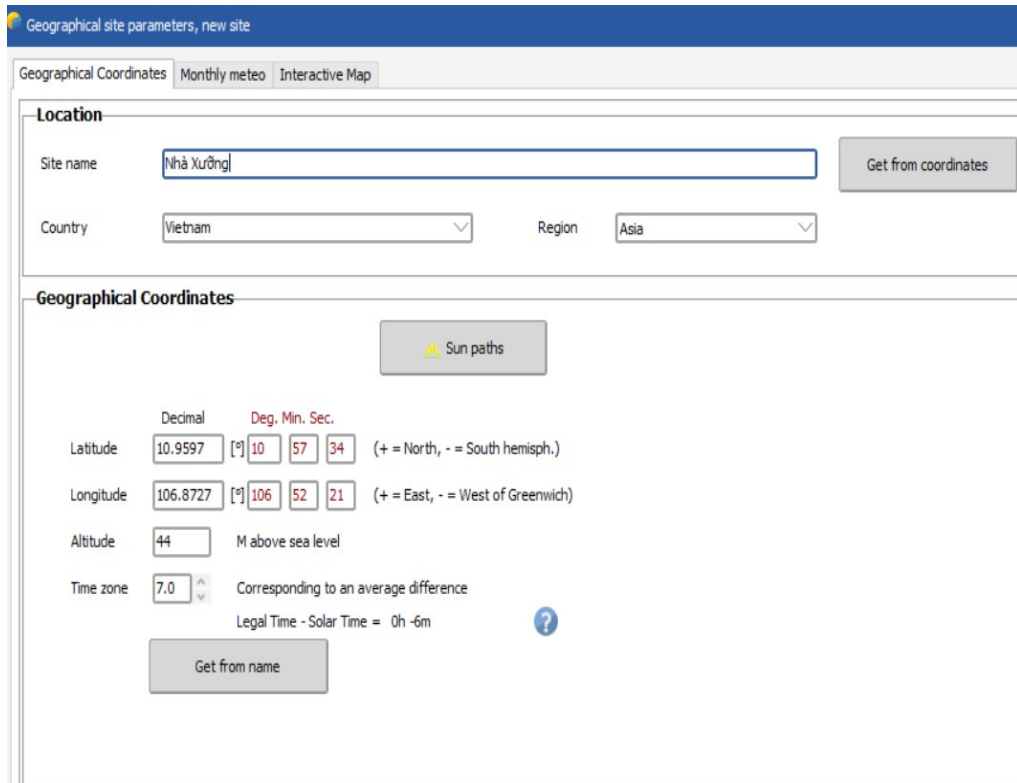
Hình 2.21 Giao diện thiết đặt các thông số tính toán

- Bước 3 Cửa sổ Projects location xuất hiện để thiết lập các thông số đầu vào.



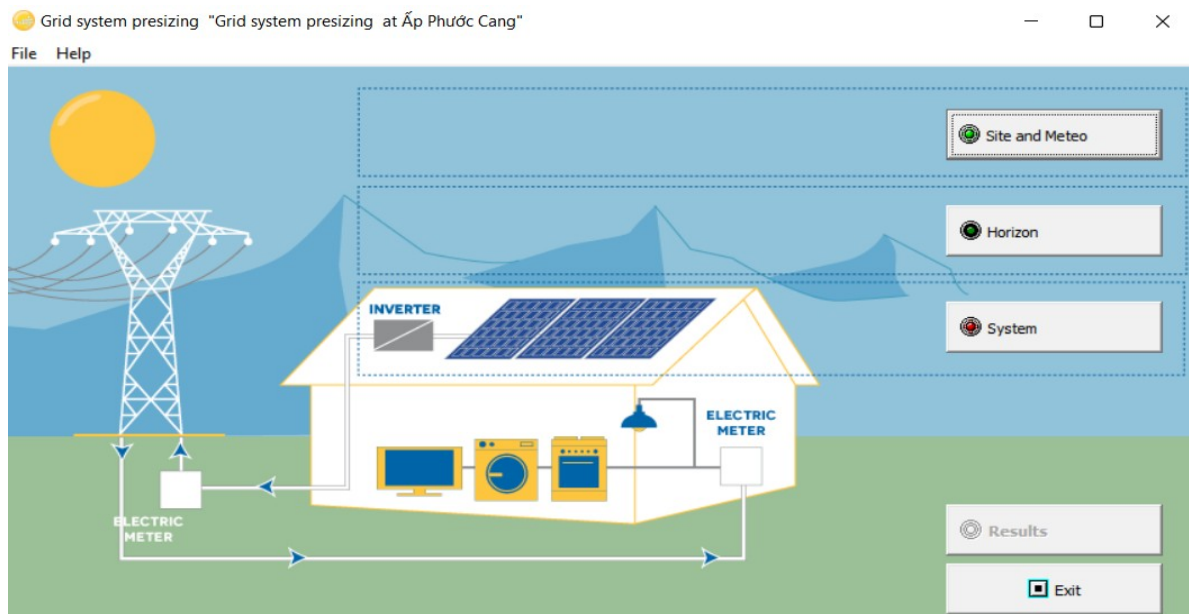
Hình 2.22 Thiết đặt của số Project's location

+ Trong trường hợp này khai báo dự án tại Ấp Phước Cảng ; Tab Country lựa chọn đất nước sẽ lấy dữ liệu bức xạ mặt trời. Phần mềm PV Syst tích hợp hai cơ sở dữ liệu lớn của thế giới là NASA và Meteononn do đó có thể tùy chọn bất cứ Quốc Gia nào cần lấy dữ liệu bức xạ mặt trời, Tab Site lựa chọn địa điểm lấy bức xạ mặt trời. Trong trường hợp cần thay đổi vị trí thiết lập vị trí bức xạ Mặt trời chọn Open Site của sổ Geographical Coordinates xuất hiện chọn Show map để tìm vị trí cần lấy dữ liệu bức xạ Mặt trời (Hình 2.23).



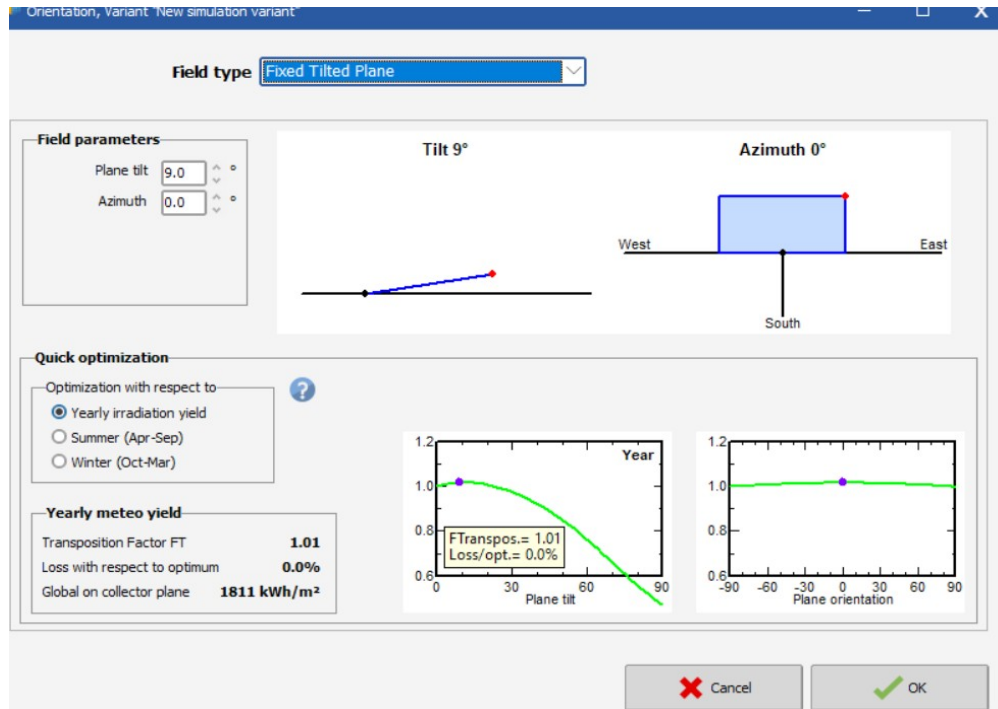
Hình 2.23 Thiết đặt địa điểm lấy thông số bức xạ Mặt trời

- Bước 4: Chọn System để khai báo các dữ liệu cho hệ thống (Hình 2.24).



Hình 2.24 Giao diện “system” của phần mềm

- Sau khi chọn System cửa sổ System Specification xuất hiện để thiết lập các thông số kỹ thuật của hệ thống (Hình 2.25).

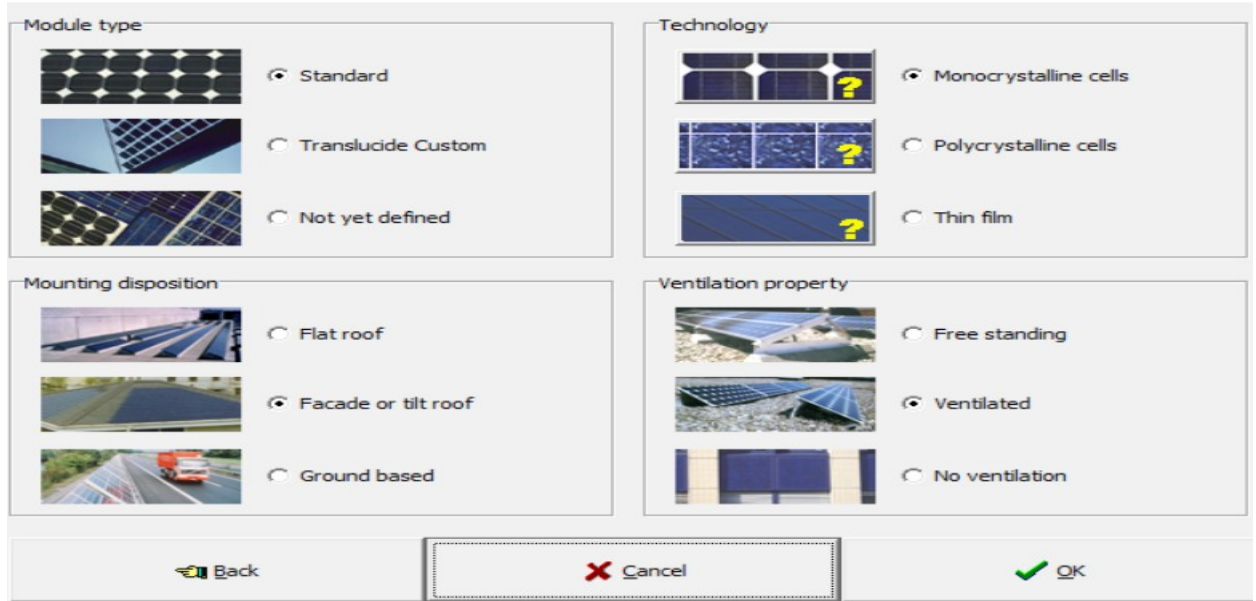


Hình 2.25 Thiết lập hệ thống

- Trong Tab Array specification có ba sự lựa chọn:

- + Active area: lựa chọn này hệ thống sẽ tự động tính toán sản lượng, công suất lắp đặt sản lượng điện khi người dùng khai báo diện tích còn trống trên Mái.
- + Nominal Power: lựa chọn này người dùng chỉ cần thiết lập công suất lắp đặt mong muốn phần mềm sẽ tính toán sản lượng điện và diện tích trên mái cần để lắp đặt.
- + Annual yield: lựa chọn này người dùng thiết lập sản lượng điện mong muốn phần mềm sẽ tính toán công suất lắp đặt, diện tích còn trống trên mái. | Bên cạnh đó người dùng cần phải thiết lập hướng và góc nghiêng của Pin quang điện. Trong trường hợp này tác giả chọn hướng chính nam và góc nghiêng là 30°.

