

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA NGUỒN NĂNG LƯỢNG GIÓ ĐỐI VỚI LƯỚI ĐIỆN TRUYỀN TẢI KHU VỰC TÂY NAM BỘ

INVESTIGATING THE EFFECTS OF WIND FARMS ON THE TRANSMISSION GRID OF SOUTH-WEST AREA

TRẦN NAM HƯNG^{1a}, NGUYỄN PHÚC KHẢI^{2b}

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

²Trường Đại học Bách khoa – ĐHQG TP HCM

^aEmail: namhungptc4@gmail.com. ^bEmail: phuckhai@hcmut.edu.vn

Nhận bài (Received): 26/9/2022; Phản biện (Reviewed): 25/10/2022; Chấp nhận (Accepted): 16/11/2022

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây với sự khuyến khích của Chính phủ, các nguồn năng lượng tái tạo phát triển nhanh và rộng khắp khu vực phía Nam. Các nguồn năng lượng tái tạo bổ sung nguồn năng lượng sạch nhưng đồng thời cũng gây ra nhiều khó khăn trong công tác vận hành như quá tải, quá điện áp trên lưới điện. Bài báo tập trung khảo sát ảnh hưởng đến điện áp và tổn thất điện năng của các trang trại gió đối với lưới điện truyền tải 220kV khu vực Tây Nam Bộ trong giai đoạn 2022 – 2025. Các tác giả xây dựng lưới điện hiện hữu của khu vực Tây Nam Bộ với ba kịch bản thâm nhập của nguồn năng lượng gió. Đồng thời, phát triển tiếp lưới điện truyền tải đến năm 2025 dựa theo quy hoạch của Viện Năng lượng. Các lưới điện được mô phỏng bằng phần mềm ETAP. Kết quả cho thấy lưới điện hiện hữu và theo quy hoạch đến năm 2025 đều đảm bảo giới hạn điện áp trong phạm vi cho phép. Tuy nhiên, tỷ lệ tham gia của nguồn năng lượng gió càng cao thì tổn thất trên lưới điện càng nhiều.

Từ khóa: Trang trại gió; Biểu đồ điện áp; Tổn thất công suất; Lưới điện truyền tải; Phần mềm ETAP

ABSTRACT

In recent years, with the encouragement of the Government, renewable energy sources have been developing robustly and widely in the Southern area. Renewable energy sources have supplied clean energy, but at the same time caused many difficulties in operation such as overload and overvoltage on the grids. This paper investigates the effects of voltage and power loss caused by wind farms in the 220kV transmission grids in the South West Area in the period of 2022 – 2025. The authors build the existing grid of the South West Area with three scenarios of wind energy and continue to develop the transmission grid until 2025 based on the planning of the Energy Institute. All grids have been simulated by the ETAP software. The results show that the existing and planned grids have adapted to the limited constraints of voltage. However, the ratio of integrated wind farms is higher, and the power loss is more elevated.

Keywords: Wind farms; Voltage profile; Power loss; Transmission grids; ETAP software

1. Mở đầu

Năng lượng tái tạo là nguồn năng lượng sạch, thân thiện với môi trường, cung cấp điện cho người dân từ nguồn năng lượng mặt trời, năng lượng gió, thủy điện, thủy triều... không phát thải các khí gây hiệu ứng nhà kính. Chính vì lý do đó, Việt Nam cũng như nhiều quốc gia trên khắp thế giới đã không ngừng phát triển các dạng năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng mặt trời và năng lượng gió. Tính đến tháng 12/2021, riêng tại Tổng công ty điện lực miền Nam, tổng cộng đã có 54.002 dự án đầu nối vào lưới điện. Trong đó, 7.458 dự án đầu nối vào lưới điện trung thế và 46.544 dự án đầu nối vào lưới điện hạ thế [1]. Đối với năng lượng gió, tính đến tháng 04/2022, cả nước đã có 3.980 MW nguồn điện gió hòa vào lưới điện quốc gia [2].

