

# KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VỀ PHÁT TRIỂN, QUẢN LÝ, VẬN HÀNH NGUỒN NLTT TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN QUỐC GIA

Nguồn điện năng lượng tái tạo, nhất là điện mặt trời, điện gió phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, điều kiện thời tiết, quy mô đa dạng, phân tán và gắn với địa bàn nơi có sẵn tiềm năng nên có những tác động tiêu cực đến hệ thống điện nói chung và lưới điện nói riêng. Vì vậy, cần có các giải pháp phù hợp để hạn chế đến mức tối thiểu các tác động phát sinh bởi tính “đồng đẳng” và phát huy tối đa nguồn cung dồi dào mang tính thời điểm và theo địa bàn của nguồn điện này đến hệ thống điện, nhằm đảm bảo cung cấp điện năng đủ, kịp thời, ổn định, tin cậy và giá cả phù hợp. Trong phạm vi bài này, chuyên gia Tạp chí Năng lượng Việt Nam phân tích các nhóm giải pháp/kinh nghiệm của các nước về phát triển, quản lý, vận hành hiệu quả nguồn điện năng lượng tái tạo trong hệ thống điện quốc gia.

## KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VỀ PHÁT TRIỂN, QUẢN LÝ, VẬN HÀNH NGUỒN NĂNG LƯỢNG GIÓ TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN QUỐC GIA

Các nguồn điện năng lượng tái tạo (NLTT) gồm có: Thủy điện, điện mặt trời, điện sinh khối, điện gió, điện địa nhiệt, điện từ các loại năng lượng đại dương (thủy triều, sóng biển, chênh lệch nhiệt đại dương).

Các nguồn NLTT tuy có tiềm năng lớn, song do đặc điểm không ổn định, phụ thuộc nhiều vào điều kiện tự nhiên và thời tiết, nhất là năng lượng gió và mặt trời, công nghệ khai thác trình độ chưa cao (trừ thủy điện) và giá thành tổng thể còn cao, cho nên sản lượng điện NLTT tuy có sự gia tăng mạnh nhưng còn hạn chế.

Sau đây là nhóm giải pháp/kinh nghiệm về phát triển, quản lý, vận hành hiệu quả nguồn điện gió trong hệ

thống điện quốc gia của các nước trên thế giới:

### 1/ Không ngừng cải tiến hệ thống điện gió và nâng công suất, hiệu suất tua bin điện gió:

Vào những năm 1980, mỗi tháp điện gió có công suất khoảng 50 kW - 100 kW, sang thập niên 90 tăng lên 300 kW - 500 kW, thập niên đầu thế kỷ 21 tăng lên 1,5 MW - 3,5 MW, hiện nay tua bin gió bố trí trên mỗi tháp có công suất đến 9,5 MW - 10 MW. Các hãng sản xuất máy phát điện gió đang cố gắng mở rộng dải vận hành của tua bin gió để máy có thể hoạt động trong dải điều kiện gió rộng hơn. Nhiều nỗ lực đang được triển khai để nâng cao độ ổn định của điện gió là tìm cách biến điện năng từ tua bin gió thành dạng năng lượng khác có thể dự trữ và sử dụng những khi cần thiết.

Một hướng khác là xây dựng số lượng đủ lớn trạm điện gió tại các khu vực khác

nhau (kể cả ngoài đại dương) để có được đủ nguồn điện đáp ứng nhu cầu của lưới truyền tải, cho dù một số trạm không hoạt động (do đang trong thời gian bảo trì, hoặc do điều kiện gió không nằm trong dải thích hợp để vận hành tua bin).

