

PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ DỰ ÁN ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI TẠI KHU VỰC HÀ NỘI SỬ DỤNG PHẦN MỀM ARCHELIOS

Phạm Anh Tuấn*, Phạm Tiến Huy#, Hoàng Anh Dũng#

* Khoa Kỹ thuật Điện, Trường Đại học Điện Lực

Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Mở Hà Nội

Tóm tắt: Ngày nay, điện năng được sản xuất từ năng lượng mặt trời thông qua các tấm Pin mặt trời (Photovoltaics -PVs) đã trở thành nguồn điện đóng vai trò thiết yếu. Chính vì những lợi ích kinh tế, môi trường mà nguồn năng lượng này mang lại nên hiện nay các hệ thống PVs được xây dựng rất nhiều, với qui mô từ nhỏ đến lớn. Việc tính toán và mô phỏng, đánh giá hiệu quả hoạt động mà các PVs mang lại trước khi bắt đầu triển khai dự án nhằm đảm bảo tính đúng đắn cho việc đầu tư dự án. Hiện có rất nhiều phần mềm đã được phát triển nhằm hỗ trợ người dùng trong việc thiết kế, ước tính công suất lắp đặt, phân bố dàn Pin, Inverters, phân tích, đánh giá tính khả thi dự án điện mặt trời. Trong nghiên cứu này, phần mềm Archelios được sử dụng để thiết kế, mô phỏng và phân tích dự án cho một hệ thống điện mặt trời có công suất 12,15 kWp được thiết kế để vận hành song song với lưới điện để cấp điện cho phụ tải, hệ thống được lắp đặt tại khu vực Hà Nội.

Từ khóa: Năng lượng điện mặt trời, Phần mềm Archelios, Pin mặt trời.

I. MỞ ĐẦU

Năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng mặt trời đang được xem là giải pháp, xu hướng và đóng vai trò bậc nhất của ngành năng lượng trên thế giới. Khi nguồn nhiên liệu hóa thạch như than đá, dầu mỏ ngày càng cạn kiệt, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, buộc các quốc gia trên thế giới phải đẩy mạnh chuyển dịch cơ cấu ngành năng lượng theo hướng sạch, bền vững [1,2]. Điện mặt trời của Việt Nam khá dồi dào với nguồn bức xạ mặt trời khoảng 2056 kW/m²/năm và kéo dài từ các tỉnh miền Trung đến khu vực Đồng bằng sông Cửu Long; tại miền Bắc lượng bức xạ mặt trời trung bình hàng năm thấp hơn nhưng cũng đủ để mang lại hiệu quả lớn cho các nhà đầu tư [3,4]. Tính đến ngày 31/12/2023 các tổng Công ty và các Công ty Điện lực đang thực hiện hợp đồng mua bán điện mặt trời với các tổ chức, cá nhân tại 103.509 hệ thống điện mặt trời lớn và nhỏ, với tổng công suất lắp đặt khoảng 9.595.853 kWp, được lắp đặt theo cơ chế khuyến khích phát triển các dự án điện mặt trời tại Việt Nam (theo Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg và Quyết định số 13/2020-QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ).

Cơ sở dữ liệu trên cho thấy tiềm năng và tốc độ phát triển rất nhanh của điện mặt trời tại Việt Nam trong một thời gian ngắn. Đương nhiên, việc ứng dụng các phần mềm vào thiết kế, mô phỏng nhằm mục đích đánh giá hiệu quả hệ thống điện mặt trời nhằm khai thác tối ưu điện năng phát ra là rất cần thiết. Hiện nay có rất nhiều ứng dụng được sử dụng phổ biến như Homer, PVSyst, PVSol, Solar Pro [5-8], ... Nghiên cứu này sử dụng phần mềm Archelios để tính toán thiết kế, mô phỏng nhằm phân tích và phân tích đánh giá cho hệ thống điện mặt trời với công suất 12,15 kWp; hệ thống dự kiến sẽ được lắp đặt áp mái tại Cơ sở 1, Trường Đại học Điện lực, địa chỉ 235-Hoàng Quốc Việt, Bắc Từ Liêm, Hà Nội.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