Bên cạnh những lợi ích về môi trường, việc tham gia một lượng lớn các nguồn năng lượng tái tạo nói riêng và các nguồn phân tán nói chung có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến công tác vận hành của lưới điện. Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã chỉ ra những tác động có thể gặp phải. Các vấn đề về điện áp (quá áp hoặc điện áp thấp) là một trong các tiêu chí đánh giá chính trong hầu hết các nghiên cứu xác định khả năng hấp thụ nguồn năng lượng phân tán. Trong trường hợp công suất phát của nguồn phân tán lớn hơn nhu cầu phụ tải thì mức điện áp trên nút phụ tải đó tăng lên vượt quá giới hạn cho phép. Điều này có thể dẫn đến hư hỏng các thiết bị khác nhau được kết nối với nút phụ tải này. Nghiên cứu của Bollen, M. H., & Hassan, F. đã chỉ ra việc hấp thụ nguồn phân tán quá giới hạn có thể dẫn đến nhiễu loạn chất lượng điện áp như sóng hài, biến đổi điện áp xác lập [3]. Ngoài ra,

nếu công suất phát của nguồn năng lượng phân tán cao hơn nhu cầu phụ tải cục bộ; nguồn năng lượng phân tán bắt đầu cung cấp công suất cho lưới điện đầu nguồn sau khi đáp ứng nhu cầu phụ tải. Do đó, sẽ phát sinh công suất ngược và có thể dẫn đến vượt quá công suất nhiệt của thiết bị (máy biến áp và đường dây) [4]. Bên cạnh đó, việc xâm nhập quá nhiều các nguồn năng lượng phân tán có thể gây tác động sai các thiết bị bảo vệ trên lưới điện [5]. Và thực tế, tại Việt Nam, theo Trung tâm Điều độ hệ thống điện quốc gia, các hệ thống điện mặt trời mái nhà làm thay đổi luồng công suất của lưới điện trung áp, làm giảm hiệu quả tác động của chức năng sa thải phụ tải theo tần số F81 [1].

Đối với khu vực Tây Nam Bộ, 12 trang trại gió với tổng công suất khả dụng gần 700MW đã hòa vào lưới điện tại các tỉnh Bạc Liêu, Cà Mau và Sóc Trăng [6]. Để ứng phó với việc phát triển của các nguồn năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng ở khu vực duyên hải Tây Nam Bộ, Viện Năng lượng đã đề xuất quy hoạch phát triển lưới điện truyền tải cấp 500kV và 220kV để giải tỏa công suất [7]. Bài báo sẽ xây dựng mô hình cho lưới điện khu vực Tây Nam Bộ năm 2022 và quy hoạch năm 2025 bằng phần mềm ETAP. Đối với lưới điện năm 2022, các kịch bản vận hành năng lượng gió được xem xét gồm phát 100% công suất, 50% công suất và không phát công suất. Đối với lưới điện quy hoạch năm 2025, kịch bản vận hành xem xét lưới điện phát triển hoàn chỉnh như quy hoạch và trường hợp chậm tiến độ đường dây 500kV Thốt Nốt – Bạc Liêu. Nội dung bài báo gồm năm phần. Trước hết là phần mở đầu. Phần tiếp theo sẽ giới thiệu lưới điện hiện hữu và quy hoạch năm 2025 của khu vực Tây Nam Bộ. Tiếp theo là phần giới

thiếu các tiêu chí đánh giá lưới điện. Phần thứ 4 là kết quả tính toán cho các kịch bản. Cuối cùng là tổng kết và hướng phát triển của nghiên cứu.