### 2/ Đảm bảo chất lượng điện năng:

Mặc dù công nghệ điện gió đang tiến triển, nhưng vẫn còn một vấn đề đối với nguồn điện năng này, đó là ảnh hưởng của nó đối với chất lượng điện của lưới truyền tải và các công trình đấu nối với lưới điện. Trong phần lớn các trường hợp, các vùng khai thác năng lượng gió đều rất rộng và được kết nối với các hệ thống truyền tải cao áp thông qua trạm biến áp biến đổi điện năng từ điện áp thấp lên điện áp cao, hoặc siêu cao của lưới truyền tải. Điều này cho phép các sơ đồ bảo vệ role trạm, thiết bị tự động hoá và thiết bị trạm điều khiển và bảo vệ khỏi các thăng giáng tần số, điện áp, cũng như cung cấp đầu ra ổn định,

đồng bộ với lưới truyền tải. Một số nhà đầu tư xây dựng lại có xu hướng chia ra thành nhiều trại điện gió công suất nhỏ để có thể đấu nối với hệ thống phân phối nhằm sử dụng ngay trên địa bàn.

Các vấn đề và giải pháp cụ thể là:

**Thứ nhất:** Khi đầu nối trực tiếp tua bin gió vào HTĐ sẽ xuất hiện dòng quá độ gây ra nhiễu loạn cho lưới điện và làm tăng cao mô men xoắn cho hệ thống truyền động. Để khắc phục tình trạng này, người ta lắp vào các máy phát điện gió hiện đại bộ hạn chế dòng điện, hoặc bộ khởi động êm trên cơ sở công nghệ bán dẫn thyristors để hạn chế dòng điện quá độ ở mức thấp hơn hai lần dòng định mức của máy phát. Bộ thiết bị này cản dọi hiệu quả mô men xoắn đỉnh của máy phát và giảm tải cho bộ truyền động. Trong quá trình vận hành bình thường, thiết bị này được nối tắt tự động bởi công tắc ngắt mạch để giảm tổn thất công suất trong các linh kiện bán dẫn và giảm công suất nhiệt của thiết bị cản dọi.

**Thứ hai:** Tăng điện áp: Một tua bin gió hiện đại thường được trang bị một máy biến thế nâng điện áp máy phát thường từ dưới 1 kV lên đến khoảng 20, hoặc 30 kV để đấu nối vào lưới điện. Trong trường hợp nhà máy điện có công suất lớn và ở cách xa hệ thống điện thì lắp đặt các máy biến thế nâng từ cấp trung thế lên cao thế rồi đấu vào đường dây cao thế truyền tải công suất của nhà máy điện gió vào HTĐ.

**Thứ ba:** Về xử lý biến thiên điện áp: Ở mức độ cục bộ, biến thiên điện áp chủ yếu là vấn đề liên quan tới máy phát điện gió.

- Giữ điện áp trạng thái ổn định: Việc vận hành máy phát điện gió có thể ảnh hưởng đến điện áp trong lưới điện mà nó đấu vào. Vì vậy, trong trường hợp cần thiết phải thực hiện các giải pháp thích hợp để tua bin gió không làm cho biên độ điện áp vượt ra ngoài giới hạn yêu cầu.

- Khắc phục thăng giáng điện áp: Thăng giáng điện áp có thể gây ra tia sáng chớp chồn (light flicker) tùy thuộc vào biên độ và tần số của dao động. Có hai loại

chập chồn điện áp liên quan tới tua bin gió, đó là chập chồn trong vận hành liên tục và chập chồn do đóng cắt tua bin và tụ bù. Giới hạn cho phép của chập chồn thường do các công ty điện lực tự quy định. Để ngăn ngừa phát sinh chập chồn điện áp do suy giảm chất lượng chập chồn điện áp, các đơn vị phát điện cần có giải pháp để không gây ra nhấp nháy điện áp quá mức.

**Thứ tư:** Khắc phục sóng hài: Nhiều sóng hài là một hiện tượng liên quan đến sự méo sóng hình sin cơ bản và phát sinh do đặc tính phi tuyến của các thiết bị điện. Sóng hài làm tăng dòng điện, tăng tổn thất và có khả năng làm cháy thiết bị cũng như gây ảnh hưởng xấu tới mạng thông tin. Trong các tua bin gió hiện đại đều được trang bị các thiết bị lọc sóng hài đến giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn.