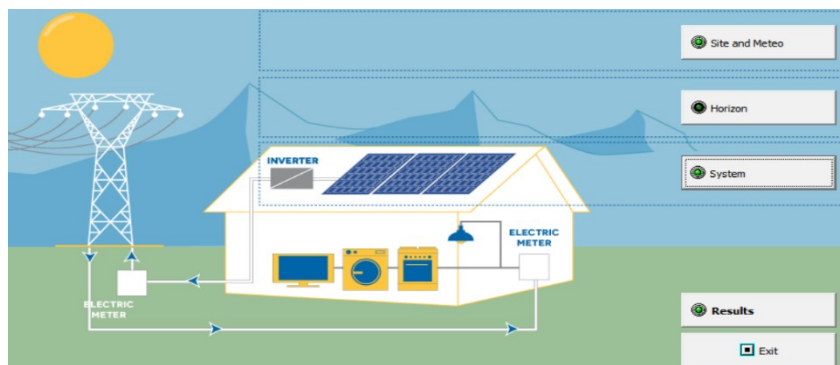
-Bước 5: Sau khi hoàn thành Bước 4 chọn NEXT để thiết lập công nghệ Pin Quang Điện, cách làm mát và cách lắp đặt mô đun cho hệ thống (xem Hình 2.26).



Hình 2.26 Thiết lập công nghệ pin quang điện

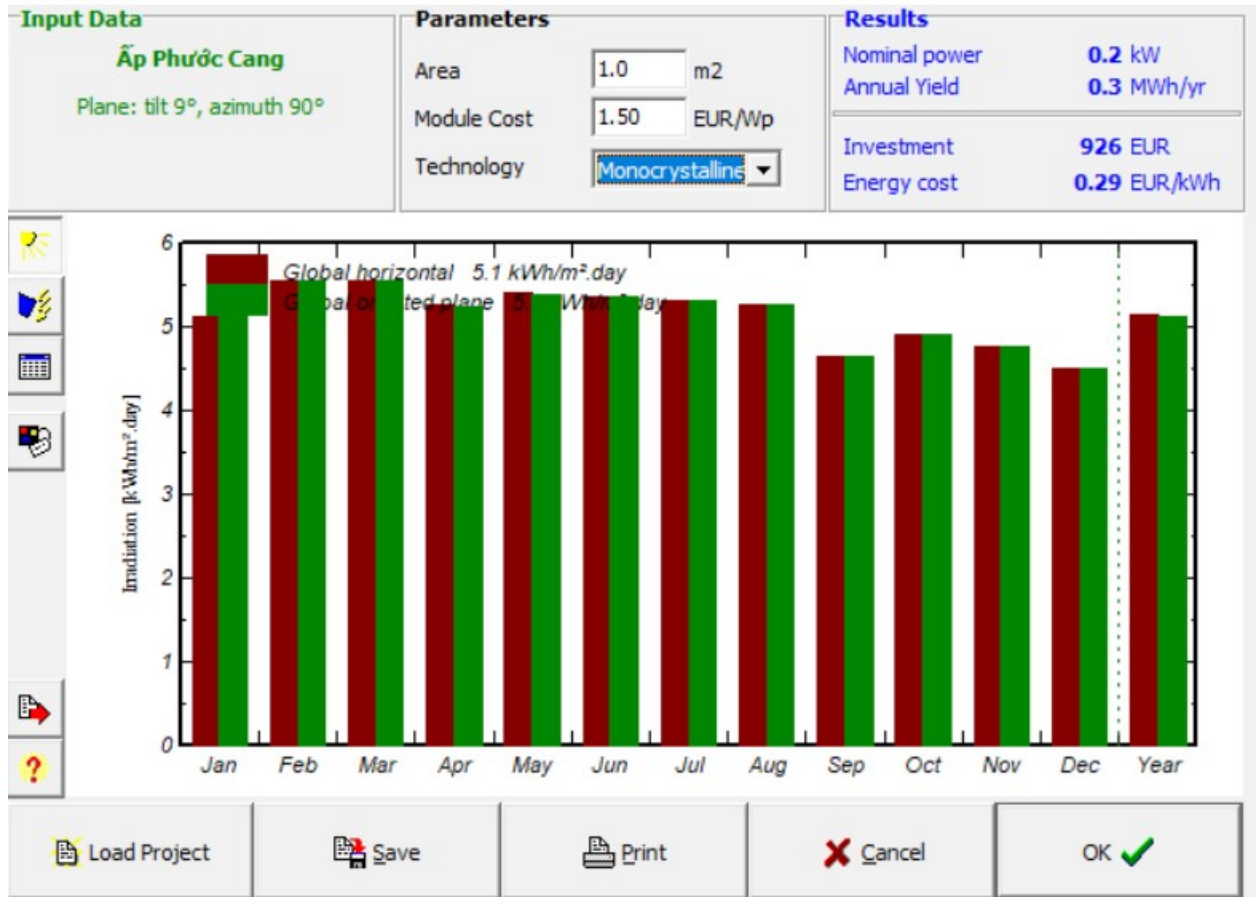
Sau khi thiết lập công nghệ pin quang điện cho hệ thống chọn Ok để tiếp tục bước tiếp theo.

- Bước 6: Xem kết quả tính toán người dùng chọn vào Results



Hình 2.27 Xem kết quả (Results)

- Xem kết quả Sau khi chọn Results kết quả tính toán sẽ hiển thị trong cửa sổ Results (Hình 2.27).



Hình 2.28 Kết quả sau khi tính toán

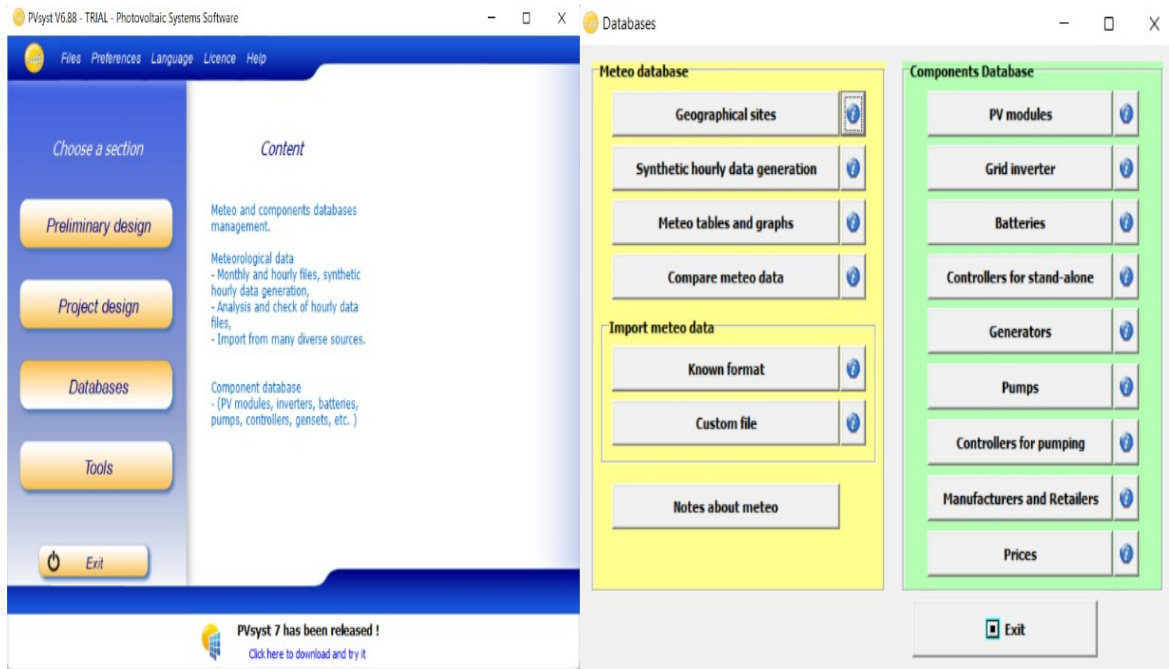
- Theo Hình 2.28 của Sổ kết quả hiển thị các kết quả mô phỏng bao gồm: Công suất lắp đặt, diện tích lắp đặt, sản lượng điện chi phí đầu tư cho hệ thống.

### 2.3.4 Các bước thiết lập mô phỏng dự án nhà máy điện Mặt trời quang điện

#### \*Thiết lập thông số dữ liệu

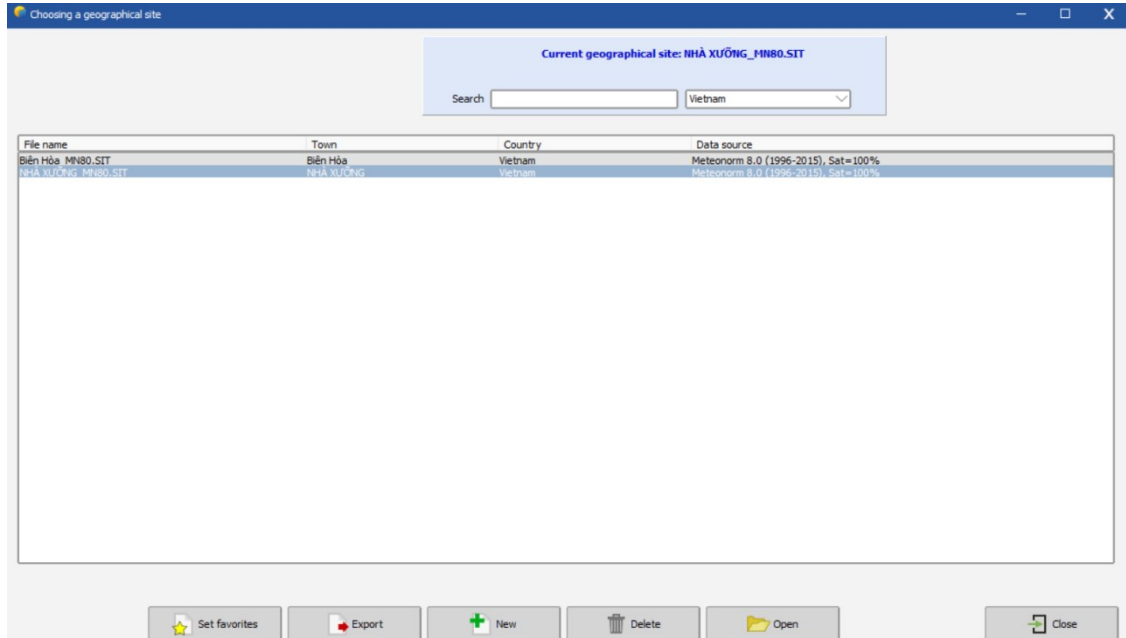
- Thông số dữ liệu mặc định của phần mềm bao gồm dữ liệu về bức xạ Mặt trời một số địa điểm trên thế giới, dữ liệu về các loại pin quang điện phổ biến trên thị trường cũng như inverter. Tuy nhiên trong quá trình tính toán các thông số về dữ liệu bức xạ Mặt trời thường không đáp ứng được yêu cầu do đặc điểm của khí hậu của các dự án là khác nhau do đó cần thiết đặt thông số bức xạ mặt trời. Để thiết đặt thông số bức xạ Mặt trời cần tiến hành theo các bước sau:

+ Bước 1: Trong giao diện chính của phần mềm chọn Databases. Cửa sổ Databases xuất hiện. Trong trường hợp này cần thiết lập mới dữ liệu bức xạ Mặt trời chọn Geographical sites như Hình 2.29.



