

THÔNG TIN VỀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Tên luận án: NGHIÊN CỨU NÂNG CAO LỢI NHUẬN ĐIỆN GIÓ TRONG THỊ TRƯỜNG ĐIỆN

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện.

Mã ngành: 9520201

Họ và tên nghiên cứu sinh: Đinh Ngọc Sang

Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS. Trương Việt Anh

PGS. TS. Dương Thanh Long

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

1. Tóm tắt nội dung luận án

Trong những thập kỷ qua, năng lượng tái tạo, đặc biệt là điện gió và điện mặt trời, đã có những bước tiến đáng kể nhờ vào các cơ chế hỗ trợ mạnh mẽ nhằm đẩy nhanh quá trình chuyển đổi năng lượng bền vững. Tại Việt Nam, chính sách giá FIT ưu đãi đã đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy các dự án điện gió và điện mặt trời. Tuy nhiên, theo xu hướng phát triển tất yếu của thị trường điện, sự cạnh tranh ngày càng gia tăng đang dần thay thế các chính sách hỗ trợ trực tiếp. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết đối với các nhà đầu tư trong việc đánh giá rủi ro tài chính một cách thận trọng, nhất là khi sự bất định của nguồn năng lượng tái tạo đặt ra nhiều thách thức về mặt kỹ thuật và kinh tế, ảnh hưởng đến sự ổn định hệ thống điện cũng như hiệu suất đầu tư. Trước bối cảnh này, nhiều nghiên cứu đã tập trung vào các giải pháp cải tiến công nghệ và tối ưu tài chính nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh của loại hình năng lượng mới này, bao gồm việc ứng dụng các phương pháp dự báo hiện đại và phát triển các thuật toán tối ưu, xây dựng chiến lược đầu tư tài chính. Tuy nhiên, các nghiên cứu đánh giá tổng quan cho thấy các giải pháp vẫn còn mở ngỏ và đòi hỏi nhiều nghiên cứu hơn, nhiều sáng kiến hơn để thúc đẩy quá trình chuyển đổi năng lượng bền vững trên quy mô toàn cầu.

Xuất phát từ thực trạng đó, nhằm mục tiêu tìm kiếm các giải pháp nâng cao hiệu quả đầu tư trong lĩnh vực điện gió, hai nội dung nghiên cứu chính của đề tài được triển khai để phát triển năng lượng gió: XÂY DỰNG MÔ HÌNH và ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP. Thứ nhất, nghiên cứu mô hình xác suất bất định điện gió trên thị trường điện. Trong đó xây dựng các mô hình xác suất phức hợp thể hiện biến động không lường trước công suất phát điện gió; Thiết lập mô hình liên kết theo từng cơ chế phối hợp đấu thầu của nguồn điện gió trên thị trường điện ngày hôm sau, mỗi mô hình liên kết là một kịch bản phối hợp giữ nguồn điện gió với các nguồn điện gió khác, hoặc loại hình nguồn điện khác. Từ đó, đánh giá biến động doanh thu thực của chủ điện gió theo từng cơ chế đấu thầu dựa vào xác suất bất định điện gió, và đề xuất các mô hình liên kết đấu thầu hiệu quả cho các nhà đầu tư điện gió. Thứ hai là đề xuất phương pháp giải quyết bài toán nâng doanh thu điện gió trong các điều kiện mới, tương ứng mô hình đã xây dựng, là một bước tiến để nâng hiệu quả đầu tư điện gió. Tuy nhiên, khi liên kết nhiều nguồn điện trong mô hình thì bài toán đa biến có khối lượng tính toán tăng theo cấp số nhân trở nên không lồ khi xét đến xác suất bất định, vì vậy các phương pháp tối ưu trở nên khó khăn, đặc biệt khi nguồn điện xây dựng trong các hệ thống điện lớn. Trong đề tài nghiên cứu này có hai giải pháp được đề xuất: Một là ứng dụng trí thông minh nhân tạo để cải tiến cơ bản thuật toán tối ưu metaheuristic. Nghiên cứu tích hợp mạng nơ-ron LSTM vào cấu trúc hai thuật toán tối ưu GA và PSO nhằm nâng cao hiệu quả chiến lược chào giá điện gió trong thị trường điện cạnh tranh. Kết quả các đề xuất này không chỉ cải thiện tốc độ hội tụ mà còn tăng độ chính xác trong dự báo, đồng thời giảm thiểu nguy cơ bẫy mắc kẹt tại các cực trị cục bộ, qua đó đề xuất chiến lược đấu thầu điện gió trong

mô hình liên kết nguồn điện để đạt được tối ưu doanh thu; Hai là tăng cường trữ năng để mở rộng trang trại điện gió hiện hữu như là một giải pháp nâng hiệu quả trước mắt. Nghiên cứu sử dụng bộ trữ năng kết hợp khai thác tối ưu máy biến áp truyền tải để tối đa hóa khả năng phát điện gió bán điện cho thị trường điện. Từ đó đánh giá hiệu quả tài chính cho thấy ưu tiên mở rộng các trang trại điện gió hiện có tối ưu hơn triển khai đầu tư dự án mới.