**Thứ năm:** Một trong các vấn đề về chất lượng điện xảy ra đối với tua bin gió là tác động của chúng lên sơ đồ các máy biến áp 115 kV/69 kV vận hành song song trong trạm trung gian. Dòng công suất phản kháng lên thanh cái 115 kV khá lớn, gây ảnh hưởng tới việc chuyển nấc của bộ điều chỉnh điện áp khiến chúng chuyển sai tới trên ba nấc. Sau khi xem xét sự hoạt động của các bộ điều chỉnh điện áp người ta phát hiện công suất phản kháng từ các tua bin gió đi vào thanh cái và qua các máy biến áp 115 kV/69 kV, tại đó các bộ điều chỉnh điện áp gặp trở kháng tương đối lớn, gây ảnh hưởng tới sơ đồ bộ điều chỉnh điện áp. Vấn đề này đã được khắc phục bằng cách chuyển sơ đồ song song thành sơ đồ chủ/tớ (master/slave scheme), còn gọi là sơ đồ chốt nấc (lock-step scheme).

Với thay đổi này, máy biến áp chủ phản ứng với thay đổi trên thanh cái và sau đó thông tin cho máy biến áp kia khi nào chuyển nấc. Sau khi thực hiện thay đổi, các máy biến áp tiếp tục vận hành song song, nhưng hiện tượng kẹt bộ điều chỉnh điện áp giảm nhẹ đi nhiều.

**Thứ sáu:** Vấn đề ảnh hưởng của điện áp cao và hiện tượng nhấp của trại điện gió khiến role của các hộ tiêu thụ đầu nối

vào cùng mạch điện tác động làm cắt mạch của họ. Một biện pháp đã thực hiện để khắc phục vấn đề này là hiệu chỉnh role không chế công suất phản kháng và đặt dung sai chặt hơn. Kết quả là tua bin gió vận hành với hệ số công suất được duy trì gần như bằng 1.

Một biện pháp khác là hiệu chỉnh chế độ đặt của bộ điều chỉnh điện áp của máy biến áp 115 kV/34,5 kV. Việc hiệu chỉnh bao gồm thay đổi mức bù sụt áp đường dây, dải tác động và thời gian phản ứng của bộ điều chỉnh điện áp. Sau khi thực hiện cả hai biện pháp cho thấy điện áp nằm trong giới hạn điện áp theo tiêu chuẩn ANSI.

### **3/ Vận hành, điều khiển nhà máy điện gió và đảm bảo độ ổn định hệ thống điện:**

- Điều chỉnh công suất tác dụng (tần số): Công suất tác dụng (P) của tua bin gió có thể điều chỉnh giảm, nhưng khó có thể điều chỉnh tăng vì bị hạn chế bởi tốc độ gió. Song, nếu để tua bin gió làm việc ở mức độ thấp hơn công suất khả dụng của nó (dành một tỷ lệ nhất định cho dự phòng quay) thì có thể điều chỉnh tăng nhưng sẽ bị thiệt về sản lượng.

- Bù công suất phản kháng: Ở chế độ không tải, máy phát điện gió tiêu thụ một lượng công suất phản kháng (Q) bằng khoảng 35 ÷ 40% công suất tác dụng định mức, và tăng lên tới khoảng 60%. Công suất phản kháng là một trong các nguyên nhân chủ yếu gây nên sự không ổn định điện áp trong lưới điện, liên quan tổn thất điện áp trên các đường dây truyền tải. Dòng điện phản kháng cũng tham gia vào tổn thất công suất trong hệ thống.

Đối với các nhà máy điện gió công suất lớn, hiện đại, việc bù công suất phản kháng được thực hiện thông qua các thiết bị bù tĩnh có điều khiển như SVC (Static Var Compensator) hoặc STATCOM (Static Synchronous Compensator).

- Đảm bảo độ ổn định: Đây là vấn đề rất quan trọng khi đầu nối nhà máy điện gió có công suất đủ lớn (khoảng trên 10% công suất của HTĐ) vào HTĐ.

Trong trường hợp xảy ra sự cố khiến toàn bộ nhà máy điện gió khi nó đang làm việc với công suất định mức, đột ngột bị tách ra thì HTĐ sẽ mất ổn định do sụt giảm điện áp và tần số, ngoại trừ trong HTĐ có đủ lượng công suất “dự phòng quay” thay thế trong khoảng thời gian rất ngắn. Vì vậy, các máy phát tua bin gió hiện đại yêu cầu phải có khả năng “vượt cạn” trong suốt thời gian nhiễu loạn và sự cố để tránh bị tách ra hoàn toàn khỏi lưới điện.