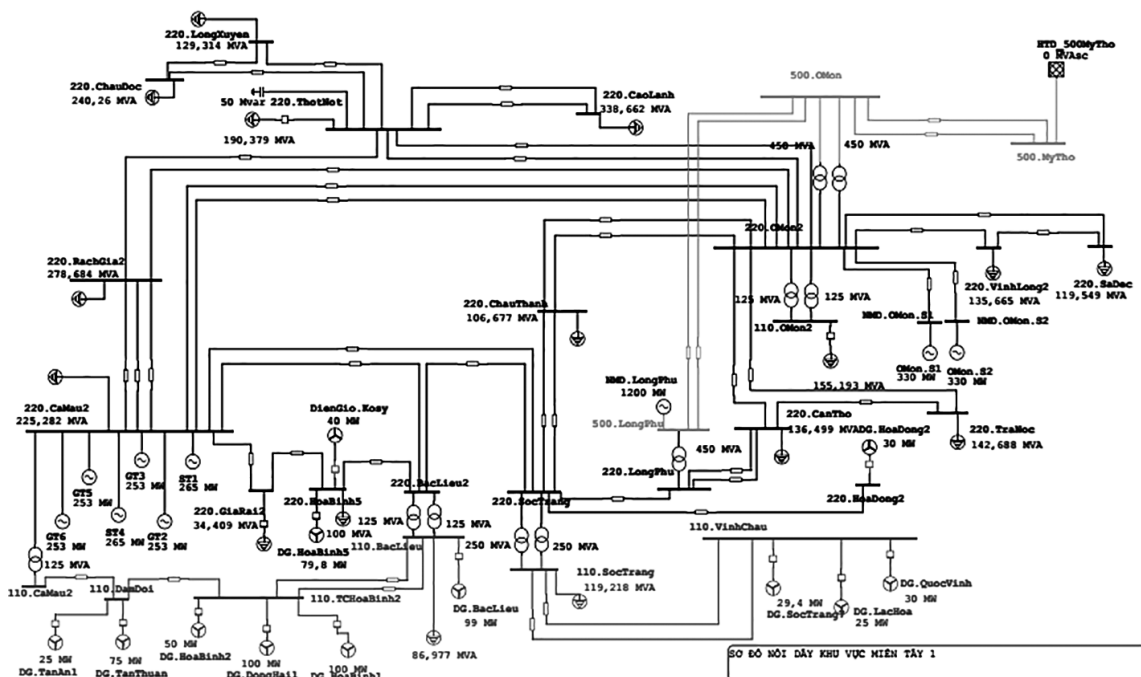
2. Lưới điện truyền tải khu vực Tây Nam Bộ giai đoạn 2022 - 2025

2.1 Lưới điện truyền tải năm 2022

Lưới điện truyền tải điện tại khu vực Tây Nam Bộ được đề cập trong bài báo này gồm các Tỉnh Cần Thơ, Hậu Giang, Sóc Trăng, Kiên Giang, An Giang, Bạc Liêu và Cà Mau do 02 truyền tải điện khu vực truyền tải điện miền Tây 1 và truyền tải điện miền Tây 3 quản lý vận hành. Khu vực này nguồn chính được cung cấp từ trạm 500kV Mỹ Tho, nhà máy điện khí Cà Mau, nhà máy điện khí Long Hậu, nhà máy nhiệt điện Ô Môn và các trang trại gió ven biển thuộc các tỉnh Sóc Trăng, Bạc Liêu và Cà Mau.

Lưới điện mô phỏng bao gồm 30 nút trong đó nút cân bằng được chọn tại trạm

500kV Mỹ Tho là vị trí nối vào lưới điện vô cùng lớn của hệ thống điện quốc gia. Ba nhà máy nhiệt điện Cà Mau, Ô Môn và Long Phú vận hành ở chế độ nút điều khiển điện áp là mô hình phổ biến của các nhà máy điện. Toàn bộ lưới có 10 máy biến áp và 46 tuyến dây ở các cấp điện áp 500 kV, 220 kV và 110 kV. Trong đó, phần lưới điện 110 kV chỉ mô tả những phát tuyến có nguồn năng lượng gió hòa lưới. 12 trang trại gió ở các cấp điện áp 220 kV và 110 kV với các thông tin chi tiết như Bảng 1 [6]. Giá trị phụ tải tại các nút được ghi nhận theo giá trị ước lượng của Viện Năng lượng đến cuối năm 2022 [7]. Sơ đồ một sợi của lưới điện Tây Nam Bộ được xây dựng dựa theo Sơ đồ kết dây cơ bản hệ thống điện Việt Nam 2022 của Trung tâm điều độ hệ thống điện quốc gia [8] và Sơ đồ Truyền tải miền Tây 1 của Công ty Truyền tải điện 4 [9] như Hình 1. Phần được tô màu vàng là khu vực 500kV, màu đen là khu vực 220kV và màu xanh lá là khu vực 110kV.