A. Phần mềm Archelios

Archelios là phần mềm của Hãng Trace software - trụ sở tại Pháp; đây là một phần mềm chuyên nghiệp để thiết kế, tính toán, tối ưu và mô phỏng hoạt động của dự án điện mặt trời trực tiếp trên trình duyệt internet mà không cần cài đặt trên máy tính; điều này mang lại một số tiện nghi nhất định giúp người dùng dễ dàng thiết kế và quản lý dự án tại bất kỳ vị trí nào có kết nối internet thay vì phải có các máy tính được cài đặt sẵn phần mềm. Thêm nữa, với Archelios, người dùng có thể thiết kế các dự án nhanh chóng và dễ dàng nhờ tính năng nhập dữ liệu nhanh, các công cụ thiết kế 3D tự động, có dữ liệu khí tượng chính xác, thư viện Pin mặt trời đa dạng.... Từ đó có thể quản lý mức tiêu thụ, tính toán hiệu suất, so sánh các dự án, giúp người dùng tiết kiệm thời gian và có thể tư vấn các dự án chính xác hơn. Khi sử dụng phiên bản thương mại mới nhất, Archelios cho phép người dùng sử dụng hầu hết các chức năng cần thiết để phân tích một dự án điện mặt trời, trong đó có một số chức năng cơ bản sau:

- Cho người dùng cái nhìn một cách chi tiết toàn bộ dự án điện mặt trời
- Tính toán, lựa chọn các thiết bị điện, cáp, dây dẫn điện, Inverter... gồm cả phần điện DC và phần điện AC
- Cấu hình, quản lý chi tiết các Inverter
- Tính toán điều khiển các thiết bị theo thời gian thực
- Tính hợp với cơ sở dữ liệu của nhiều Hãng PV, cáp, dây dẫn điện, Inverter ...
- Tương thích với nhiều tiêu chuẩn thiết kế.

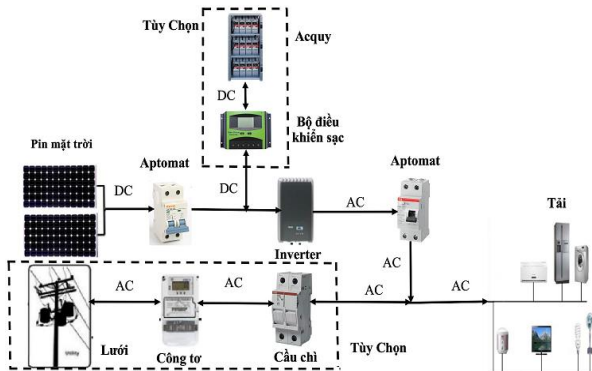
Tác giả liên hệ: Phạm Anh Tuấn,

Email: Tuanpa@epu.edu.vn

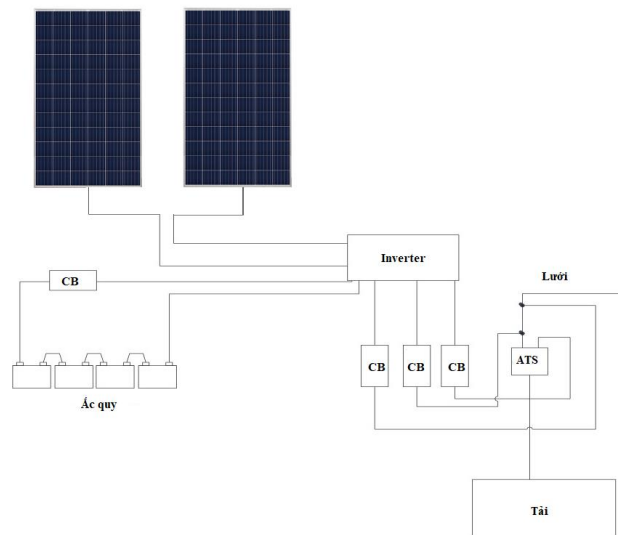
Đến tòa soạn: 20/3/2025, chỉnh sửa: 24/5/2025, chấp nhận đăng: 16/6/2025.

B. Giới thiệu về hệ thống điện mặt trời được thiết kế

Phần mềm Archelios được sử dụng vào thiết kế, chọn thiết bị, phân tích và đánh giá hiệu quả đầu tư của hệ thống điện mặt trời áp mái. Hệ thống này có công suất lắp đặt 12,15 kWp, làm việc song song với lưới điện theo chế độ (On-Grid). Hình 1 và Hình 2 biểu diễn dạng tổng quan và sơ đồ 1 sợi của Hệ thống. Hệ thống này được thiết kế để vừa được dùng để cấp điện cho một phần nhỏ phụ tải bao gồm hệ thống chiếu sáng, ổ cắm và một số phụ tải học đường tại khu vực dự án; đồng thời cũng thuận tiện cho việc lấy tín hiệu, phục vụ cho việc mở rộng các ứng dụng nghiên cứu điện mặt trời sau này.



