

ỨNG DỤNG MẠNG NƠON NHÂN TẠO DỰ BÁO SẢN LƯỢNG ĐIỆN CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN MẶT TRỜI

Trịnh Quốc Công¹, Hồ Ngọc Dung¹

Tóm tắt: Việt Nam được đánh giá là quốc gia có tiềm năng lớn về năng lượng mặt trời. Đây là nguồn năng lượng thân thiện với môi trường và tái tạo trong thiên nhiên. Trong những năm gần đây, với nhiều cơ chế khuyến khích, các dự án điện năng lượng mặt trời phát triển mạnh ở nước ta, góp phần đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Tuy nhiên với sự phát triển nhanh kể cả về số lượng dự án, tổng công suất lắp đặt và sản lượng điện của các nhà máy điện mặt trời nên công tác vận hành hệ thống điện gặp khó khăn. Để có cơ sở phối hợp vận hành hợp lý các nguồn điện trong hệ thống cần có công tác dự báo công suất cũng như sản lượng điện của các nhà máy điện mặt trời. Nghiên cứu này đã ứng dụng mạng nơon nhân tạo dự báo sản lượng điện của nhà máy điện mặt trời dựa trên các yếu tố về thời tiết. Nghiên cứu được ứng dụng dự báo điện lượng ngày của nhà máy điện mặt trời công suất 752KWp tại tỉnh Hưng Yên cho kết quả tin cậy. Kết quả nghiên cứu cung cấp một phương pháp hữu ích trong dự báo sản lượng điện của các nhà máy điện mặt trời, góp phần xây dựng chế độ vận hành hợp lý cho hệ thống điện.

Từ khóa: Năng lượng điện mặt trời, mạng thần kinh nhân tạo ANN, dự báo điện lượng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Những năm qua, dưới tác động nghiêm trọng từ biến đổi khí hậu, Việt Nam đã chuyển hướng phát triển mạnh ngành năng lượng tái tạo. Các nguồn năng lượng gió và năng lượng mặt trời có nhiều cơ chế khuyến khích để phát triển. Đến thời điểm hiện tại, tổng công suất lắp đặt về điện mặt trời trên cả nước đã đạt tới 19.400 MWp (trong đó có gần 9.300 MWp là điện mặt trời mái nhà), tương ứng 16.500 MW, chiếm khoảng 25% tổng công suất lắp đặt nguồn điện của hệ thống điện quốc gia. Theo dự thảo Quy hoạch điện 8, đến năm 2030 tổng công suất lắp đặt điện mặt trời khoảng 22.040 MW và đến năm 2045 công suất lắp đặt điện mặt trời đạt khoảng 63.640 MW (Dự thảo Quy hoạch phát triển điện quốc gia, 2021).

Các dự án điện mặt trời đã đóng góp lớn vào việc đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia, góp phần phát triển đất nước. Tuy nhiên với sự phát

triển nhanh kể cả về số lượng dự án, tổng công suất lắp đặt và sản lượng điện nên công tác vận hành hệ thống điện gặp khó khăn. Để có cơ sở phối hợp vận hành hợp lý các nguồn điện trong hệ thống cần có công tác dự báo công suất cũng như sản lượng điện của các nhà máy điện trong hệ thống, đặc biệt là công tác dự báo ngắn và trung hạn về sản lượng điện của các nhà máy điện mặt trời.

Công suất phát và điện lượng của nhà máy điện mặt trời phụ thuộc vào bức xạ chiếu xuống bề mặt tấm pin năng lượng. Sự biến thiên bức xạ chiếu xuống tấm pin phụ thuộc rất lớn vào các yếu tố khí hậu như nhiệt độ không khí, chế độ mưa, chế độ về mây phủ, số giờ nắng ...vv. Do đó có thể dự báo điện năng của nhà máy điện mặt trời dựa trên các yếu tố về thời tiết. Các số liệu về thời tiết như nhiệt độ không khí, số giờ mưa, chế độ mây phủ được lưu trữ ở các trạm khí tượng hoặc các trang web dự báo uy tín. Trong nghiên cứu này, các tác giả sử dụng phương pháp mạng nơon nhân tạo (ANN) dự báo sản lượng điện của nhà