Hình 1: Sơ đồ một sợi khu vực Tây Nam Bộ thực hiện bằng phần mềm ETAP

Bảng 1: Danh sách các trang trại gió đang vận hành ở khu vực Tây Nam Bộ

Tên nhà máy	Công suất khả dụng (MW)	Cấp điện áp (kV)	Tỉnh/Thành phố
Điện gió Hòa Bình 5	79,8	220	Bạc Liêu
Điện gió Kosy	40	220	Bạc Liêu
Điện gió Đông Hải 1	100	110	Bạc Liêu
Điện gió Hòa Bình 1	100	110	Bạc Liêu
Điện gió Hòa Bình 2	50	110	Bạc Liêu
Điện gió Tân Ân 1	25	110	Cà Mau
Điện gió Tân Thuận	75	110	Cà Mau
Điện gió Hòa Đông 2	30	220	Sóc Trăng
Điện gió Sóc Trăng 7	29,4	110	Sóc Trăng
Điện gió Lạc Hòa	25	110	Sóc Trăng
Điện gió Quốc Vinh	30	110	Sóc Trăng

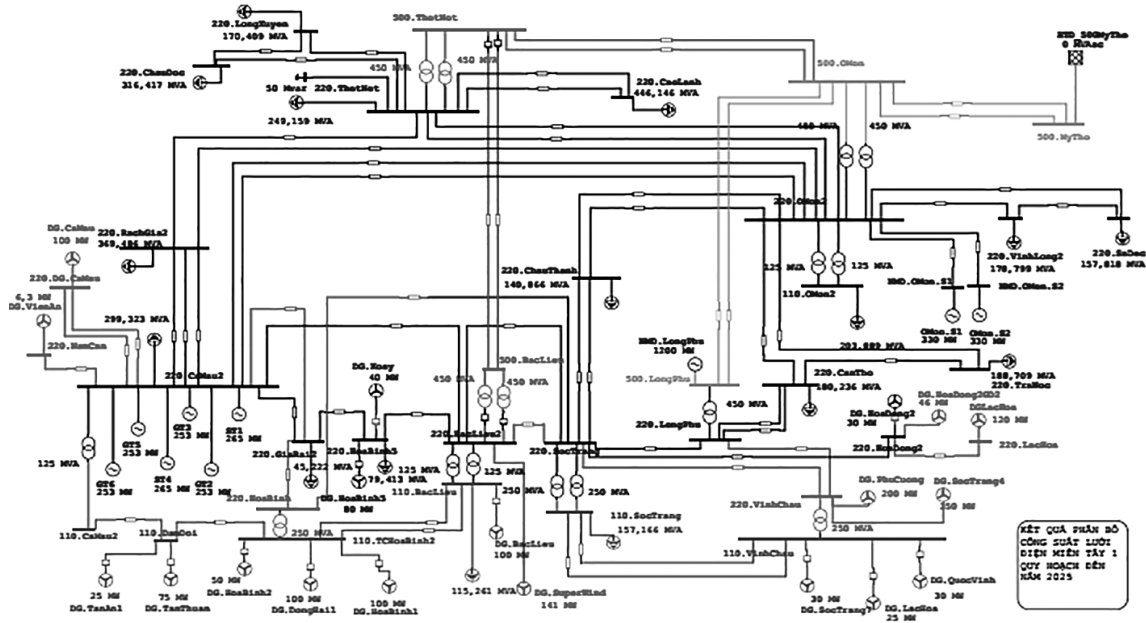
2.2 Lưới điện truyền tải quy hoạch năm 2025

Theo quy hoạch lưới điện truyền tải khu vực Tây Nam Bộ đến năm 2025 tầm nhìn 2027, để giải tỏa công suất năng lượng gió, tuyến dây 500kV Ô Môn – Thốt Nốt – Bạc Liêu và trạm 220kV Hòa Bình được xây dựng kết nối các trang trại gió khu vực tỉnh Bạc Liêu. Bổ sung thêm trạm 220 kV Vĩnh Châu kết nối với trạm 110kV Vĩnh Châu và kết nối với các nhà máy điện gió khu vực tỉnh Sóc Trăng. Bổ sung

trạm 220kV Năm Căn kết nối với các nhà máy điện gió khu vực tỉnh Cà Mau [7]. Các nhà máy điện gió được bổ sung vào quy hoạch được cho ở Bảng 2 [7]. Về phía phụ tải, Viện Năng lượng dự báo công suất phụ tải khu vực Tây Nam Bộ tăng trưởng 33% trong giai đoạn 2022 – 2025. Sơ đồ lưới điện theo quy hoạch 2025 được mô tả bằng phần mềm ETAP như Hình 2. Phần lưới điện được bổ sung theo quy hoạch được tô màu hồng.