Hình 1: Cấu hình hệ thống được mô phỏng



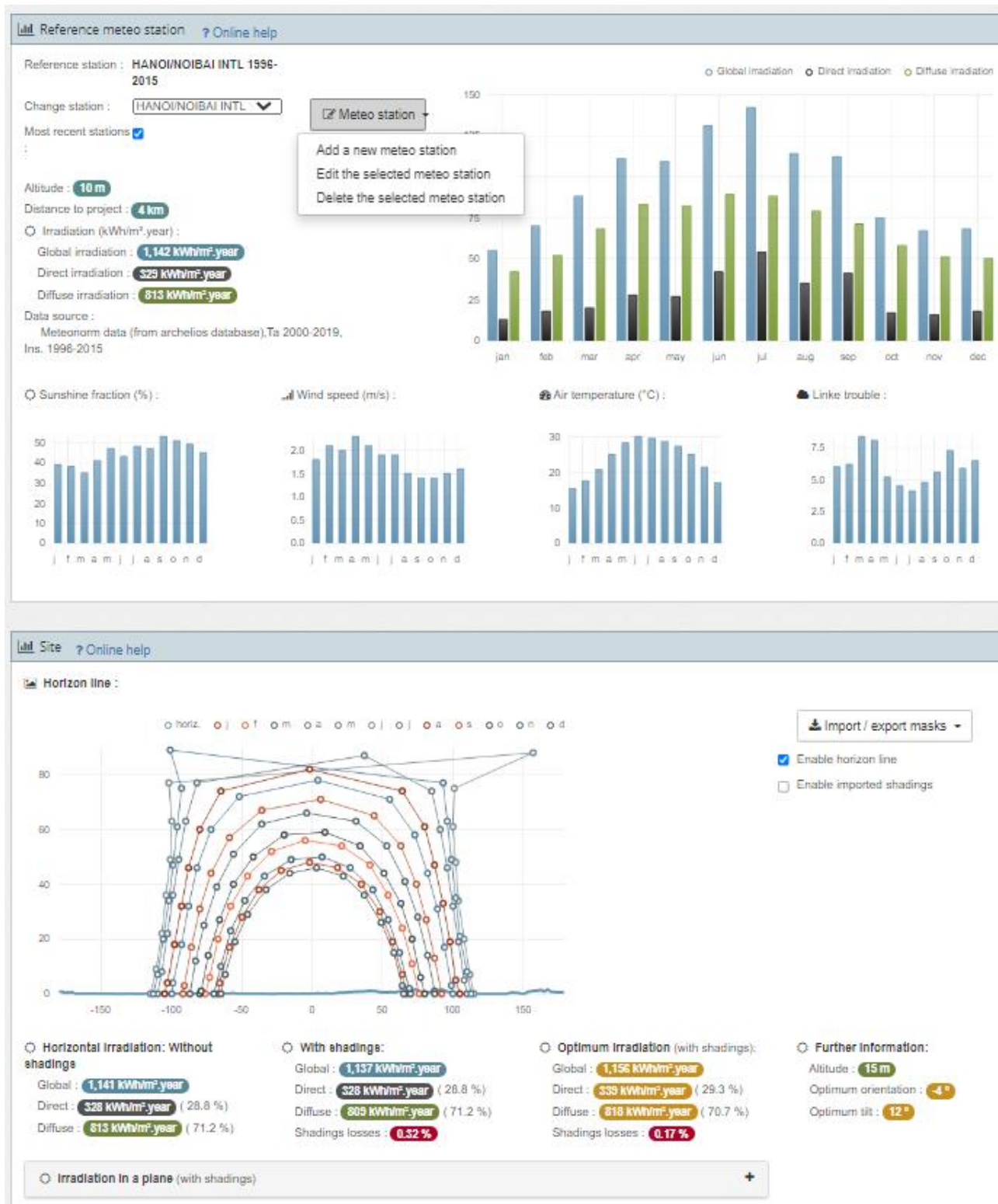
Hình 2: Sơ đồ một sợi hệ thống điện mặt trời

III. THIẾT LẬP THÔNG SỐ CHO HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI VÀ TÍNH TOÁN MÔ PHÒNG TRÊN ARCHELIOS

A. Nhập thông tin dự án

Để lập một dự án, phần mềm yêu cầu cung cấp các thông tin chính như: Tên dự án, địa chỉ cụ thể (có thể nhập trực tiếp địa chỉ để phần mềm tự động tìm kiếm địa điểm thông qua Google map hoặc nhập toạ độ theo GPS để cho vị trí chính xác nhất). Do Google map đã xây dựng sẵn nguồn dữ liệu nên ở bước này ta chỉ cần nhập tên trường Đại học Điện lực là các dữ liệu khác (toạ độ) sẽ được tự cập nhật như trong Hình 3.