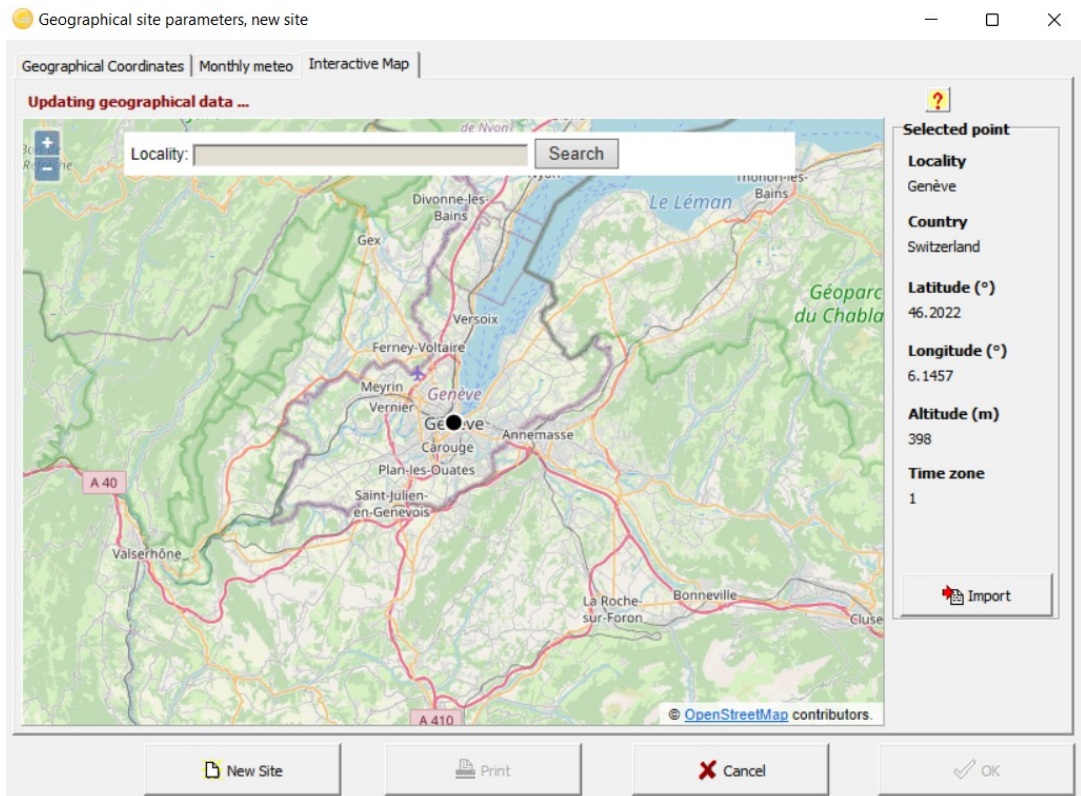
Hình 2.29 Cửa sổ giao diện chính và Database

+ Bước 2: Khi chọn Geographical sites sẽ xuất hiện cửa sổ component choice. Cửa sổ này liệt kê tất cả những vị trí đã có số liệu bức xạ mặt trời. Để thiết lập vị trí mới chọn New (Hình 2.30).



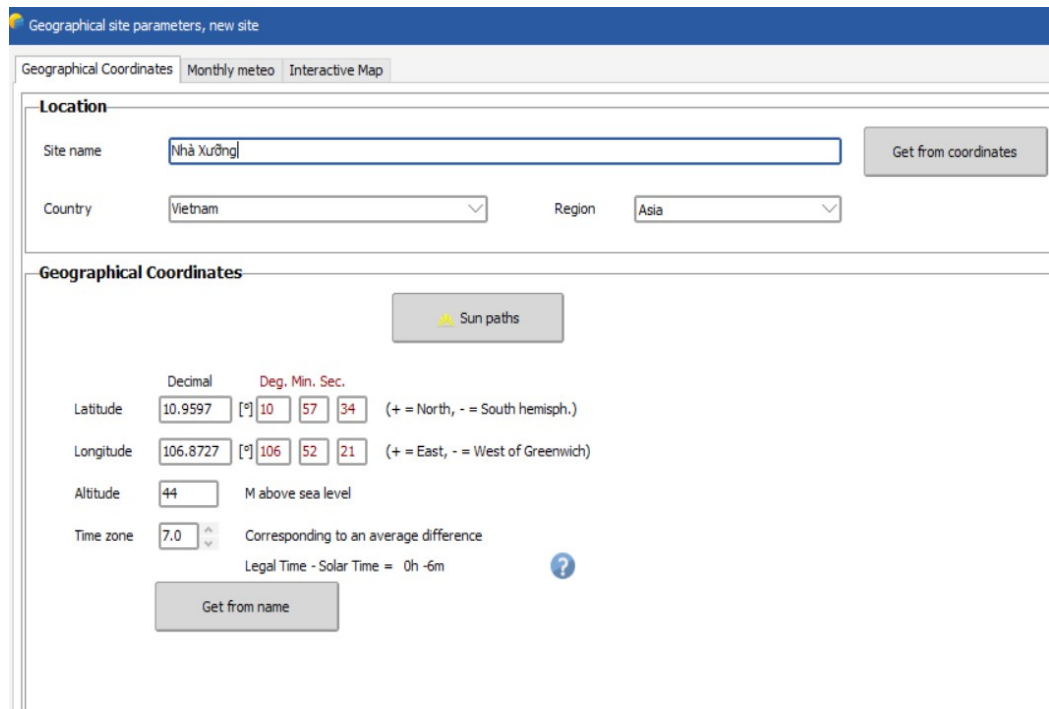
Hình 2.30 Cửa sổ component choice

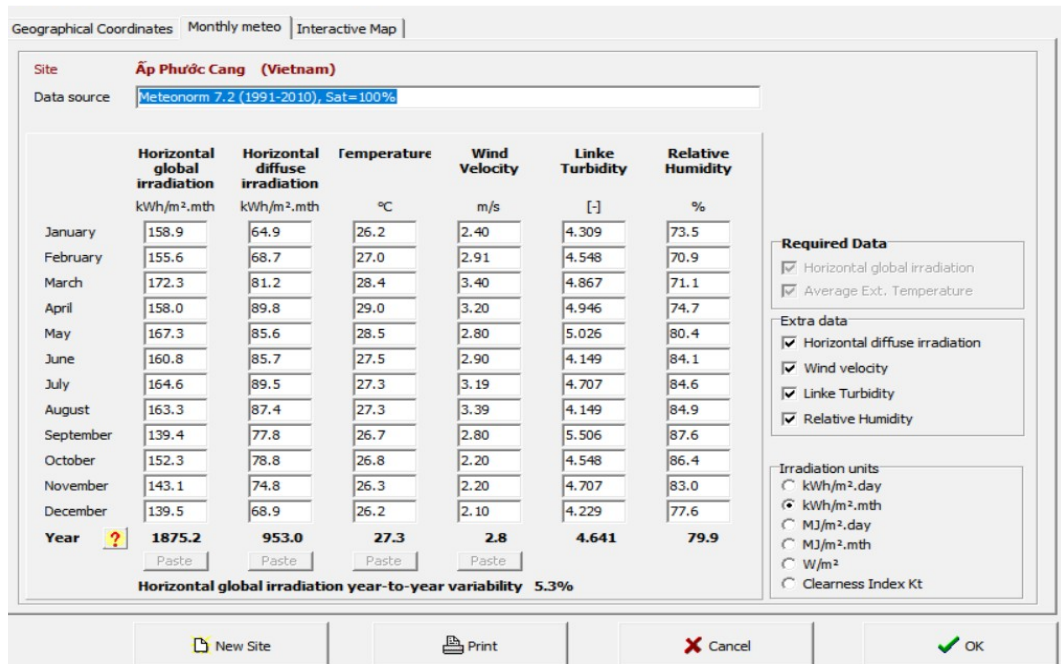
+ Bước 3: Cửa sổ New xuất hiện chọn vị trí xây dựng nhà máy trên bản đồ để lấy số liệu bức xạ Mặt trời (Hình 2.31).



Hình 2.31 Chọn địa điểm lấy dữ liệu bức xạ Mặt trời

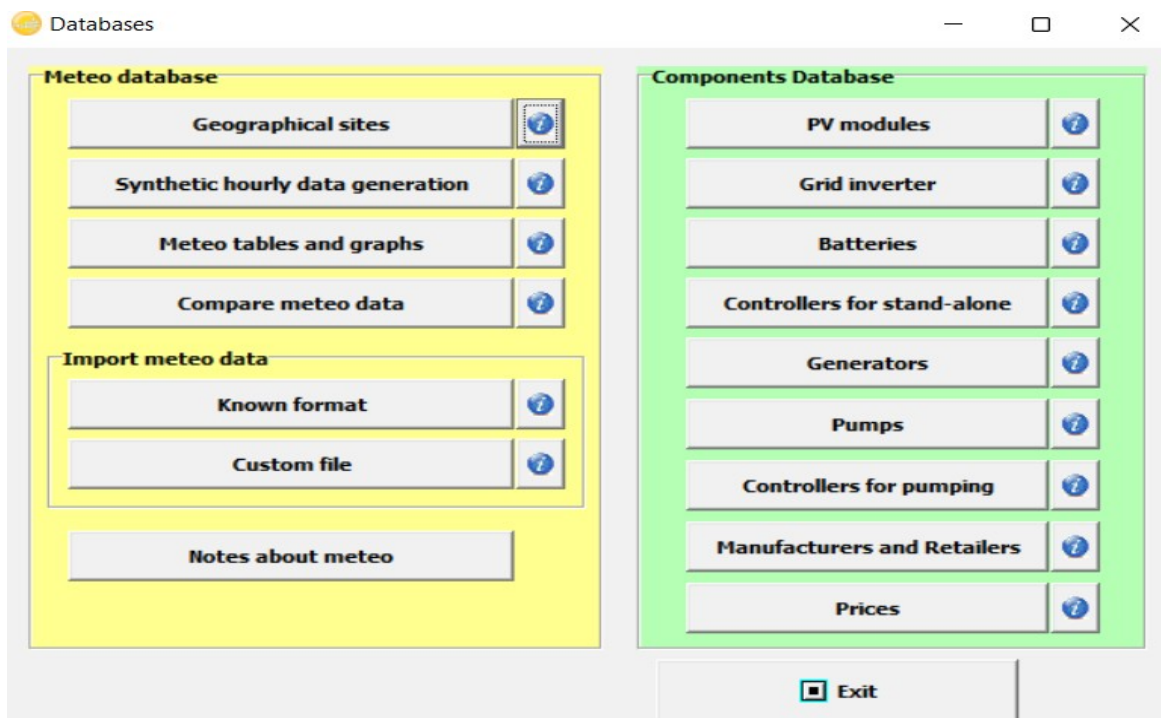
+ Bước 4: Thiết lập thông số bức xạ mặt trời. Sau khi chọn vị trí trên bản đồ chọn Import sẽ xuất hiện cửa sổ như Hình 2.32. Dữ liệu bức xạ Mặt trời sẽ được đưa vào hệ thống sẵn sàng cho các bước tiếp theo.



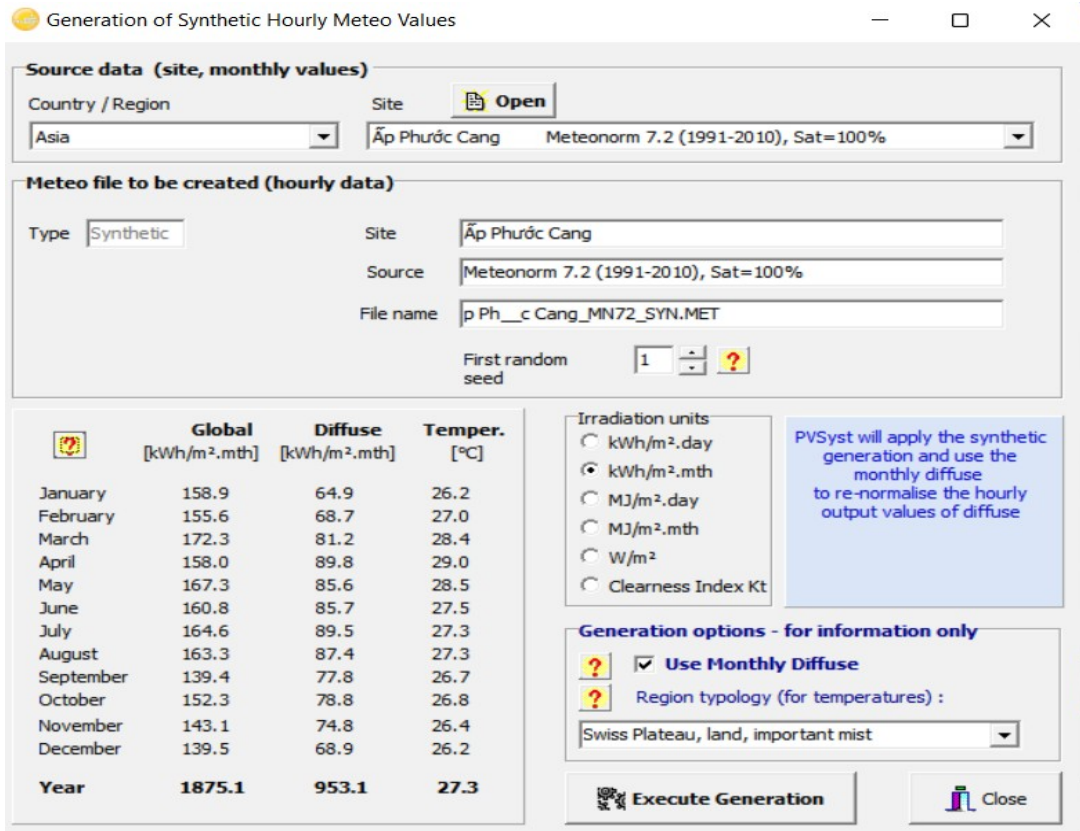


Hình 2.32 Thiết lập thông số bức xạ Mặt trời

+ Bước 5: Tạo dữ liệu bức xạ theo giờ. Dữ liệu bức xạ Mặt trời cần được nội suy theo giờ. Để tạo dữ liệu theo giờ người dùng chỉ cần chọn Synthetic hourly data generation như Hình 2.33 sau đó nhấn Excute Generation để kết thúc quá trình nội suy dữ liệu. Sau khi hoàn thành bước này dữ liệu bức xạ Mặt trời đã sẵn sàng để đưa vào mô hình tính toán tiếp theo.