Trong quá trình nghiên cứu, các thực nghiệm mô phỏng trên hệ thống điện chuẩn IEEE cho kết quả đạt được hiệu quả và có ý nghĩa thực tiễn rõ rệt. Thứ nhất, các mô hình xác suất tích hợp và khung thí nghiệm được xây dựng chứng minh tính hiệu quả cao, khi việc liên kết trang trại điện gió với nguồn nhiệt điện và hệ thống lưu trữ năng lượng giúp nâng công suất phát khả dụng từ 55 MW lên tới 95 MW, đồng thời cải thiện lợi nhuận vận hành của nhà máy điện gió lên tới 132% so với mô hình truyền thống. Thứ hai, các thuật toán lai mới được đề xuất (LSTM-GA, LSTM-PSO) thực nghiệm trên các mô hình tối ưu hóa có xét bất định điện gió, cho thấy hiệu quả vượt trội so với các phương pháp truyền thống, với mức tăng phát điện gió từ 12% đến 20% so với trước đây; và doanh thu điện gió tương ứng cũng tăng thêm khoảng 7%, trong khi tốc độ tính toán giảm khoảng 22% chu kỳ tính toán so với phương pháp truyền thống. Ngoài ra, các thuật toán mới cũng giúp chủ đầu tư điện gió ổn định biến thiên công suất chào thầu trên thị trường điện. Thứ ba, về hiệu quả đầu tư, các giải pháp đề xuất tăng sử dụng hệ thống trữ năng góp phần đáng kể vào việc nâng cao hiệu quả tài chính của các dự án trang trại điện gió mở rộng với tỷ suất hoàn vốn đầu tư tiềm năng tăng lên 5,64 lần so với xây dựng mới; tương đương mức hiệu quả tài chính tăng từ 4,4% lên 24,8%, qua đó củng cố niềm tin của nhà đầu tư và thúc đẩy phát triển bền vững năng lượng gió.

2. Những đóng góp mới của đề tài

Ba đóng góp của nghiên cứu cho công đồng khoa học với các điểm mới nổi bật như sau:

i) Mô hình hóa xác suất bất định điện gió làm cơ sở để liên kết các nguồn điện đấu thầu trong thị trường điện cạnh tranh. Nghiên cứu đã xây dựng và đề xuất các mô hình nhằm nâng cao hiệu quả đầu tư điện gió trong bối cảnh chịu nhiều biến động bất định, vốn khiến loại hình nguồn điện này kém lợi thế so với các nguồn điện truyền thống ổn định hơn trong thị trường điện cạnh tranh.

ii) Đề xuất kỹ thuật lai mới tích hợp LSTM vào quá trình tối ưu hóa của hai thuật toán gen và bầy đàn. Thuật toán lai LSTM-GA và LSTM-PSO mới có ưu thế vượt trội nhờ sự tích hợp trí tuệ nhân tạo vào cấu trúc tối ưu truyền thống. Ứng dụng thuật toán mới này để giải quyết hiệu quả cho bài toán bất định điện gió trong thị trường điện có thể đề xuất giải pháp tăng hiệu quả cho điện gió.

iii) Đề xuất giải pháp tăng cường sử dụng bộ trữ năng và tối ưu máy biến áp truyền tải trong mô hình mở rộng trang trại điện gió hiện hữu một cách hiệu quả thay vì xây dựng mới trang trại nhiều khe bờ đê bù giải phóng mặt bằng. Mô hình tích hợp hệ thống lưu trữ xét hết tính bất định của điện gió có thể khai thác tối ưu vận hành máy biến áp truyền tải làm tăng lợi ích đầu tư đáng kể nhờ không cần đến việc tăng cường hệ thống truyền tải đầu nối.

Kết quả nghiên cứu cũng góp phần công bố 12 công trình trên các tạp chí khoa học, trong đó có 03 bài báo khoa học Q1 và 01 bài Q2 trên các tạp chí ISI và Scopus (1 bài Q1 cho đóng góp điểm mới thứ nhất, 2 bài Q1 cho điểm mới thứ hai, và 1 bài Q2 cho điểm mới thứ ba).