Hình 3: Vị trí lắp đặt dự án được xác nhận trên nền bản đồ Google map



Hình 4: Thông tin khí tượng khu vực lắp đặt hệ thống

Archelios cho phép người dùng truy cập thông tin khí tượng từ một trạm khí tượng quanh khu vực dự án theo giờ, ngày và năm. Người dùng có thể thay đổi lựa chọn trạm khí tượng, hoặc điều chỉnh dữ liệu khí tượng sao cho phù hợp với tình hình thực tế dự án (Edit the selected meteo station). Thông tin khí tượng cho phép truy cập những dữ liệu như trong Hình 4, bao gồm: cường độ bức xạ, nhiệt độ, tốc độ gió...

B. Lựa chọn cấu hình hệ thống điện mặt trời

Đây là bước quan trọng của quá trình thiết kế bao gồm việc lựa chọn: Loại PV, số lượng, công suất, chọn loại Inverter, hướng, góc đặt các PV.... Trên giao diện Archelios, người thiết kế có thể nhập thông số trực tiếp hoặc lựa chọn trên dữ liệu được liên kết với Cataloge với các Hãng sản xuất PV, inverter. Cửa sổ dùng cho bước này

PV array configuration

Orientation (°) Tilt (°)

☐ With 1 axis HZ North-South trackers Table width (m)

Maximum tilt (°) Space between tables (m)

☐ Backtracking

Hướng và góc nghiêng tấm Pin

☒ PV module manufacturer: Trina Solar Energy Co. Ltd

☒ PV module type: Trina Solar Energy Co. Ltd - TSM-225 PC05

Number:

Total power: **6.075 kWp**

☐ BIM&CO modules

Lựa chọn công ty sản xuất, loại và số lượng tấm Pin

☒ Inverter manufacturer: SMA

Filters

The name contains: contains excluded

By power (W): min max

By length of string: min max

Multiple of xxx modules: ☒

Optimizers

None

Number of serial modules by optimizer:

Number of strings by optimizer:

Suggest valid inverters and configurations

Lựa chọn Inverter

PV array configuration ☒ Automatic ☐ Manual

* equipment entered by the user

I compatible inverter without test on min voltage MPPT

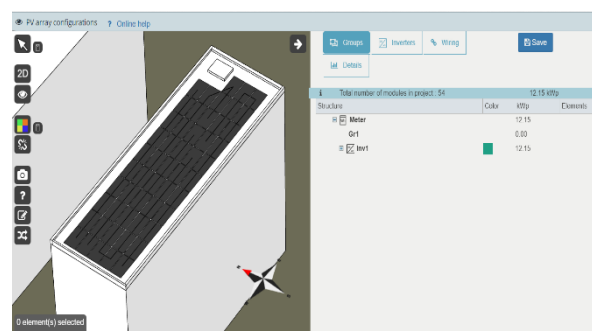
Reminder range ratio Pinv/Ppeak: 85 <= valid <= 105