Bảng 2: Danh sách các nhà máy điện gió theo quy hoạch đến năm 2025

Tên nhà máy	Công suất khả dụng (MW)	Cấp điện áp (kV)	Tỉnh/Thành phố
Điện gió Hòa Đông 2 - giai đoạn 2	46	220	Bạc Liêu
Điện gió Lạc Hòa - giai đoạn 2	120	220	Sóc Trăng
Điện gió Sóc Trăng 4	350	220	Sóc Trăng
Điện gió Phú Cường	200	220	Sóc Trăng
Điện gió SuperWind	141	220	Bạc Liêu
Điện gió Cà Mau	100	220	Cà Mau
Điện gió Viên An	6,3	220	Cà Mau



Hình 2: Sơ đồ đơn tuyến lưới điện Tây Nam Bộ theo quy hoạch năm 2025

3. Tiêu chí khảo sát lưới điện

3.1 Tổn thất công suất trên lưới điện

Tổn hao công suất tác dụng là tiêu chí thi đua hàng đầu trong các đơn vị điện lực. Tổn hao công suất là phần năng lượng tiêu tốn trên các phần tử truyền tải điện như đường dây, máy biến áp. Tổn hao công suất được xác định bằng chênh lệch công suất giữa tổng công suất phát điện và tổng phụ tải điện:

$$P_{loss} = \sum_{i=1}^{n_{gen}} P_{Gen,i} - \sum_{i=1}^{n_{load}} P_{Load,i} \quad (1)$$

Trong đó:

- n_{gen} : số lượng nhà máy điện trong khu vực
- n_{load} : số lượng phụ tải điện cấp 220kV trong khu vực
- $P_{gen,i}$: công suất phát điện tác dụng của nhà máy thứ i
- $P_{load,i}$: công suất phụ tải tác dụng của phụ tải 220kV thứ i

3.2 Giới hạn điện áp:

Điện áp vận hành lưới điện là tiêu chí kỹ thuật quan trọng, tác động sâu rộng đến các phụ tải điện và các nguồn năng lượng phân tán trong khu vực. Điện áp vận hành lưới điện được quy định chặt chẽ theo các quy định của Bộ Công thương và áp dụng cho từng phần tử, từng cấp điện áp khác nhau trên lưới điện. Đối với nhà máy điện, lưới điện 500kV và 220kV, điện áp tối đa cho phép là 110% điện áp định mức [10]. Đối với lưới điện 110kV, điện áp tối đa cho phép là 105% điện áp định mức [11]. Điện áp tối thiểu được quy định chung bằng 95% điện áp định mức [10,11]. Biểu thức giới hạn điện áp trong hệ đơn vị tương đối được thể hiện như sau:

$$0,95 \leq V_{Gen,i} \leq 1,1 \quad (2)$$

$$0,95 \leq V_{Load,500kV} \leq 1,1 \quad (3)$$

$$0,95 \leq V_{Load,220kV} \leq 1,1 \quad (4)$$

$$0,95 \leq V_{Load,110kV} \leq 1,05 \quad (5)$$

4. Kết quả tính toán

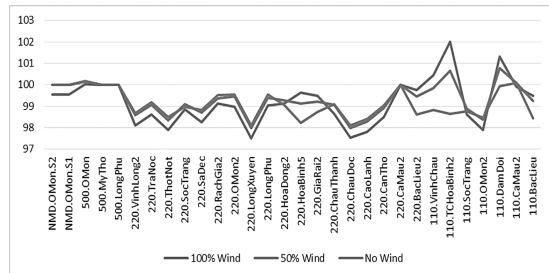
4.1 Kết quả tính toán lưới điện truyền tải năm 2022