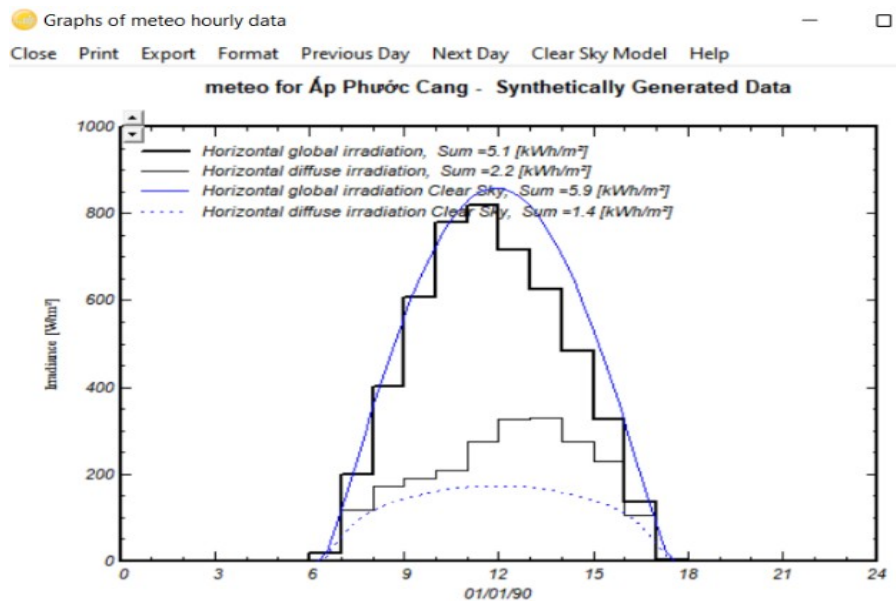






Hình 2.33 Tạo dữ liệu bức xạ theo giờ

- Bên cạnh đó phần mềm PV Syst còn có tính năng vẽ các biểu đồ liên quan đến bức xạ Mặt trời bằng cách chọn Meteo table and Graphs ở cửa sổ Databases như Hình 2.34. Các biểu đồ này thuận tiện cho việc viết các báo cáo kỹ thuật, người dùng có thể tùy chọn theo ngày, theo tháng, theo năm.



Hình 2.34 Vẽ biểu đồ bức xạ Mặt trời

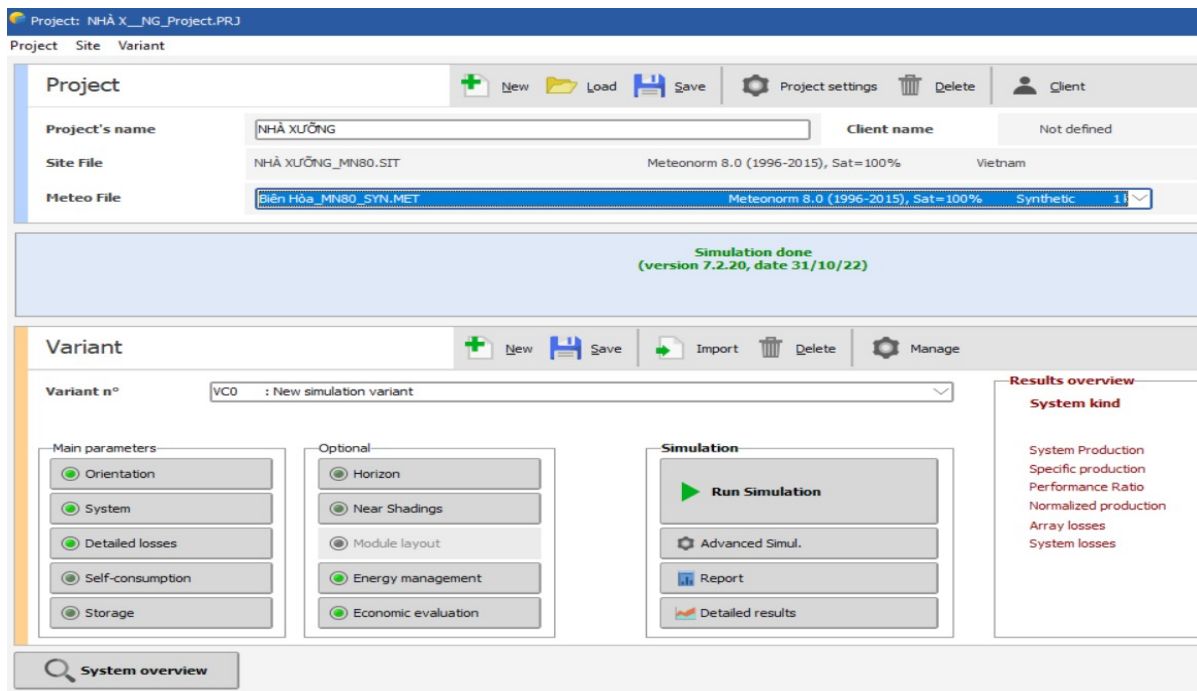
\* Mô phỏng dự án điện Mặt trời nổi lưới

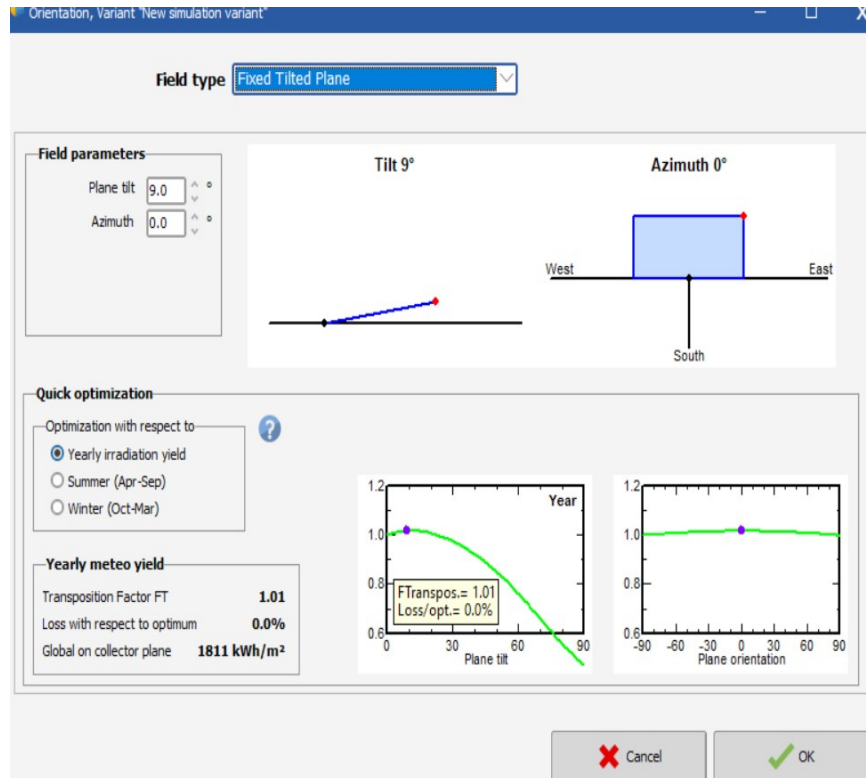
+ Bước 1: Tại giao diện chính chọn Project Design Grid Connected như Hình 2.35.



Hình 2.35 Giao diện chính của Tab thiết kế dự án

+ Bước 2: Thiết lập các thông số mô phỏng. Để mô phỏng các thông số cho dự án điện Mặt trời nổi lưới cần thiết lập các thông số như là Site Meteo, Orientation, System, Horizon, Near Shading (Hình 2.36).





Hình 2.36 Thiết lập hướng và góc nghiêng của dàn pin quang điện

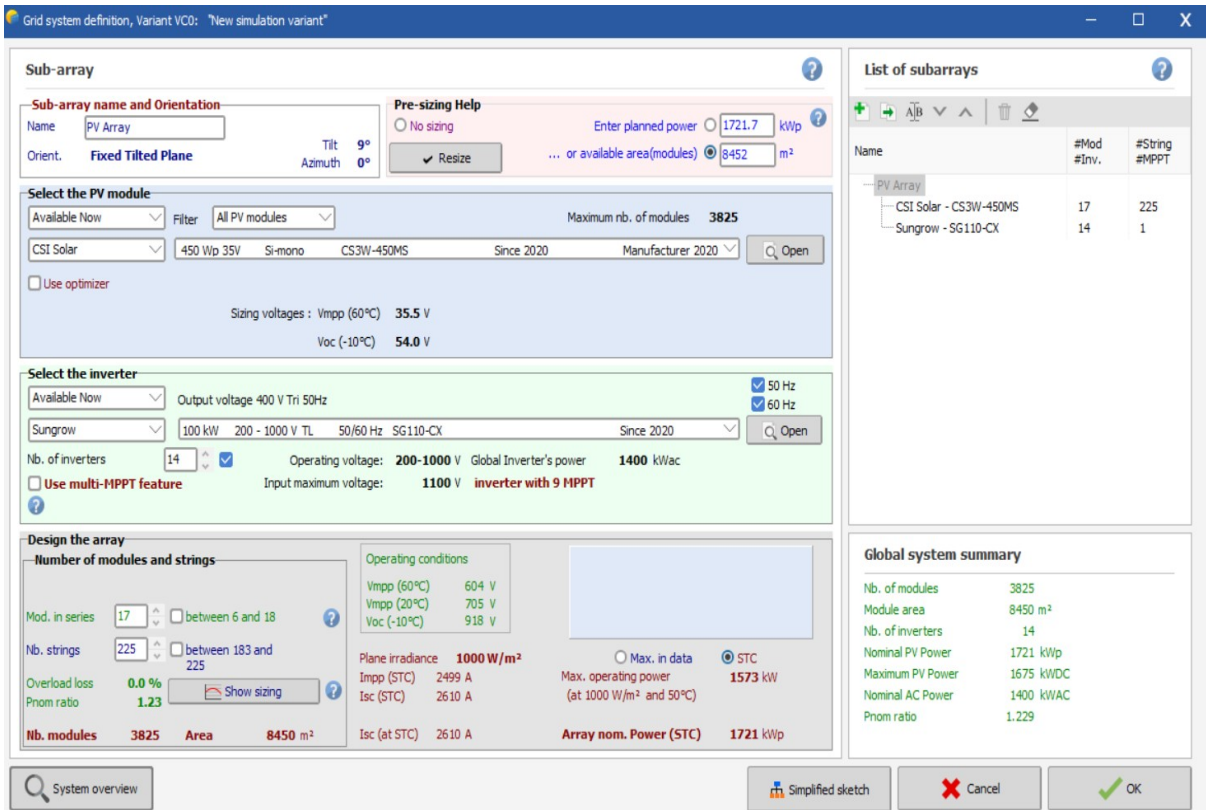
(1) Site Meteo: chọn vị trí mô phỏng (Vị trí này đã thiết lập giá trị bức xạ mặt trời, trong trường hợp chưa xác lập giá trị bức xạ Mặt trời cần phải thiết lập như hướng dẫn ở phần trên.