¹ Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi

máy điện mặt trời dựa trên số liệu về nhiệt độ không khí, số giờ mưa, số giờ mây phủ. Nghiên cứu được áp dụng dự báo sản lượng điện cho nhà máy điện mặt trời áp mái công suất 752,4kWp tại huyện Tiên Lữ, tỉnh Hưng Yên.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tính toán điện lượng nhà máy điện mặt trời

Điện năng sản xuất trong khoảng giờ t_i trong ngày tính theo công thức (Kandasamy CP, 2013):

$$E_{SPV,i} = N_{modul,i} \cdot Z \cdot \Delta t \cdot \eta_{SPV} \quad (1)$$

Trong đó: N_{modul} , Z , Δt , η_{SPV} - tương ứng là công suất phát, số lượng modul, thời gian phát điện và hiệu suất trong thời đoạn i trong ngày của nhà máy điện mặt trời.

Thành phần công suất phát điện của tấm pin trong công thức (1) xác định căn cứ vào đường đặc tính công suất của tấm pin:

$$N_{modul,i} = f(G_{\Sigma,tt,i}, N_{modul,G_{\Sigma}}) \quad (2)$$

Trong đó: $G_{\Sigma,tt,i}$ là tổng xạ chiếu xuống bề mặt tấm pin. $N_{modul,G_{\Sigma}}$ là công suất phát điện ứng với cường độ bức xạ chiếu tới bề mặt tấm pin do nhà sản xuất cung cấp.

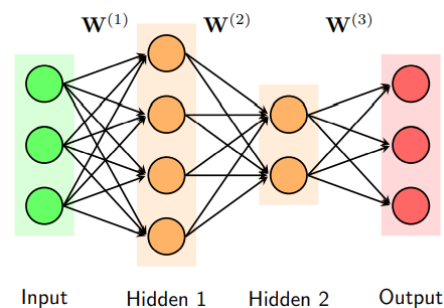
Đối với công trình đã lắp đặt, sản lượng điện phát được trong thời đoạn i phụ thuộc vào tổng xạ chiếu xuống bề mặt tấm pin. Tổng xạ này phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện thời tiết như điều kiện về nắng, mưa, sương mù vv... nên công suất phát và sản lượng điện của nhà máy điện mặt trời cũng phụ thuộc vào các yếu tố thời tiết. Từ đó có thể sử dụng mạng nơron nhân tạo để dự báo sản lượng điện phát được trong ngày của nhà máy điện mặt trời dựa trên các yếu tố thời tiết được dự báo.

2.2. Mạng thần kinh nhân tạo

Mạng nơron nhân tạo, Artificial Neural Network (ANN), gọi tắt là mạng nơron là một mô hình xử lý thông tin phỏng theo cách thức xử lý thông tin của các hệ nơron sinh học. Nó được tạo nên từ một số lượng lớn các phần tử (gọi là phần tử xử lý hay nơron) kết nối với nhau thông qua các liên kết (gọi là trọng số liên kết) làm việc như một thể thống nhất để giải quyết một vấn đề cụ thể.