Hình 5: Lựa chọn cấu hình Pin, Inverter

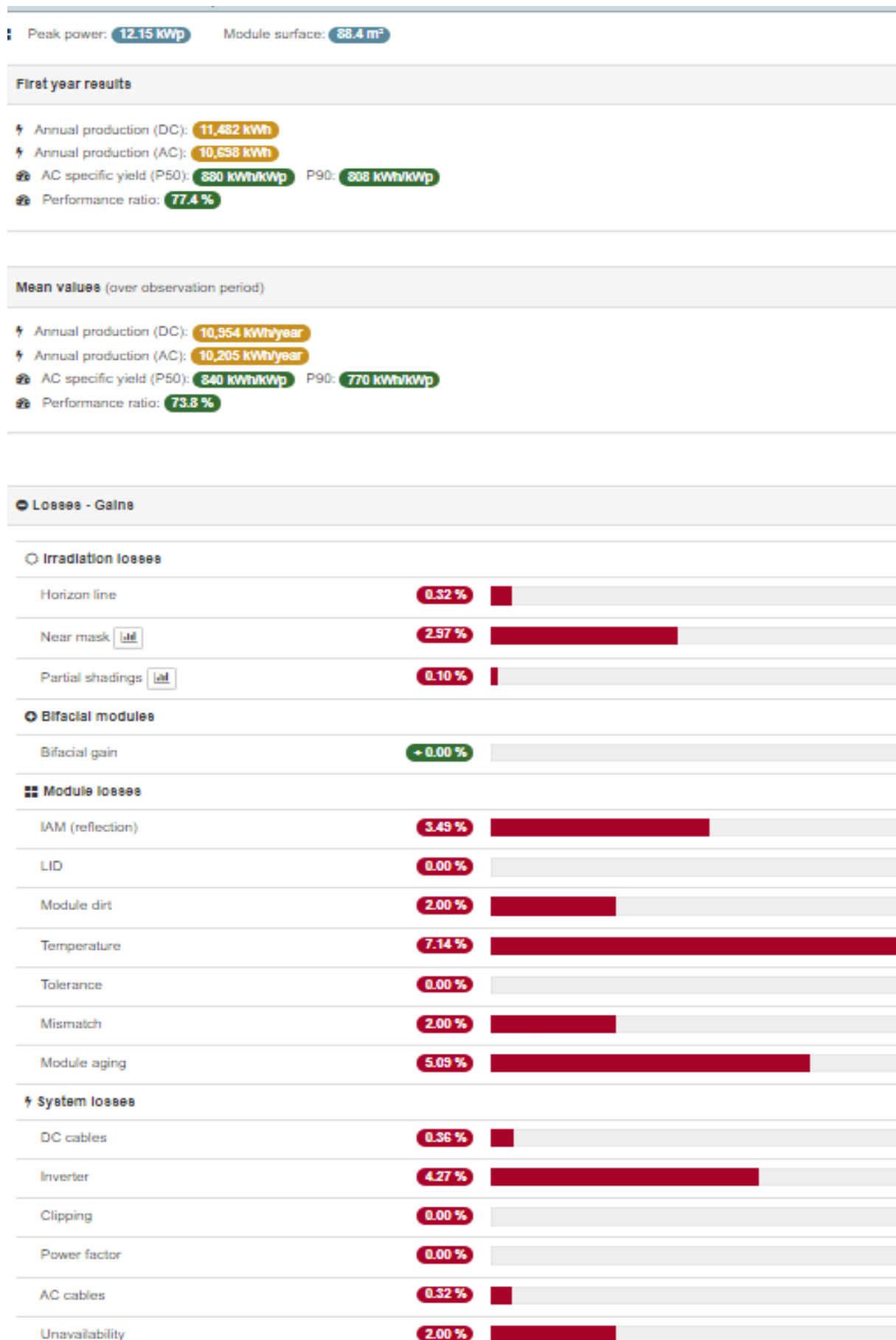
được thể hiện trong Hình 5; PV của Hãng Trina Solar Energy và Inverter của hãng SMA sẽ được lựa chọn sử dụng trong dự án này. Trên cơ sở thư viện PV được cung cấp sẵn của phần mềm, ta chọn loại Trina Solar Energy Co.ltd – TSM – 225 – PC05, modul này có công suất 225 Wp số lượng 27 module cho một String; mỗi ứng với công suất 6,075 kWp. Hệ thống được chia làm 2 String - tổng công suất 12,15 kWp; Inverter được chọn là loại Sunny Tripower X 12, đáp ứng công suất được chọn. Hệ thống sẽ được đấu nối làm với tủ điện tại tầng 4 khu vực nhà AB để hoạt động song song với lưới cấp điện cho các phụ tải dùng cho các dây phòng học và các mục đích thí nghiệm mở rộng về sau tại khu vực này.

Khi thiết kế lắp đặt các PV, người dùng có thể nhập bản vẽ khảo sát nơi cần thiết kế qua phần mềm SketchUp hoặc K2 Base. Đây là hai phần mềm liên kết với Archelios, cho phép người dùng lựa chọn số lượng tấm Pin, công suất dự án, diện tích dự án, lựa chọn cách đấu nối dây và khảo sát ảnh hưởng của vật cản xung quanh tới hiệu suất của dự án. Hình 6, thể hiện góc nhìn 3D của dự án; hiện trạng dự án

được ưu tiên chọn vị trí thiết kế tại toà nhà AB của Trường với diện tích mái thông thoáng trên 100 m², diện tích này đủ để thiết kế hệ thống 12,15 kWp với góc lắp đặt thuận lợi theo hướng chính nam và nằm nghiêng 15 độ.