(2) Orientation: Thiết lập hướng và góc nghiêng

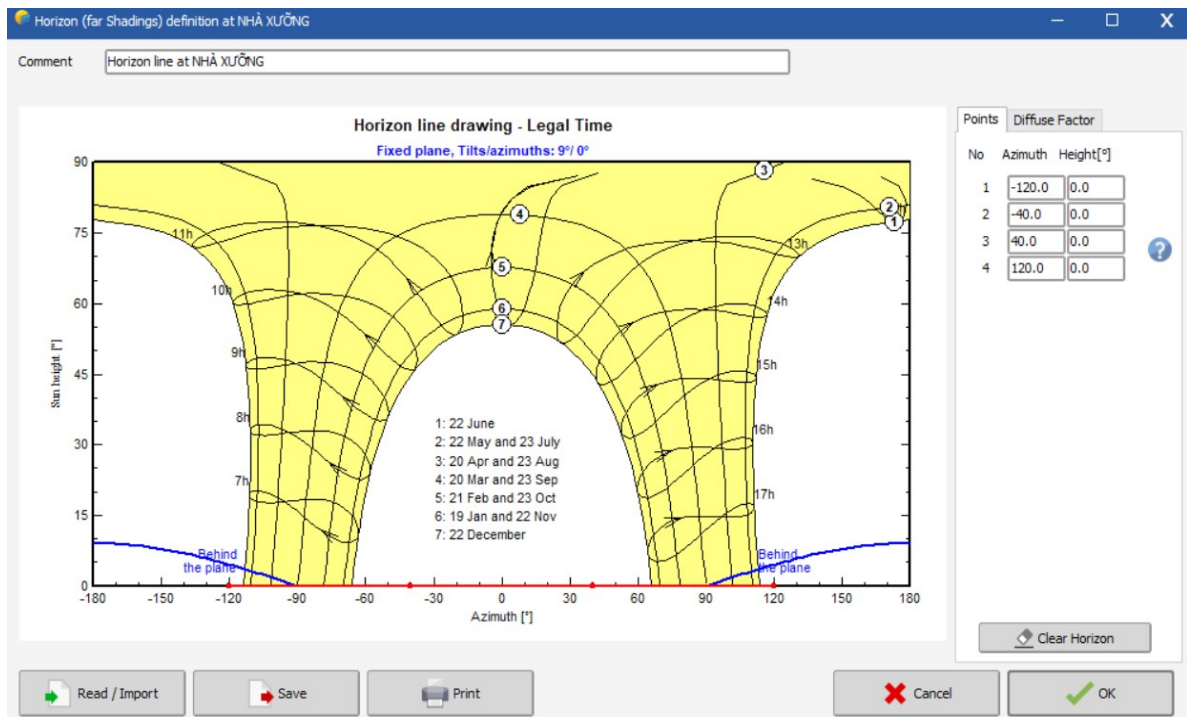
(3) System: Thiết lập các thông số kỹ thuật cho hệ thống. Bước này cần phải thiết lập công suất lắp đặt của hệ thống, lựa chọn loại pin quang điện, loại biến đổi điện, số lượng và công suất của nó. Công cứ vào công suất lắp đặt, bộ biến đổi điện hệ thống sẽ đề nghị phương án mắc nối tiếp và song song sao cho phù hợp (Hình 2.36).

(4) Horizon: Đồ thị mô phỏng đường đi của Mặt trời theo giờ. Phần mềm Pv Syst căn cứ vào thông số cài đặt hướng và góc nghiêng của pin quang điện tại vị trí đã cài đặt sẽ vẽ đường đi của Mặt trời Hình 2.36.

(5) Near Shading: Trong trường hợp khu vực lắp đặt hệ thống pin quang điện có bóng đổ gây ảnh hưởng đến hệ thống cần phải thiết lập các thông số để phần mềm PV Syst mô phỏng sự ảnh hưởng của bóng đổ đến sản lượng điện. Thông thường các dự án trang trại điện Mặt trời được xây dựng trên diện tích lớn, mặt bằng được san lấp bằng phẳng nên không chịu ảnh hưởng của bóng đổ đến hệ thống.

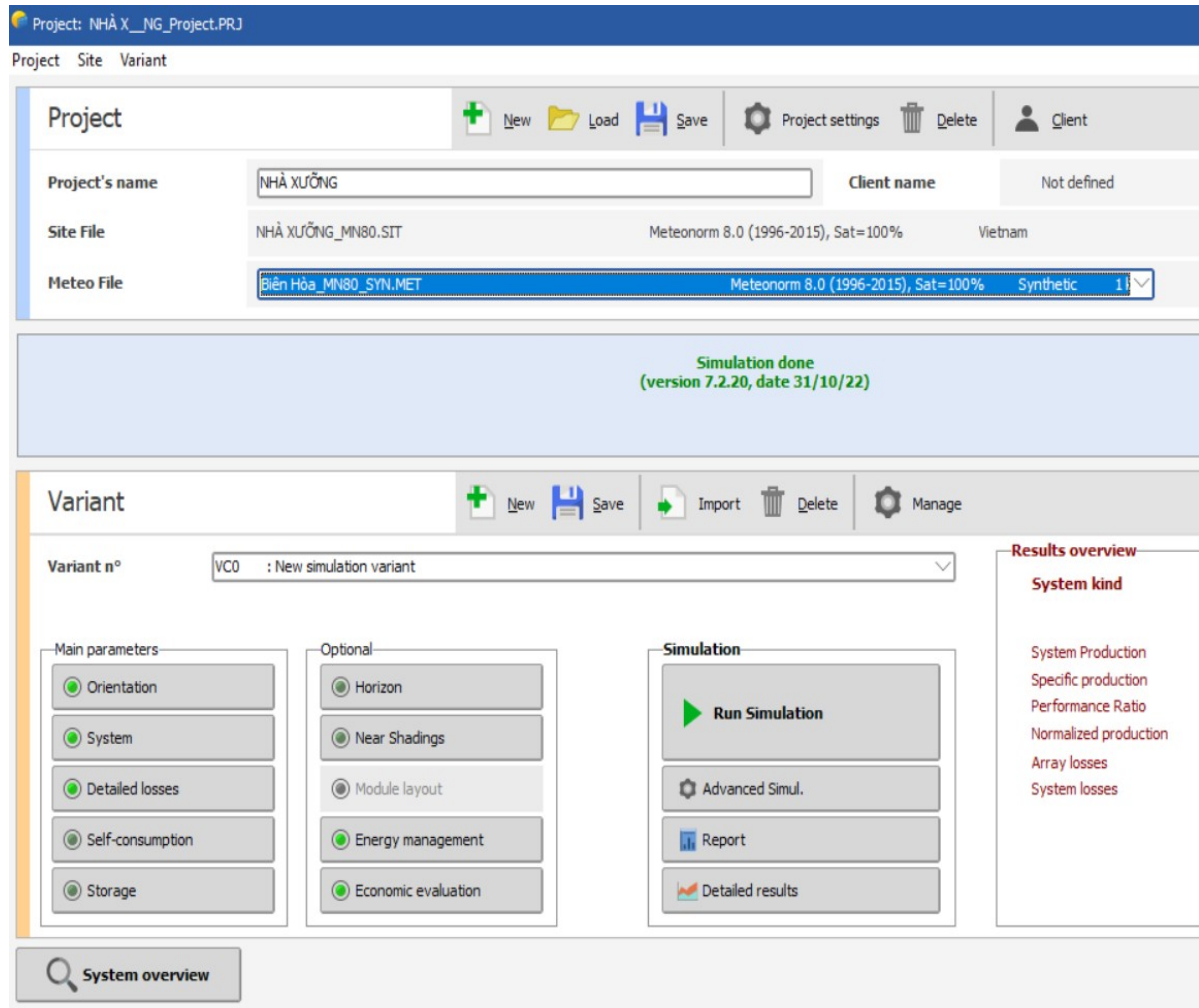


Hình 2.37 Thiết đặt thông số kỹ thuật cho hệ thống



Hình 2.38 Đường đi của Mặt trời và góc nghiêng của pin quang điện

+ Bước 3. Mô phỏng. Sau khi thiết lập đầy đủ các thông số nhấn vào nút Run simulation để phần mềm tính toán các số liệu cần thiết cho dự án (Hình 2.39).



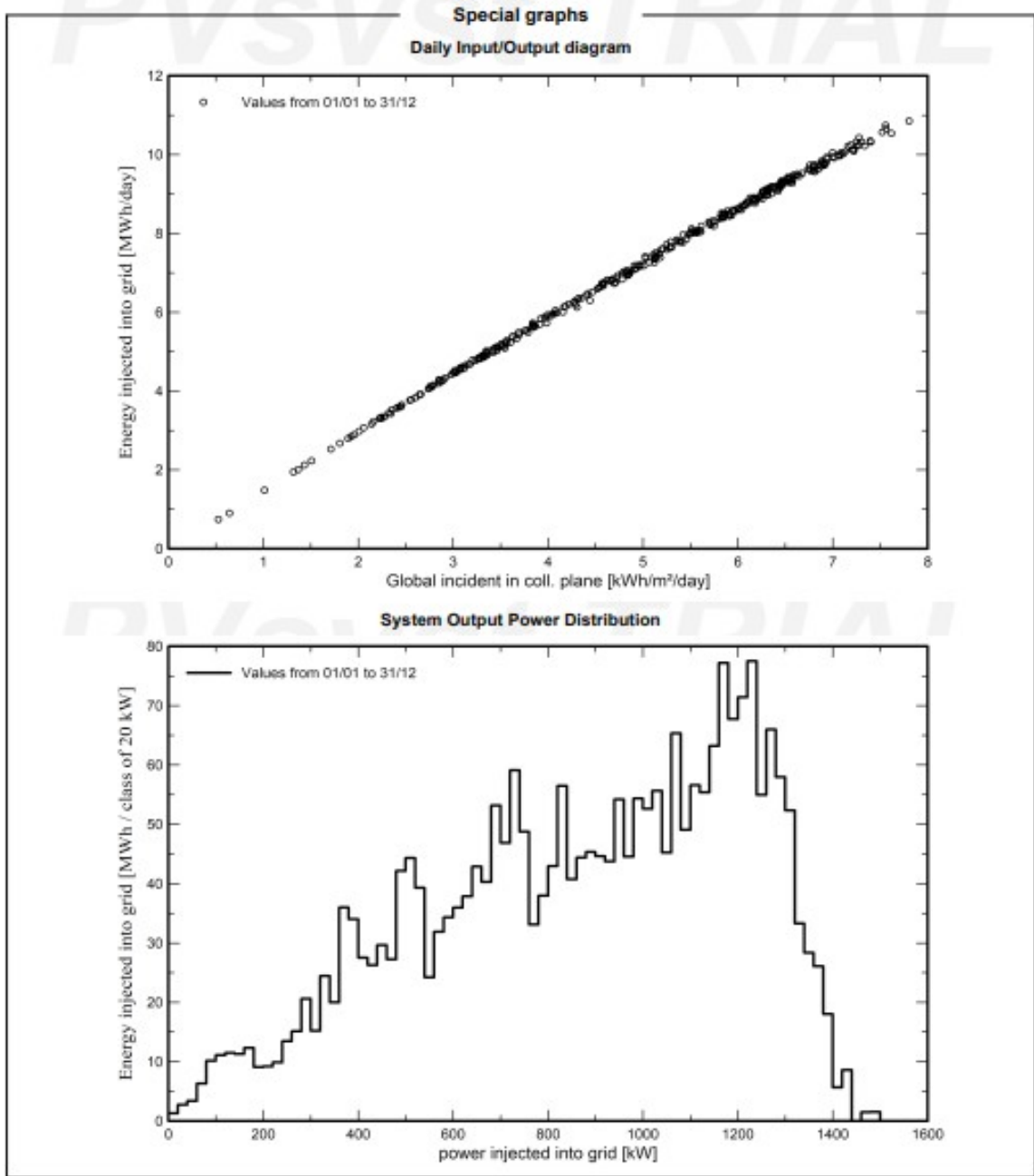
Hình 2.39 Mô phỏng dự án điện Mặt trời

+ Bước 4: Xem kết quả mô phỏng.

- Sau khi mô phỏng xong, phần mềm sẽ hiển thị các kết quả cần thiết như Hình 2.39.

- Kết quả mô phỏng Kết quả mô phỏng bao gồm: Sản lượng điện hàng năm, các thông số về bộ biến đổi điện, pin quang điện, hiệu suất và tổn hao của hệ thống. Tuy nhiên để xem kết quả chi tiết hơn người dùng chọn Report trên cửa sổ

- Results, phần mềm PV Syst sẽ hiển thị chi tiết về kết quả của dự án bao gồm: Số lượng pin quang điện, diện tích đất mà hệ thống pin quang điện chiếm, số lượng pin quang điện mắc song song và nối tiếp, số lượng bộ biến đổi điện và hiệu suất của toàn bộ hệ thống.