Trong những thập niên gần đây, trên thế giới

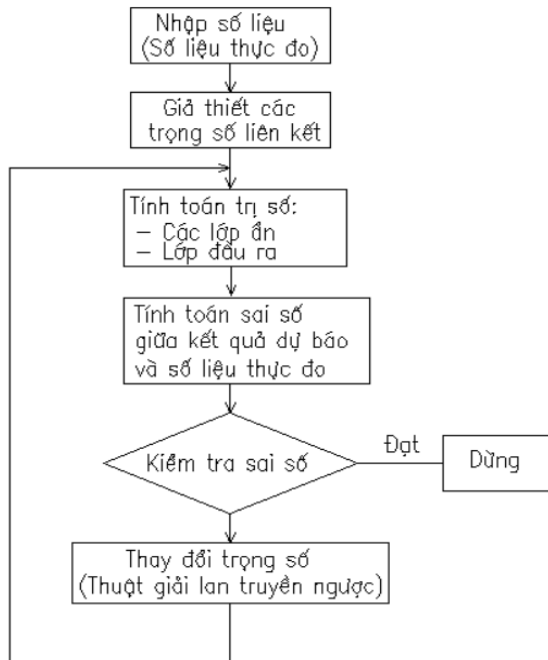
cũng như nước ta đã ứng dụng mô hình toán ANN vào giải quyết các bài toán dự báo cho kết quả đáng tin cậy. Mạng thần kinh nhân tạo có ưu điểm là khả năng học và xử lý chuỗi số liệu đầu vào, tận dụng triệt để được các thông tin dữ liệu đo đạc hiện có trong quá khứ, dựa vào mối quan hệ giữa các dữ liệu đầu vào để từ đó đưa ra các dự báo. Trong các mô hình ANN thì mô hình Mạng thần kinh nhân tạo truyền thẳng nhiều lớp (Multilayer Perceptron - MLP) được sử dụng phổ biến để giải quyết các bài toán phi tuyến, phức tạp, khi mà mối quan hệ giữa các quá trình không dễ thiết lập một cách tường minh. Cấu trúc của mạng ANN truyền thẳng MPL gồm lớp biến đầu vào input, lớp kết quả đầu ra output và các lớp ẩn hidden. (Vũ Hữu Tiệp, 2018).



Hình 1. Cấu trúc mạng nơron nhân tạo

Các trọng số liên kết giữa các nơron của các lớp trong ANN được xác định qua quá trình luyện mạng (học) từ dữ liệu quá khứ. Quá trình học là quá trình cập nhật trọng số liên kết sao cho giá trị hàm lỗi (sai số) là nhỏ nhất. Một mạng nơron được huấn luyện sao cho với một tập các vec-tơ đầu vào X , mạng có khả năng tạo ra tập các vec-tơ đầu ra mong muốn Y của nó. Tập X được sử dụng cho huấn luyện mạng được gọi là tập huấn luyện (training set). Các phần tử x thuộc X được gọi là các mẫu huấn luyện (training example). Quá trình huấn luyện bản chất là sự thay đổi các trọng số liên kết của mạng. Trong quá trình này, các trọng số của mạng sẽ hội tụ dần tới các giá trị sao cho với mỗi vec-tơ đầu vào x từ tập huấn luyện, mạng sẽ cho ra vec-tơ đầu ra y có sai số so với giá trị thực đo nhỏ nhất. Có nhiều thuật giải để xác định các trọng số liên kết trong đó thuật giải lan truyền

ngược (back-propagation algorithm) được ứng dụng rất phổ biến. Các bước luyện mạng xác định trọng số liên kết được cho trong sơ đồ sau:



Hình 2. Sơ đồ khối luyện mạng ANN

Sau khi xác định được các trọng số, mạng ANN sẽ được sử dụng dự báo trên tập số liệu kiểm định (testing set). Độ chính xác của kết quả dự báo điện lượng được đánh giá thông qua trị số sai số quân phương (RMSE) và phần trăm sai số tuyệt đối trung bình (MAPE).

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

3.1. Thông số của nhà máy điện mặt trời 752KWp

Sử dụng mạng nơron nhân tạo dự báo sản lượng điện trung bình ngày dựa trên yếu tố thời tiết là nhiệt độ trung bình ngày, số giờ mưa và số giờ mây phủ trong ngày của nhà máy điện mặt trời áp mái công suất 752,4kWp tại huyện Tiên Lữ, tỉnh Hưng Yên. Nhà máy có thông số cơ bản như sau:

Thông số chung của nhà máy:

Công suất lắp máy 752,4kWp

Cường độ bức xạ trung bình: 3,83 kWh/m²/ngày.

Điện lượng trung bình năm: 857.500 kWh/năm.

Hiệu suất hệ thống (PR): 80,1%.

Pin năng lượng mặt trời:

Loại pin mặt trời: Đơn c- Si.

Công suất tấm pin: 440 Wp.

Số lượng tấm pin: 1710 Tấm.

Hiệu suất tấm pin: 19,8%.