Hình 6: Dự án được tạo qua SketchUp



Hình 7: Sản lượng điện và các tổn thất trên từng phần của hệ thống điện mặt trời



Hình 8: Đồ thị sản lượng điện hàng năm thất hệ thống điện mặt trời

IV. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN TRÊN PHẦN MỀM

A. Kết quả sản lượng điện và tổn thất

Phần mềm Archelios cung cấp kết quả chi tổn thất trên từng phần của hệ thống, kết quả thể hiện trên các trích xuất từ phần mềm như trong Hình 7. Từ đó người thiết kế sẽ có thể đề xuất biện pháp cải tạo, nâng cấp hoặc thay thế những phần tử làm giảm hiệu suất dự án. Theo như kết quả trích xuất này, ta có thể dễ dàng nhận thấy tổn thất tập trung chủ yếu và các ảnh hưởng do phát nhiệt gây nóng thiết bị (temperature -7,14%), tổn thất do tán xạ (reflection - 3,49%), tổn thất do lão hóa (modul aging - 5,09%), tổn thất trên Inverter (4,27%).

Việc theo dõi và dự báo công suất phát và điện năng phát ra dự án điện mặt trời đóng vai trò quan trọng đối với công tác vận hành. Hình 8 là các trích xuất từ phần mềm kết quả sản lượng điện năng phát ra của hệ thống điện mặt trời. Ngoài ra phần mềm còn cho phép tính toán những thông số chi tiết liên quan đến từng tháng, bao gồm cả phần điện DC và phần điện AC. Các tính toán trong dự án này không có kết quả bất thường.

Thông qua dự báo sản lượng của phần mềm, ta có thể nhận thấy yếu điểm lớn nhất đối với các hệ thống điện mặt trời này là do vị trí lắp đặt dự án có sự chênh lệch tổng lượng bức xạ giữa các mùa quá lớn. Điều này dẫn đến lượng điện năng phát ra các tháng mùa hè cao gấp đôi so với các tháng mùa đông. Đây là nhược điểm chung của điện mặt trời khi lắp đặt ở khu vực miền Bắc Việt Nam;

nhiều mây mù, ít có nắng vào mùa đông và đầu xuân, dẫn đến tổng số giờ nắng thấp.

Về lượng điện năng thu được hàng năm, có thể nhận thấy: lượng điện năng thu được năm đầu tiên cao hơn lượng điện năng trung bình các năm sau khoảng 105%, lý giải điều này là do sự suy giảm hiệu suất của Pin và một số thiết bị truyền dẫn khác trong hệ thống.

B. Phân tích kết quả tính toán công suất tiêu thụ, công suất phát lên lưới điện

Tại bước này, người dùng có thể thêm danh sách các thiết bị tự dùng và công suất của chúng; lựa chọn Pin lưu trữ năng lượng. Phần mềm Archelios sẽ giúp tính toán lượng điện phát lên lưới. Từ đó giúp nhà đầu tư chủ động cân đối nhu cầu mua điện và bán điện với lưới điện. Điều này vô cùng quan trọng, đặc biệt với các dự án điện mặt trời được lắp đặt tại các vị trí có số giờ nắng không đồng đều nhau giữa tháng trong năm như tại khu vực Hà Nội.

Khi lựa chọn thiết bị lưu trữ năng lượng, người dùng có thể lựa chọn loại Battery có sẵn do phần mềm cung cấp và cách đấu nối; nghiên cứu này sử dụng loại Battery của hãng Avestor loại SE48S60. Archelios cũng cho phép tính toán tối ưu dung lượng Battery (Batteries sizing). Dữ liệu tính toán được thể hiện trong Hình 9, yêu cầu khoảng 5 Battery với dung lượng lớn nhất là 14,6 kWh.