Hình 2.40 Kết quả mô phỏng đầu vào và đầu ra

Bước 5: Thiết lập báo cáo chi tiết. Để thiết lập báo cáo chi tiết người dùng chọn Report như Hình 2.41

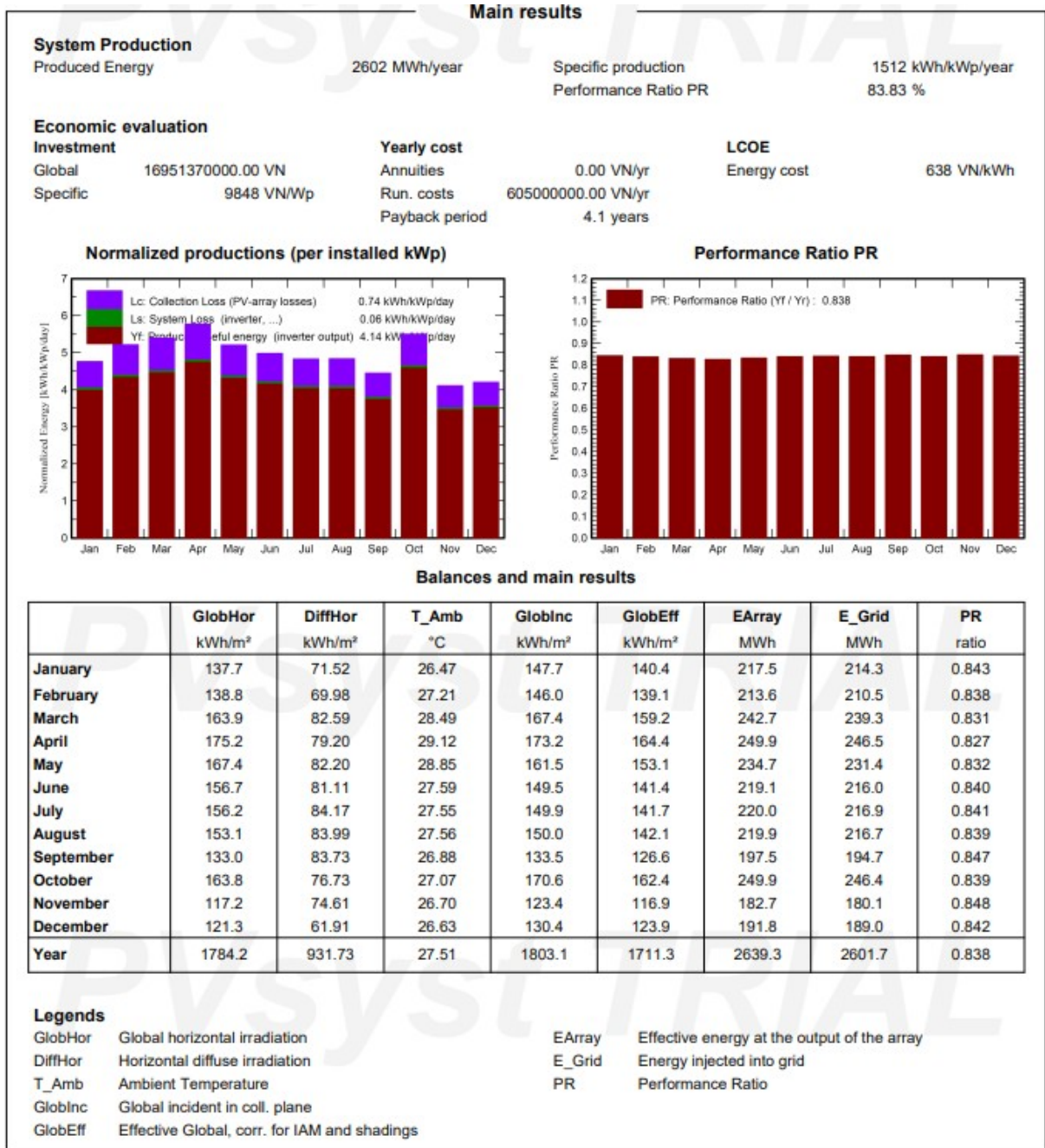
General parameters			
<b>Grid-Connected System</b>		No 3D scene defined, no shadings	
<b>PV Field Orientation</b>			
<b>Orientation</b>		<b>Sheds configuration</b>	<b>Models used</b>
Fixed plane		No 3D scene defined	Transposition Perez
Tilt/Azimuth	9 / 0 °		Diffuse Perez, Meteonorm Circumsolar separate
<b>Horizon</b>		<b>Near Shadings</b>	<b>User's needs</b>
Free Horizon		No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics			
<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	CS3W-450MS	Model	SG110-CX
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	450 Wp	Unit Nom. Power	100 kWac
Number of PV modules	3825 units	Number of inverters	14 units
Nominal (STC)	1721 kWp	Total power	1400 kWac
Modules	225 Strings x 17 in series	Operating voltage	200-1000 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Max. power (=>45°C)	110 kWac
Pmpp	1573 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.23
U mpp	629 V		
I mpp	2499 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	1721 kWp	Total power	1400 kWac
Total	3825 modules	Number of inverters	14 units
Module area	8450 m²	Pnom ratio	1.23

Array losses								
<b>Array Soiling Losses</b>		<b>Thermal Loss factor</b>		<b>DC wiring losses</b>				
Loss Fraction	3.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	1.4 mΩ			
		Uc (const)	20.0 W/m²K	Loss Fraction	0.5 % at STC			
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s					
<b>Module Quality Loss</b>		<b>Module mismatch losses</b>		<b>Strings Mismatch loss</b>				
Loss Fraction	0.0 %	Loss Fraction	0.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %			
<b>Module average degradation</b>								
Year no	1							
Loss factor	0.4 %/year							
<b>Mismatch due to degradation</b>								
Imp RMS dispersion	0.4 %/year							
Vmp RMS dispersion	0.4 %/year							
<b>IAM loss factor</b>								
Incidence effect (IAM): User defined profile								
10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000



Hình 2.41 Thiết lập báo cáo chi tiết

## 2.4 Kết luận

- Chương này chúng ta đã phân tích mặt bằng, phân tích đồ bóng và đưa ra những phương án lắp đặt giàn pin cụ thể, tính toán ra số lượng tấm pin cần lắp đặt và chọn loại tấm pin, inverter cho phù hợp nhất. Dựa trên đó chúng ta đã mô phỏng chi tiết cho nhà xưởng trên phần mềm pv syst



### CHƯƠNG 3: ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KINH TẾ

- Mô hình điện mặt trời trên mái nhà (áp mái) mang lại hiệu quả kinh tế vượt trội: Nhà nước giảm tiền đầu tư nhà máy điện, trạm biến áp, đường dây; Các công ty điện lực giảm quá tải và sự cố điện đối với vùng sâu, vùng cao, hải đảo... điện mặt trời trên mái nhà đem lại hiệu quả cao về mặt chính trị, xã hội. Ngoài ra, hộ tiêu thụ điện giảm chi phí tiền, được bán điện cho công ty điện lực với giá cao hơn giá mua điện bậc 1-2-3...

- Tuy nhiên, để mô hình này phát triển nhanh, bền vững, Chính phủ cần xem xét cơ chế hỗ trợ về vốn vay ưu đãi và xây dựng tiêu chuẩn kỹ thuật đảm bảo chất lượng, an toàn, hiệu quả cho khách hàng, cũng như hệ thống lưới điện.

#### 3.1 Cơ chế mua bán điện

- Theo Quyết định 13/2020/QĐ-TTg, các dự án ĐMTMN được thực hiện cơ chế mua bán điện theo chiều giao và chiều nhận riêng biệt của công tơ điện đo đếm hai chiều.

- Giá mua điện (chưa bao gồm thuế giá trị gia tăng) là tiền Việt Nam đồng (tương đương với 5,89 UScent/kWh nhân với tỷ giá trung tâm của đồng Việt Nam với đô la Mỹ do Ngân hàng Nhà nước Việt Nam công bố).

Bảng 3.1 Bảng giá mua điện

TT	Công nghệ điện mặt trời	Giá điện	
		VND/kWh	Tương đương UScent/kWh
1	Dự án điện mặt trời nổi	1.783	7,69
2	Dự án điện mặt trời mặt đất	1.644	7,09
3	Hệ thống điện mặt trời mái nhà	1.943	8,38

#### 3.2 Mô phỏng hiệu quả kinh tế trên ứng dụng pvsyst

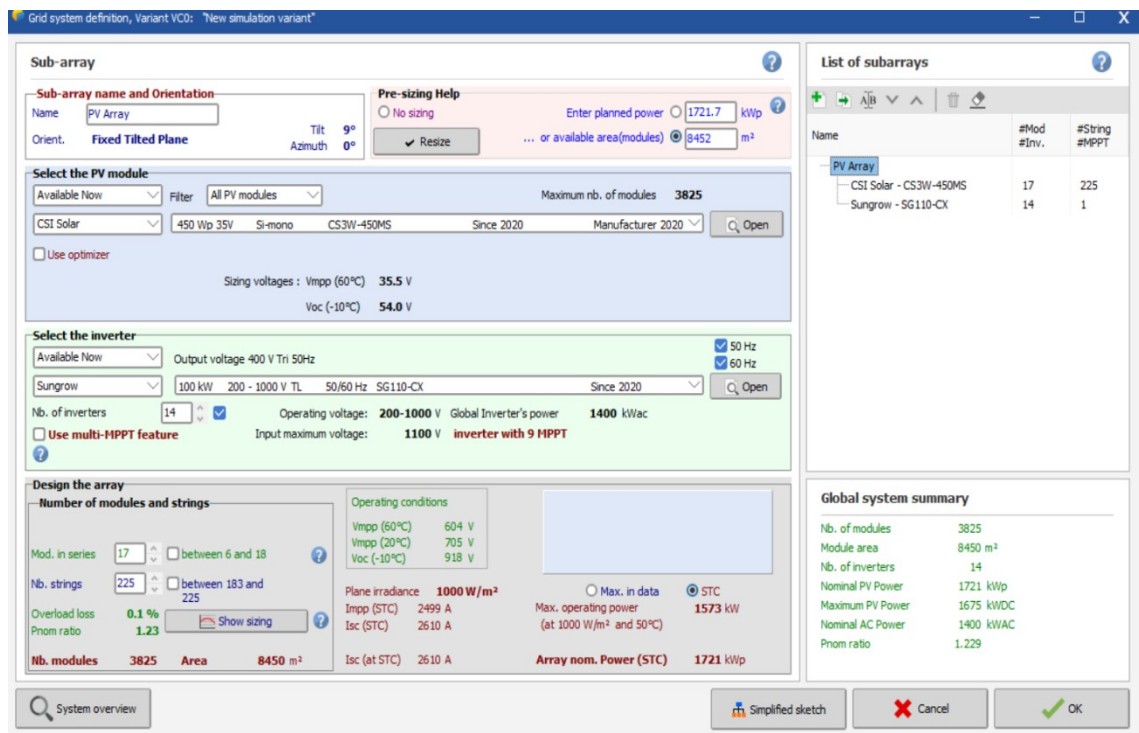
- PVSyst là phần mềm phục vụ công tác nghiên cứu, định cỡ, mô phỏng và phân tích dữ liệu hoàn chỉnh hệ thống điện mặt trời. Phần mềm này hướng tới đối tượng là kiến trúc sư, kỹ sư và các nhà nghiên cứu, và chứa rất nhiều công cụ hữu ích cho giảng dạy về hệ thống.

- PVSyst cũng tích hợp hệ cơ sở dữ liệu về các loại pin mặt trời khác nhau, các loại ắc quy, bộ biến đổi điện, cơ sở dữ liệu về bức xạ mặt trời. Phần mềm PVSyst cho phép thiết kế cả hệ thống điện mặt trời độc lập và điện mặt trời hòa lưới. PVSyst trình bày kết quả dưới dạng báo cáo đầy đủ, biểu đồ và bảng cụ thể, dữ liệu có thể được xuất ra để sử dụng trong phần mềm khác hệ thống điện mặt trời.