Inverter

Loại máy inverter: String.

Số lượng inverter: 06.

Công suất inverter: 110kWac.

Hiệu suất inverter: 98,7%.

Trạm biến áp:

Công suất máy biến áp: 750kVA.

Điện áp: 0,4/22kV.

3.2. Số liệu sử dụng dự báo

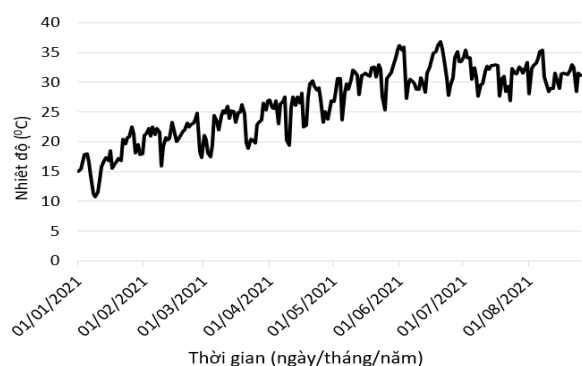
Số liệu sử dụng là số liệu quan sát từ ngày 01/01/2021 đến ngày 25/8/2021 của nhiệt độ trung bình ngày, số giờ mưa ngày, số giờ mây phủ trong ngày và sản lượng điện trung bình ngày. Theo quan sát, nhà máy điện mặt trời bắt đầu phát điện từ khoảng 6 giờ sáng đến 6 giờ chiều nên để tránh gây nhiễu cho mô hình, các số liệu sử dụng tính toán chỉ lấy trong khoảng thời gian từ 6 giờ sáng đến 6 giờ chiều. Do đặc điểm khí hậu miền Bắc rất khác nhau giữa các mùa nên trong tính toán luyện mô hình ANN, các số liệu đầu vào cũng được phân theo mùa để tính.

Số liệu về nhiệt độ trung bình ngày, số giờ mưa, số giờ có mây phủ từ ngày 01/01/2021 đến tháng 25/8/2021 được lấy từ website.

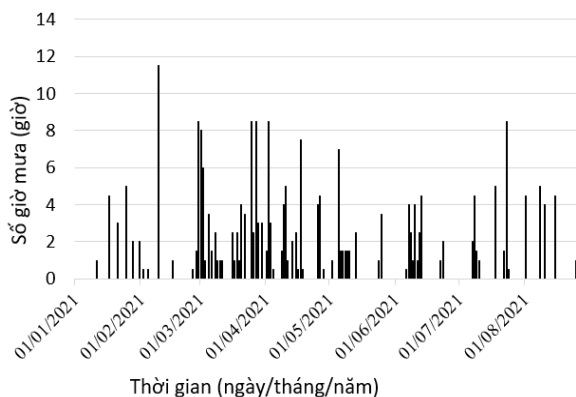
<https://www.wunderground.com/> .

Điện lượng trung bình ngày từ ngày 01/01/2021 đến ngày 25/8/2021 được lấy từ số liệu vận hành của nhà máy có trong website:

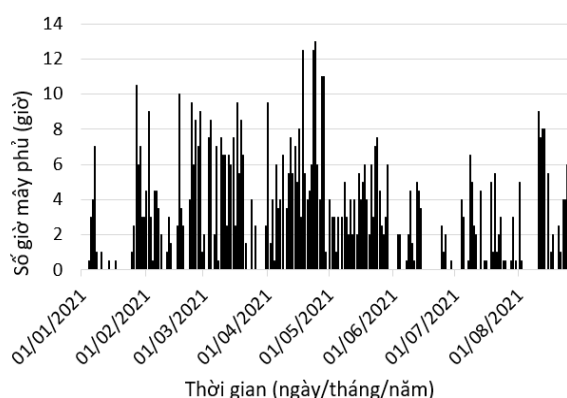
<https://www.isolarcloud.com> .