V. KẾT LUẬN

Việc ứng dụng các phần mềm vào hỗ trợ tính toán, phân tích các dự án điện mặt trời không phải là vấn đề quá

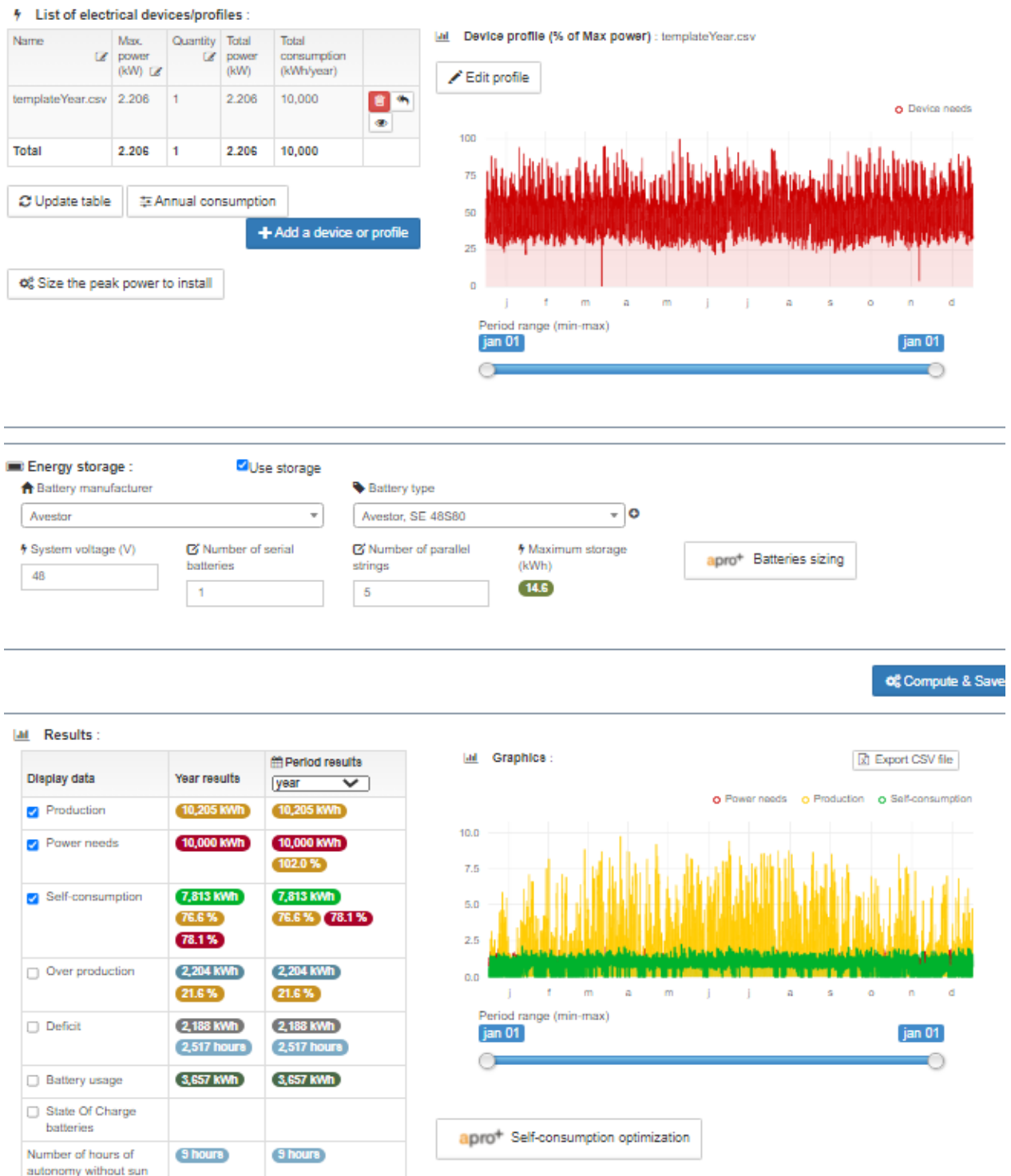
mới. Việc đa dạng hoá phần mềm để phân tích, đánh giá các dự án điện cũng là cần thiết nhằm tận dụng những ưu điểm của mỗi phần mềm. Nghiên cứu này đã triển khai ứng dụng một phần mềm còn khá mới so với các phần mềm dùng cho điện mặt trời ở Việt Nam để tính cho một dự án cụ thể, có tính khả thi cao (PVSyst, PVSol, Homer, Sunny design...).

Mỗi phần mềm đều có những điểm mạnh khác nhau. Nghiên cứu này cho phép người đọc có thêm một lựa chọn mới trước khi quyết định chọn phần mềm ứng dụng cho dự án của mình. Thông qua những thử nghiệm đã trình bày

trên, nhận thấy Archelios là phần mềm hữu ích cho thiết kế, mô phỏng và phân tích hệ thống điện mặt trời; ứng dụng giúp người dùng dễ dàng tạo dự án, đánh giá được thông số kỹ thuật, phân tích tính khả thi dự án thông qua thực hiện online mà không cần cài đặt trên một máy tính cố định.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Mở Hà Nội trong đề tài Mã số “MHN2024-03.45”.