Đối với lưới điện truyền tải hiện hữu, ba kịch bản được xem xét là trường hợp nguồn năng lượng gió phát 100% công suất, 50% công suất và không phát công suất. Kết quả phân bố công suất cho thấy trong cả 3 kịch bản tính toán, điện áp tại các nút trên lưới điện truyền tải khu vực Tây Nam Bộ vẫn đáp ứng các tiêu chí trong giới hạn điện áp như Hình 3. Tuy nhiên, cần lưu ý tại những nút có nhiều nguồn năng lượng gió đầu nối như trạm 220kV Hòa Bình 5, 110kV TC Hòa Bình 2 và 110kV Đầm Dơi, điện áp nút với kịch bản năng lượng gió phát đủ công suất tăng cao hơn so với các trường khác. Về tổn hao công suất, kết quả tính toán cho thấy, khi nguồn năng lượng gió không phát thì tổn thất của lưới điện là 58,124MW, trong khi nguồn năng lượng gió phát đầy đủ công suất thì tổn thất của lưới điện vượt lên gần gấp đôi 101,284 MW, tương đương 74,26% như Hình 4. Kết quả tính toán cũng phù hợp với kết luận của Viện Năng lượng về đặc thù lưới điện truyền tải khu vực Tây Nam Bộ là lưới điện phát ròng công suất [7]. Do đó, khi lượng công suất càng nhiều thì tổn thất cũng tăng nhiều hơn.

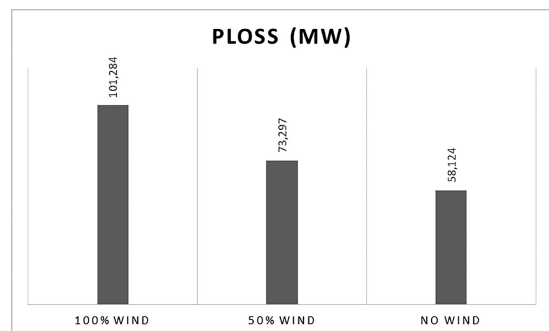
4.2 Kết quả tính toán lưới điện truyền tải quy hoạch năm 2025

Lưới điện quy hoạch năm 2025 được xem xét hai kịch bản. Kịch bản đầu tiên là kịch bản lưới điện được phát triển đúng theo quy hoạch của Viện Năng lượng. Kịch bản thứ hai là trường hợp xấu nhất khi đường dây 500kV Thốt Nốt – Bạc Liêu không kịp hoàn thành theo tiến độ. Kết quả tính toán cho thấy trường hợp xấu nhất khi đường dây 500kV Thốt Nốt – Bạc Liêu không hoàn thành đúng tiến độ, điện áp

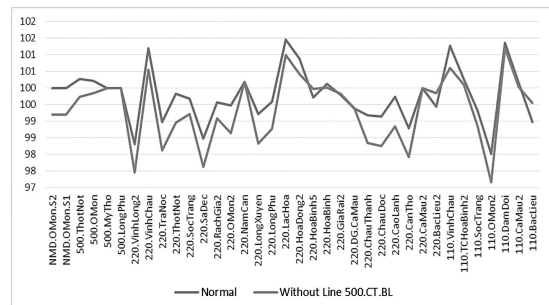
lưới điện truyền tải có xu hướng giảm thấp hơn so với trường hợp bình thường, nhưng vẫn cao hơn ngưỡng quy định là 0,95 như Hình 5. Về tổn thất công suất, trường hợp không đóng điện đường dây 500kV Thốt Nốt – Bạc Liêu sẽ làm tăng tổn thất của lưới điện tăng thêm 31,2% như Hình 6. So sánh tổn thất với lưới điện hiện hữu, với kịch bản tăng trưởng phụ tải, nguồn điện và quy hoạch lưới điện, nhìn chung tổn thất công suất của lưới điện theo quy hoạch không tăng thêm nhiều 106,839MW so với 101,284MW của trường hợp phát năng lượng gió cực đại hiện hữu.



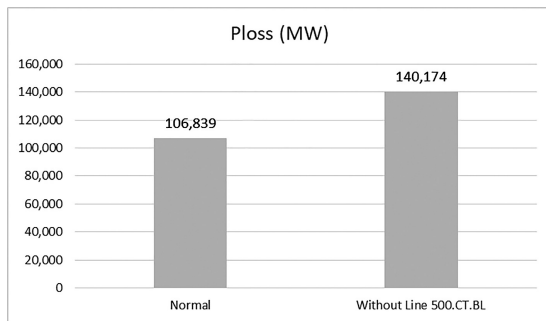
Hình 3: So sánh biểu đồ điện áp tại các nút trong ba kịch bản tính toán