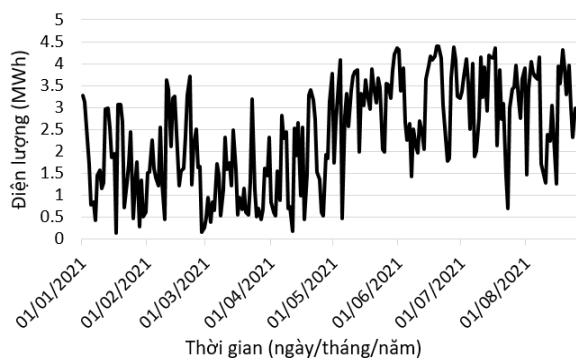
Hình 3. Đường quá trình nhiệt độ trung bình ngày



Hình 4. Số giờ mưa trong ngày

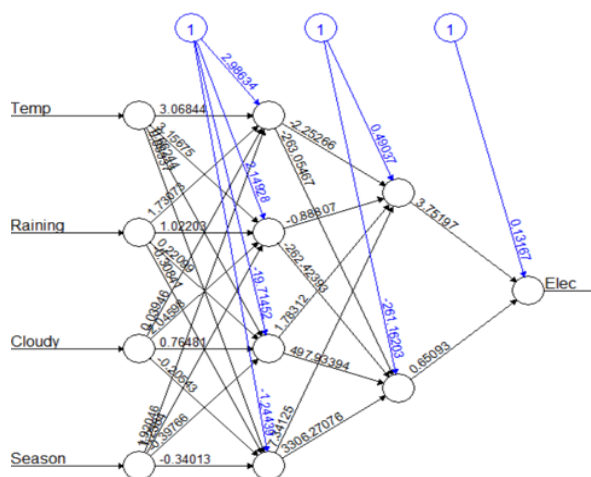


Hình 5. Số giờ có mây phủ trong ngày



Hình 6. Đường quá trình điện lượng ngày

Sử dụng các số liệu thời tiết và điện lượng từ tháng 1 đến tháng 7 để luyện mạng ANN bằng ngôn ngữ R (Bradley Boehmke, 2020) với cấu trúc mạng gồm lớp đầu vào là các thông số về nhiệt độ trung bình ngày, số giờ mưa, số giờ có mây phủ; lớp đầu ra là điện lượng phát được trong ngày; 02 lớp ẩn. Kết quả tính toán các trọng số liên kết cho trong hình 7.



Hình 7. Trọng số liên kết mạng ANN dự báo điện lượng

3.3. Kiểm định kết quả dự báo

Ứng dụng mô hình trên dự báo điện lượng ngày cho nhà máy điện mặt trời 752.4kWp tại tỉnh Hưng Yên để kiểm định kết quả tính toán của mô hình. Bộ dữ liệu tính toán kiểm định là dữ liệu về thời tiết và điện lượng của 25 ngày đầu tháng 8 năm 2021.

Kết quả dự báo được so sánh với số liệu thực đo trong bảng sau:

Bảng 1. So sánh điện lượng dự báo và thực đo

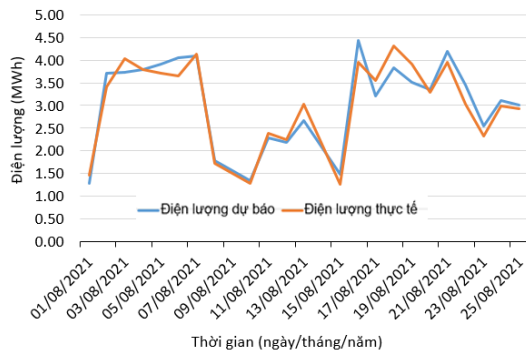
Ngày/tháng	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8	10/8	11/8	12/8	13/8
Nhiệt độ	28.0	32.2	32.8	33.2	34.0	35.1	35.4	30.9	28.4	29.0	29.0	31.5
Số giờ mưa (giờ)	4.5	0	0	0	0	0	0	5	4	0	0	0
Số giờ mây phủ (giờ)	5	0.5	0	0	0	0	0	0	9	7.5	8	8
Điện lượng thực tế (MWh)	1.46	3.42	4.04	3.80	3.71	3.65	4.14	1.72	1.28	2.39	2.24	3.04
Điện lượng dự báo (MWh)	1.28	3.71	3.74	3.80	3.91	4.05	4.10	1.78	1.35	2.28	2.18	2.67
Ngày/tháng	15/8	16/8	17/8	18/8	19/8	20/8	21/8	22/8	23/8	24/8	25/8	
Nhiệt độ	29.0	31.4	31.6	31.4	31.3	32.0	32.9	32.4	28.4	31.5	31.1	
Số giờ mưa (giờ)	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Số giờ mây phủ (giờ)	5.5	1	2	0	0	2.5	1	4	4	6	4	
Điện lượng thực tế (MWh)	1.26	3.95	3.55	4.31	3.90	3.30	3.96	3.02	2.32	2.99	2.92	
Điện lượng dự báo (MWh)	1.47	4.43	3.22	3.82	3.51	3.34	4.19	3.44	2.55	3.10	3.01	