### 3.3 Thiết kế hệ thống.

#### 3.3.1 Thông số đầu vào



Hình 3.1 Thông số đầu vào của hệ thống

- Loại pin lắp đặt: pin CSI Solar 450Wp 35V- Si mono- CS3W-450MS. Số lượng tám pin trên một chuỗi (string: 17 tấm)

- Loại inverter lắp đặt: Inverter Sungrow 110kW 200-1000V 50/60Hz SG110-CX.  
Số lượng string của hệ thống: 225 string

STT	Các chi phí	Số lượng	Đơn giá (VNĐ)	Thành tiền (VNĐ)
1	Pin CSI Solar 450Wp	3825	3.000.000	11.475.000.000
2	Inverter Sungrow 110kW	14	90.000.000	1.260.000.000
3	Phụ kiện, dây buộc	1	300.000.000	300.000.000
4	Đầu dây	1	700.000.000	700.000.000
5	Hộp kết hợp	1	10.000.000	10.000.000
6	Hệ thống giám sát và hiển thị	2	10.000.000	20.000.000
7	Hệ thống đo lường	1	10.000.000	10.000.000
9	Kỹ thuật	1	10.000.000	10.000.000
10	Cấp phép và quản trị viên	1	10.000.000	10.000.000
11	Nghiên cứu môi trường	1	10.000.000	10.000.000
12	Phân tích kinh tế	1	10.000.000	10.000.000
13	Chi phí lắp đặt cho mỗi pin	3825	300.000	1.147.500.000
14	Chi phí lắp đặt cho mỗi inverter	14	300.000	4.200.000
15	Vận chuyển	1	100.000.000	100.000.000
16	Cài đặt	1	100.000.000	100.000.000
17	Kết nối lưới điện	1	100.000.000	100.000.000
18	Bảo hiểm tòa nhà	1	20.000.000	20.000.000
19	Bảo hiểm vận tải	1	20.000.000	20.000.000
20	Bảo hiểm trách nhiệm	1	20.000.000	20.000.000
21	Thuế VAT	10%	Of 15246700000	1.524.670.000
<b>Tổng cộng</b>				<b>16.951.370.000</b>

Bảng 3.2 Chi phí lắp đặt hệ thống điện mặt trời

Description	Yearly cost	
<b>Maintenance</b>	345'000'000.00	VND
Salaries	100'000'000.00	VND
Reparation	100'000'000.00	VND
Cleaning	125'000'000.00	VND
Security fund	20'000'000.00	VND
<b>Land rent</b>	0.00	VND
<b>Insurance</b>	90'000'000.00	VND
Facilities insurance	10'000'000.00	VND
Liability insurance	10'000'000.00	VND
Business interruption insura...	20'000'000.00	VND
Lack of sunlight insurance	50'000'000.00	VND
Loan insurance	0.00	VND
<b>Bank charges</b>	0.00	VND
<b>Operating costs (OPEX)</b>	<b>605'000'000.00</b>	<b>VND/year</b>

Hình 3.2 Chi phí hằng năm của hệ thống điện mặt trời

Với một số chi phí phải trả hằng năm là 605.000.000 VNĐ/ năm. Được trình bày cụ thể ở bảng 4.4 sau:

Bảng 3.3 Chi phí hằng năm của hệ thống điện mặt trời

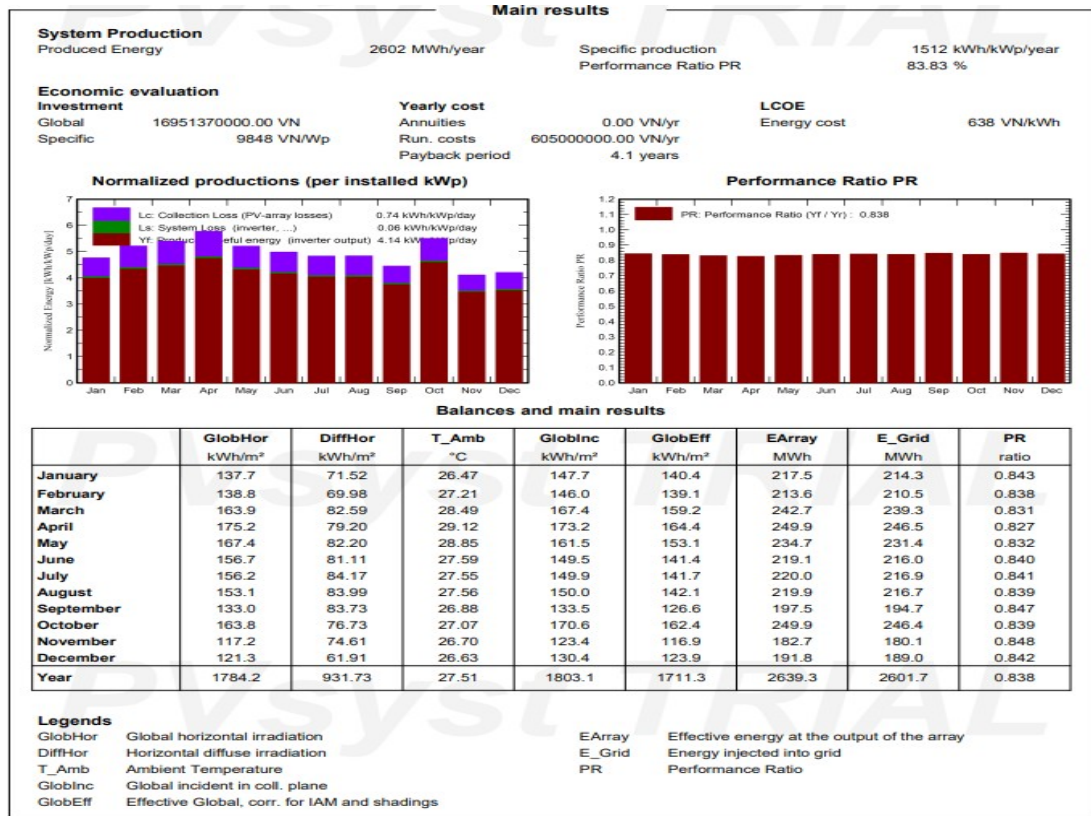
ST T	Chi phí hằng năm	Thành tiền (VNĐ/năm)
1	Lương	100.000.000
2	Sửa chữa	100.000.000
3	Làm sạch	125.000.000
4	Quỹ bảo mật	20.000.000
5	Bảo hiểm cơ sở vật chất	10.000.000
6	Bảo hiểm trách nhiệm	10.000.000
7	Bảo hiểm gián đoạn kinh doanh	20.000.000
8	Thiếu bảo hiểm ánh sáng mặt trời	50.000.000

9	Hành chính kế toán	100.000.000
10	Thuế liên bang	10.000.000
11	Thuế tiểu bang	10.000.000
12	Thuế địa phương	20.000.000
13	Thuế tài sản	20.000.000
14	Các loại thuế khác	10.000.000
<b>Tổng cộng</b>		<b>605.000.000</b>

### 3.4 Sản lượng tổng hợp nội dung chính từ kết quả mô phỏng

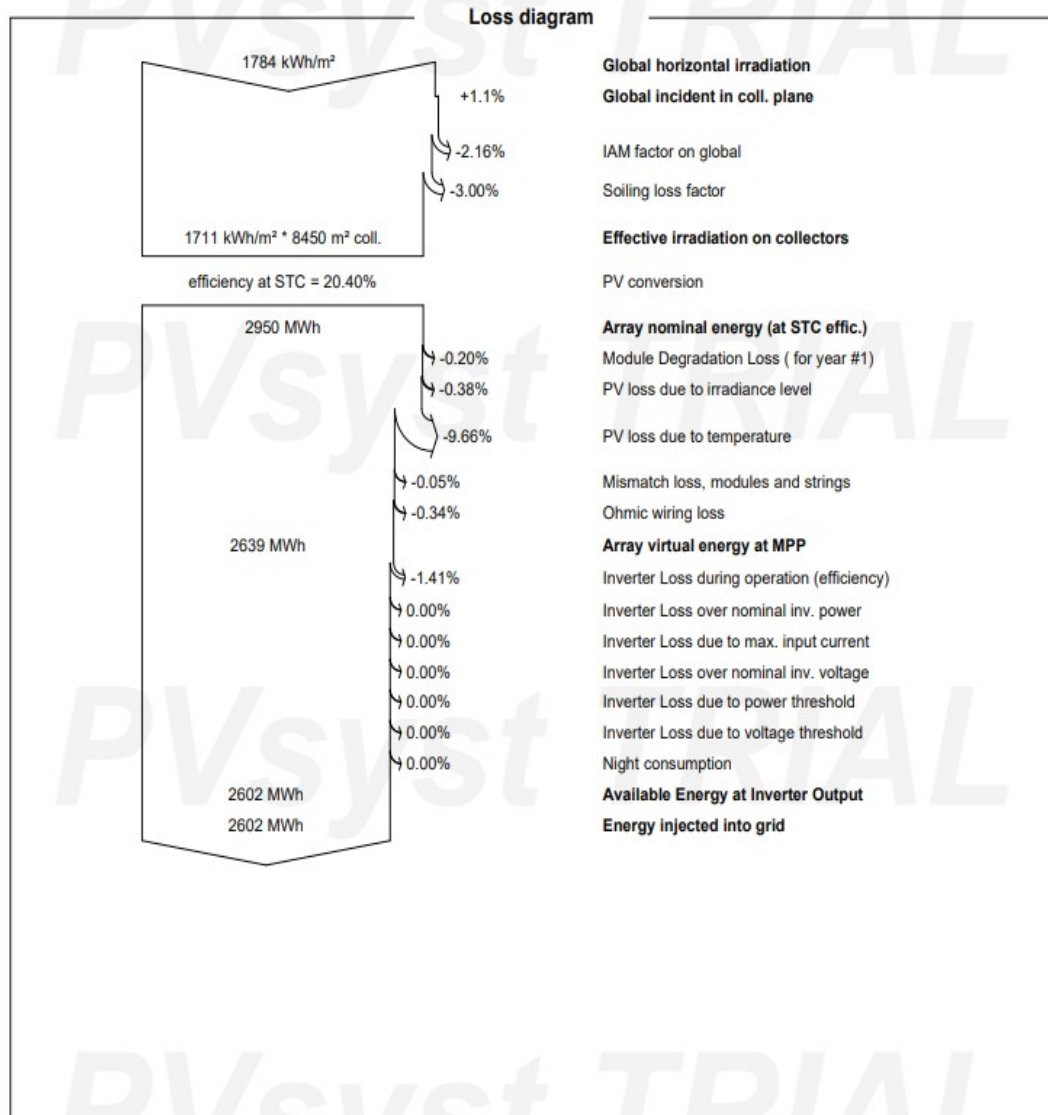
#### 3.4.1 Sản lượng điện các tháng trong năm đầu tiên

- + GlobHor: Chiều xạ ngang toàn cầu
- + DiffHor: Chiều xạ khuếch tán ngang
- + T\_Amb: Nhiệt độ môi trường
- + GlobInc: Sự cố toàn cầu trong va chạm
- + GlobEff: Hiệu quả toàn cầu, for IAM và bóng râm
- + EArray: Năng lượng hiệu dụng ở đầu ra
- + E\_Grid: Năng lượng được đưa vào lưới điện
- + PR: Tỷ suất năng suất