Hình 4: Biểu đồ so sánh tổn hao công suất trong các kịch bản tính toán



Hình 5: Biểu đồ điện áp theo quy hoạch năm 2025



Hình 6: Tổn thất công suất trong các kịch bản của quy hoạch điện năm 2025

5. Kết luận

Bài báo đã trình bày khảo sát ảnh hưởng đến tổn thất công suất và điện áp của lưới điện truyền tải khu vực Tây Nam Bộ khi có nguồn năng lượng gió tham gia vào lưới điện. Kết quả tính toán cho thấy với lưới điện hiện hữu, trong các kịch bản tính toán công suất điện gió cực đại, 50% công suất và không có điện gió, điện áp

của lưới điện truyền tải khu vực Tây Nam Bộ vẫn đáp ứng các quy định của Bộ Công Thương về giới hạn điện áp. Tuy nhiên, do đặc thù là vùng xuất khẩu ròng năng lượng, nên lượng điện gió phát càng nhiều càng làm tăng tổn thất của lưới điện. Tổn thất trong trường hợp phát đầy đủ điện gió cao hơn 74,26% so với trường hợp không có nguồn năng lượng gió tham gia. Đối với quy hoạch lưới điện năm 2025, trường hợp bình thường và trường hợp chậm tiến độ đường dây 500kV Thốt Nốt – Bạc Liêu đều đảm bảo điện áp vận hành của lưới điện. Tuy nhiên, việc chậm tiến độ thực hiện đường dây 500kV Thốt Nốt – Bạc Liêu sẽ làm tăng tổn thất của lưới điện thêm 31,2%. Bài báo là tiền đề để nhóm nghiên cứu tiếp tục mở rộng khảo sát những chỉ tiêu vận hành khác của lưới điện truyền tải như ổn định tần số, ổn định điện áp, đánh giá sóng hài và phương thức bảo vệ lưới điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trung tâm điều độ hệ thống điện quốc gia (2021), “Công tác quản lý vận hành điện mặt trời mái nhà tại Việt Nam”, Hội thảo “The research on Smart Grids technologies and their application in Vietnam”, 12/2021
- [2] Tuấn Hoàng (2022). “Trong tháng 4 và 5/2022, khả năng phát từ nguồn điện gió trên toàn quốc vẫn chỉ đạt mức thấp so với tổng công suất lắp đặt”, iCon Trang tin điện tử ngành điện, <http://m.icon.com.vn/vi-VN/c621/184111/Trong-thang-4-va-5-2022-kha-nang-phat-tu-nguon-dien-gio-tren-toan-quoc-van-chi-dat-muc-thap-so-voi-tong-cong-suat-lap-dat.aspx> (truy cập 19/12/2022).
- [3] Bollen, M. H., & Hassan, F. (2011). “Integration of distributed generation in the power system” (Vol. 80). John Wiley & Sons.
- [4] Seguin, R., Woyak, J., Costyk, D., Hambrick, J., & Mather, B. (2016). “High-penetration PV integration handbook for distribution engineers” (No. NREL/TP-5D00-63114). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
- [5] Ismael, S. M., Aleem, S. H. A., Abdelaziz, A. Y., & Zobaa, A. F. (2019). “State-of-the-art of hosting capacity in modern power systems with distributed generation”. Renewable energy, 130, 1002-1020.
- [6] Trung tâm Điều độ hệ thống điện quốc gia (2022), “Phương án vận hành và xử lý sự cố

nguy hiểm lưới điện khu vực miền Tây Nam Bộ trong thời gian cắt điện thi công đường dây 500kV Sông Hậu – Đức Hòa”, Quyết định số 805/QĐ-ĐĐQG ngày 20 tháng 11 năm 2022.

- [7] Viện Năng lượng (2022). “Đề án kế hoạch đầu tư phát triển lưới điện truyền tải điện quốc gia năm 2021 có xét đến năm 2025”
- [8] Công ty Truyền tải điện 4 (2022), “Sơ đồ lưới Truyền tải miền Tây 1”.
- [9] Trung tâm Điều độ hệ thống điện quốc gia (2021), “Sơ đồ kết dây cơ bản hệ thống điện Việt Nam 2022”
- [10] Bộ Công thương (2016), “Thông tư quy định về hệ thống điện truyền tải”, Thông tư số 25/2016/TT-BCT
- [11] Bộ Công thương (2015), “Thông tư quy định hệ thống điện phân phối”, Thông tư số 39/2015/TT-BCT.