Kết quả dự báo điện lượng có:

Sai số quân phương: $RMSE = 0.29MWh$,

Phần trăm sai số tuyệt đối trung bình: $MAPE = 7,7\%$.

Kết quả tính toán cho thấy giá trị dự báo và giá trị thực tế của điện lượng sai số không lớn, có thể dùng kết quả dự báo phục vụ công tác vận hành của nhà máy điện mặt trời cũng như hệ thống điện.



Hình 8. Đường quá trình điện lượng dự báo và thực tế

4. KẾT LUẬN

Ứng dụng mạng nơron nhân tạo dự báo sản lượng điện trung bình ngày thông qua yếu tố dự báo thời tiết là nhiệt độ trung bình ngày, số giờ mưa, số giờ mây phủ đồng thời kể đến yếu tố ảnh hưởng của thời tiết theo mùa cho kết quả phù hợp. Do nhà máy điện mặt trời công suất 752,4KWp tại tỉnh Hưng Yên mới đi vào hoạt động từ tháng 1 năm 2021 nên bộ số liệu sử dụng để dự báo còn khá ít. Trong quá trình làm việc của các nhà máy điện mặt trời, bộ dữ liệu dùng để dự báo sản lượng điện thường xuyên được cập nhật nên kết quả dự báo sẽ ngày càng tin cậy.

Dự báo sản lượng điện của các nhà máy điện mặt trời ứng dụng mạng thần kinh nhân tạo có ý nghĩa quan trọng, góp phần cải thiện chế độ vận hành các nhà máy điện mặt trời cũng như toàn bộ hệ thống điện của nước ta.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Chính phủ (2021), *Dự thảo Quyết định phê duyệt Quy hoạch điện lực quốc gia thời kỳ 2021 – 2030, tầm nhìn đến năm 2045*.

Vũ Hữu Tiệp (2018), *Machine learning cơ bản*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

Bradley Boehmke & Brandon Greenwell (2020), *Hands-On Machine Learning with R*, CRC.

Kandasamy CP, Prabu P, Niruba K (2013), *Solar Potential Assessment Using PVSYST Software*. IEEE 667-672.

<https://www.wunderground.com>.

<https://www.isolarcloud.com>.

Abstrast:

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR PREDICTING ENERGY OUTPUT OF SOLAR POWER PLANTS

Vietnam is assessed as a country with great potential for solar energy. This is an environmentally sustainable and renewable energy source. In recent years, with many incentive mechanisms, solar power projects have developed in our country rapidly. These projects have contributed to ensuring national energy security. However, with the rapid development in terms of the number of projects, total installed capacity, and electricity output of solar power plants, the operation of the electricity system faces difficulties. In order to operate energy sources in the electricity system reasonably, it is necessary to forecast the capacity as well as the electricity output of solar power plants. This study has applied the artificial neural network to predict the power output of solar power plants based on weather conditions. The study was applied to predict the daily output of 752,4KWp solar power plant in Hung Yen province. Results of predicted daily output are reliable. This study provides a useful method for predicting the power output of solar power plants to make a reasonable operating mode for power plants in the electricity system.

Keywords: Solar energy, Artifical neural network ANN, Energy forecast.

Ngày nhận bài: 10/10/2021

Ngày chấp nhận đăng: 31/10/2021