Hình 3.3 Sản lượng các tháng trong năm đầu

### 3.4.2 Biểu đồ hiện thị năng lượng và tổn thất liên qua đến mô phỏng



Hình 3.4 Tổn thất mô phỏng

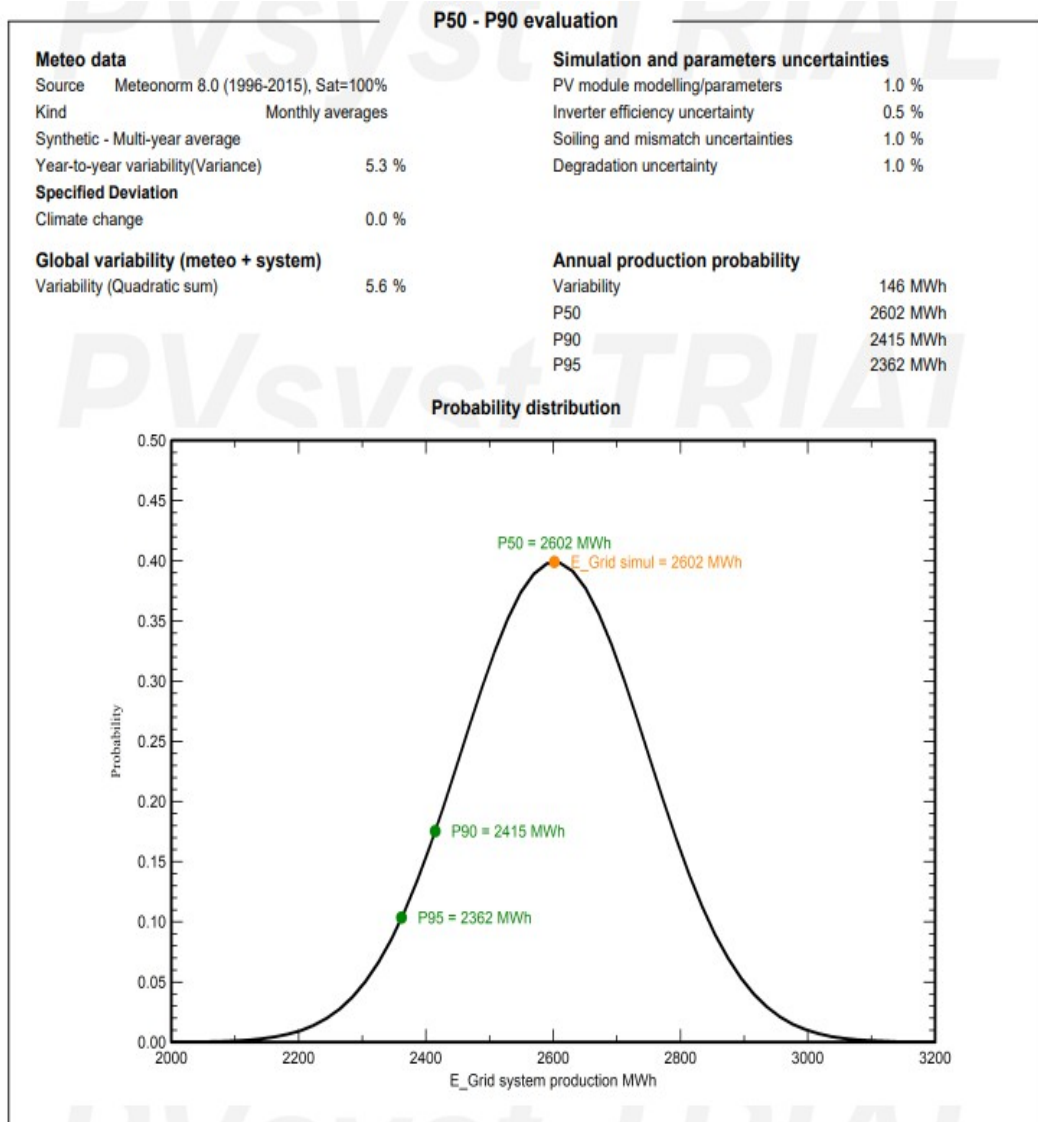
- Các yếu tố tổn thất:

- + IAM factor on global: yếu tố IAM trên toàn cầu (hàm IAM, hàm này mô tả sự thiếu hụt của đường truyền dưới dạng một hàm của góc tới)
- + Soiling los factor: yếu tố bám bụi
- + Module degradation loss: tổn thất xuống cấp module
- + PV loss due to irradiance level: tổn thất PV do mức độ bức xạ
- + PV loss due to temperature: tổn thất PV do nhiệt độ
- + Module quality loss: tổn thất chất lượng module
- + Mismatch loss, modules and string: tổn thất do không phù hợp string và modules
- + Ohmic writing loss: tổn thất điện trở
- + Inverter loss during operation: tổn thất biến tần trong quá trình vận hành
- + Inverter loss over nominal inverter power: Tổn thất biến tần trên công suất biến tần danh định



- + Inverter loss due to max input current: Mất biến tần do dòng điện đầu vào tối đa
- + Inverter loss over nominal inverter voltage: Tổn thất biến tần trên điện áp biến tần danh định
- + Inverter loss due to power threshold: tổn thất biến tần do ngưỡng công suất
- + Inverter loss due to voltage threshold: tổn thất biến tần do ngưỡng điện áp
- +Night consumption: Tiêu dùng ban đêm

### 3.4.3 Quản lý năng lượng và ước tính P50-P90-P95



Hình 3.5 Sản lượng điện ước tính P50-P90-P95

Bảng 3.5 Sản lượng năm đầu tiên

Hệ thống	Sản lượng điện năm đầu tiên (MWh)		
	P50	P90	P95
Nhà xưởng	2649	2458	2405

Ghi chú:

- P50 (kWh) là sản lượng điện phát lên lưới từ hệ thống với tần suất xảy ra là 50%
- P90 (kWh) là sản lượng điện phát lên lưới từ hệ thống với tần suất xảy ra là 90%
- P95 (kWh) là sản lượng điện phát lên lưới từ hệ thống với tần suất xảy ra là 95%

**3.4.4 Phân tích sản lượng của hệ thống sau 20 năm**

Financial analysis								
<b>Simulation period</b>								
Project lifetime	20 years	Start year	2023					
<b>Income variation over time</b>								
Inflation			0.00 %/year					
Production variation (aging)			0.00 %/year					
Discount rate			0.00 %/year					
<b>Income dependent expenses</b>								
Income tax rate			0.00 %/year					
Other income tax			0.00 %/year					
Dividends			0.00 %/year					
<b>Financing</b>								
Own funds			16951370000.00 VN					
<b>Electricity sale</b>								
Feed-in tariff			1900.0000 VN/kWh					
Duration of tariff warranty			20 years					
Annual connection tax			207731810.00 VN/kWh					
Annual tariff variation			0.0 %/year					
Feed-in tariff decrease after warranty			0.00 %					
<b>Return on investment</b>								
Payback period			4.1 years					
Net present value (NPV)			65671255056.75 VN					
Return on investment (ROI)			387.4 %					
Detailed economic results (kVN)								
	Electricity sale	Run. costs	Deprec. allow.	Taxable income	Taxes	After-tax profit	Cumul. profit	% amort.
2023	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	-12820239	24.4%
2024	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	-8689107	48.7%
2025	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	-4557976	73.1%
2026	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	-426845	97.5%
2027	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	3704286	121.9%
2028	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	7835418	148.2%
2029	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	11966549	170.6%
2030	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	16097680	195.0%
2031	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	20228811	219.3%
2032	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	24359943	243.7%
2033	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	28491074	268.1%
2034	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	32622205	292.4%
2035	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	36753336	316.8%
2036	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	40884468	341.2%
2037	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	45015599	365.6%
2038	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	49146730	389.9%
2039	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	53277861	414.3%
2040	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	57408993	438.7%
2041	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	61540124	463.0%
2042	4736131	605000	0	4131131	0	4131131	65671255	487.4%
<b>Total</b>	<b>94722625</b>	<b>12100000</b>	<b>0</b>	<b>82622625</b>	<b>0</b>	<b>82622625</b>	<b>65671255</b>	<b>487.4%</b>

Hình 3.6 Bảng sản lượng của hệ thống trong 20 năm

- Từ kết quả mô phỏng sản lượng của hệ thống trong 20 năm ta thấy sau 4,1 năm hệ thống điện mặt trời áp mái có thể lấy lại vốn và các năm sau đó đã có thể thu lợi nhuận. Giá bán ra 1.900,00 VNĐ/1kWh.

- Từ kết quả tính toán bằng công thức và kết quả mô phỏng bằng phần mềm PVsyst ta thấy, sản lượng điện tính bằng công thức nhỏ nhất, để đảm bảo kết quả tính toán an toàn, chọn kết quả này để đưa vào tính toán các bước tiếp theo

### **3.5 Kết luận**

- Chương này tính toán đánh giá kinh tế cho nhà xưởng và dựa theo thông tư quyết định của nhà nước về mua bán điện.

\* Kết quả:

- ✓ Tổng công suất 1720,8 kWp
- ✓ Sử dụng 3824 tấm pin C3WS-450MS
- ✓ Sử dụng 14 Inverter SG110cx
- ✓ Tổng chi phí đầu tư 16.951.370.000 VNĐ
- ✓ Thời gian hoàn vốn 4.1 năm
- ✓ Giá trị ròng sau 20 năm 65.665.250.000 VND

## **KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

### **1 Kết luận**

- Trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa hiện nay thì nhu cầu sử dụng năng lượng là rất lớn trong khi nguồn năng lượng truyền thống toàn cầu ngày càng cạn kiệt, đồng thời khi khai thác sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường, hệ sinh thái, do vậy việc sử dụng nguồn năng lượng tái tạo là rất cần thiết. Ở Việt Nam, Chính phủ đã ban hành Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg ngày 06/4/2020 về cơ chế khuyến khích phát triển các dự án điện mặt trời tại Việt Nam áp dụng cho các tổ chức, cá nhân tham gia phát triển các dự án điện mặt trời tại Việt Nam, như vậy là rất phù hợp và kịp thời với xu hướng chung của thế giới.

- Việc đầu tư Hệ thống điện mặt trời áp mái công suất 1720,8 kWp là cần thiết để bổ sung cung ứng điện năng cho nhu cầu sử dụng điện của mọi người và tăng lợi nhuận cho doanh nghiệp. Ngoài ra, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường, nhằm phát triển nguồn năng lượng sạch, phù hợp với xu thế phát triển bền vững chung của thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng.

- Đồ án đã tính toán và đưa ra các giải pháp kỹ thuật chính để xây dựng hệ thống pin mặt trời nổi lưới không dự trữ cấp điện cho nhà xưởng. Hệ thống được xây dựng có công suất 1720.8 kWp, các thiết bị chính đều nhập khẩu có chất lượng tốt, tuổi thọ lên đến 25 năm. Tuy mặt bằng bị hạn chế, nhưng với lượng bức xạ mặt trời luôn biến động theo mùa, đồng thời chất lượng cung cấp của điện lưới hiện tại là rất tốt thì việc lựa chọn mô hình kết hợp nổi lưới không dự trữ là giải pháp tốt nhất, tiết kiệm được vốn đầu tư. Với chi phí ban đầu hơn 16 tỷ đồng) thì sau khoảng 4,1 năm sẽ thu hồi vốn.

- Tóm lại, việc thiết kế hệ thống điện mặt trời nổi lưới không dự trữ cho nhà xưởng là phù hợp với xu thế sử dụng năng lượng hiện nay của thế giới; giúp giảm chi phí, tăng lợi nhuận cho doanh nghiệp, đồng thời góp phần giảm ô nhiễm môi trường, phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh nhà, giảm công suất truyền tải và nâng cao chất lượng cung cấp điện của lưới điện.

### **2 Kiến nghị**

- Sau khi thực hiện xong đồ án, nhóm thực hiện xin đưa ra một số kiến nghị sau:

- Cần tiếp tục đi sâu nghiên cứu và phát triển đề tài ở quy mô lớn hơn, rộng hơn đến các tổ chức, cá nhân, đặc biệt là các cơ quan doanh nghiệp có thời gian làm việc chủ yếu vào ban ngày.

- Nhà nước cần quan tâm hơn nữa trong việc nghiên cứu và thực hiện các dự án về ứng dụng các nguồn năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng mặt trời.

- Cần có chính sách khuyến khích đầu tư và hỗ trợ về vốn ban đầu cho những chủ đầu tư trong lĩnh vực phát triển các dự án điện sử dụng năng lượng tái tạo nói chung và năng lượng mặt trời nói riêng.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- 1 PGS.TS. Nguyễn Bôn, TS. Hoàng Dương Hùng (2007) - Năng lượng mặt trời lý thuyết và ứng dụng - Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- 2 Nguyễn Công Vân (2005) - Năng lượng mặt trời – quá trình nhiệt và ứng dụng - Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- 3 Lê Phương Trường (2010) - Bài giảng Năng lượng tái tạo – Trường Đại học Lạc Hồng.
- 4 TS. Lưu Ngọc An (2017) - Bài giảng Năng lượng tái tạo và công nghệ mới – Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng.
- 5 Thông tư 18/2020/TT-BCT hợp đồng mua bán điện mẫu áp dụng cho dự án điện mặt trời (thuvienphapluat.vn)
- 6 Pin mặt trời canadian solar CS3W-450MS / <https://codienhaiau.com/product/pin-nang-luong-mat-troi-canadian-cs3w-450ms>.
- 7 Inverter Sungrow 110CX / SG110CX - Introduction,price,sale | SUNGROW (sungrowpower.com)
- 8 Bảng tra tiết diện dây dẫn của Cadivi / Bảng tra tiết diện dây dẫn, dòng điện cho phép dây điện Cadivi (ngochuy.com)
- 9 “Huong dan lua chon.” <https://cadivi-vn.com/vn/huong-dan-lua-chon-day-va-cap-ha-the.html/p-5> (accessed Jun. 02, 2022).
- 10 Hướng dẫn và tải phần mềm PVsyst / Download – PVsyst