Hình 9: Công suất tiêu thụ, phát lên lưới và thiết bị lưu trữ năng lượng

REFERENCES

- [1] Bộ Chính trị nước cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam (2020), “Nghị quyết số 55-NQ/TW về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045”.
- [2] Javid Mohtasham (2015), “Review Article-Renewable Energies”, Energy Procedia, Volume 74, Pages 1289-1297, ISSN 1876-6102, doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.774.J.
- [3] Polo, A. Bernardos, A.A. Navarro, Et al. (2015), “Solar resources and power potential mapping in Vietnam using satellite-derived and GIS-based information”, Energy Conversion and Management, Volume 98, Pages 348-358, ISSN-0196-8904, doi.org/10.1016/j.enconman.2015.04.016.
- [4] Phuong Anh Nguyen, Malcolm Abbott, Thanh Loan T. Nguyen (2019), “The development and cost of renewable energy resources in Vietnam, Utilities Policy, Volume 57, Pages 59-66, ISSN 0957-1787, doi.org/10.1016/j.jup.2019.01.009.
- [5] J. L. de Souza Silva, T. S. Costa, K. B. de Melo, et al. (2020), "A Comparative Performance of PV Power Simulation Software with an Installed PV Plant," 2020 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Buenos Aires, Argentina, pp. 531-535, doi: 10.1109/ICIT45562.2020.9067138.
- [6] Mohammad Baqir, Harpreet Kaur Channi (2022), “Analysis and design of solar PV system using Pvsyst software”, Materials Today: Proceedings, Volume 48, Part 5, Pages 1332-1338, ISSN 2214-7853, doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.029.
- [7] Milosavljević, Dragana D., Kevkić, et al. (2022), "Review and validation of photovoltaic solar simulation tools/software based on case study" Open Physics, vol. 20, no. 1, pp. 431-451, doi.org/10.1515/phys-2022-0042.
- [8] Hang Sun, Yongfei Lu, Xiaolei Ju (2024), “Experimental and numerical study to optimize building integrated photovoltaic (BIPV) roof structure”, Energy and Buildings, Volume 309, ISSN 0378-7788, doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114070.

RESEARCH AND APPLICATION OF ARCHELIOS SOFTWARE INTO ANALYSIS OF ROOFTOP SOLAR POWER PROJECTS

Abstract: Today, electricity derived from solar energy through Photovoltaics (PV) has become an indispensable power source in life. Due to the economic and environmental benefits of this energy source brings, many companies and consumers are investing in construction. The work of calculating, simulating, and evaluating operational efficiency that PVs perform before starting project development is very necessary to ensure the correctness of project investment. There is currently a lot of software that has been developed to support users in designing, DC and AC electrical sizing, estimating storage batteries, calculation in real time and multi-standard controls..., and analyzing the feasibility of PV projects. In this study, we focus on applying Archelios software to design, simulate and analyze a project for a PV system with output power of 12,15 kWp consisting of many interconnected PV panels and working in parallel with the national power system (On-Grid) to supply power to loads; the system is installed in Hanoi.

Keywords: Solar energy, Archelios software, Photovoltaics.



Hoàng Anh Dũng tốt nghiệp đại học và nhận bằng Thạc sĩ vào các năm 2004 và 2007, nhận bằng Tiến sĩ chuyên ngành kỹ thuật điện tử tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hiện nay tác giả là giảng viên tại Khoa Điện – Điện tử, Trường Đại học Mở Hà Nội. Lĩnh vực nghiên cứu: điện tử viễn thông, lập trình nhúng, AI.



Phạm Tiến Huy tốt nghiệp đại học tại Trường Đại học Mở Hà Nội và thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông. Hiện đang công tác tại khoa Điện - Điện tử của Trường Đại học Mở Hà Nội. Lĩnh vực nghiên cứu: Bảo mật và mạng máy tính, Trí tuệ nhân tạo, Xử lý hình ảnh.



Phạm Anh Tuấn tốt nghiệp đại học và nhận bằng Thạc sĩ kỹ thuật điện vào các năm 2003 và 2006, nhận bằng Tiến sĩ ngành Khoa học Vật liệu tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2017. Hiện nay là giảng viên tại Khoa Kỹ thuật điện, Trường Đại học Điện lực. Lĩnh vực nghiên cứu: Điện mặt trời, Hệ thống điện.