Để duy trì ổn định HTĐ, cần phải phải đảm bảo rằng, các tua bin gió có khả năng khôi phục hoạt động bình thường một cách thích hợp và trong khoảng thời gian thích hợp. Việc sử dụng các thiết bị bù tính như SVC, STATCOM để hỗ trợ duy trì điện áp HTĐ là một giải pháp hữu hiệu đáp ứng yêu cầu này.

Các tua bin gió sử dụng hệ thống mạch góp 34,5 kV và được đấu nối với lưới truyền tải qua cầu dao phụ tải chân không, tự động đóng trở lại (vacuum recloser) có role điều khiển bảo vệ quá dòng. Hệ thống SCADA (giám sát điều khiển và thu thập dữ liệu) của trại điện gió có khả năng ngắt trại điện gió khỏi lưới truyền tải khi hệ thống truyền tải không hoạt động do sự cố, hoặc điều kiện bất lợi khác. Các tua bin gió có role bảo vệ thấp áp, điều khiển công suất phản kháng và hòa đồng bộ.

### KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VỀ PHÁT TRIỂN, QUẢN LÝ, VẬN HÀNH NGUỒN ĐIỆN MẶT TRỜI VÀ CÁC NGUỒN NLTT KHÁC TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN QUỐC GIA

Điện mặt trời, hay còn gọi là quang điện ứng dụng kỹ thuật biến đổi ánh nắng mặt trời trực tiếp thành điện năng nhờ pin mặt trời (Photovoltaic Solar Cells - PV).

Một hệ thống quang điện mặt trời thường gồm các thành phần chính như: Tấm quang điện, biến tần, hệ thống ắc quy lưu trữ nguồn điện năng thu được, đồng hồ điện 2 chiều dùng để đo nguồn điện dư thừa nếu sử dụng không hết.

Hiện có 2 loại mô hình điện mặt trời phổ biến là điện mặt trời hoà lưới (có lưu trữ và không lưu trữ điện năng) và

điện mặt trời độc lập. Hệ thống điện mặt trời nổi lưới được xây dựng ở tất cả các quy mô công suất, từ một vài kW đến hàng trăm MW. Đến năm 2019 sản lượng điện mặt trời toàn thế giới đạt 724,1 tỷ kWh, cao gấp gần 4 lần so với năm 2014 và tăng 24,2% so với năm 2018, chiếm 25,8% tổng sản lượng điện năng lượng tái tạo - NLTT (phi thủy điện) và chiếm 2,7% tổng sản lượng điện toàn cầu [2].

### 1/ Những tác động của điện mặt trời đến chất lượng điện năng và hệ thống điện:

Một là: Ảnh hưởng của các nguồn PV trên lưới điện truyền tải:

- Gây ra các dao động công suất, tần số và điện áp.

- Sự thay đổi các yêu cầu/tiêu chuẩn với các dịch vụ phụ trợ để có thể cân bằng công suất phụ tải trong điều kiện có PV.

- Làm giảm quán tính và giảm hệ số cản dao động của lưới dẫn đến làm giảm tính ổn định của hệ thống điện.

- Gây ra quá độ điện từ.

- Gây ra các dao động điện áp, các nhấp nháy điện áp vượt quá phạm vi quy định làm giảm chất lượng điện năng.

- Hiệu suất truyền tải của các đường dây phục vụ truyền tải công suất PV lớn thường thấp hơn hiệu suất thông thường.

Hai là: Ảnh hưởng của các nguồn PV trên lưới điện phân phối:

- Tăng tổn thất và gây ra quá tải ở các đoạn dây gần cuối phát tuyến.

- Quá áp dọc đường dây phân phối và ảnh hưởng đến hoạt động các thiết bị điều áp lưới phân phối, cũng như các thiết bị bảo vệ lưới.

- Mất cân bằng pha.

- Giảm hiệu suất máy biến áp trung gian.

- Giảm chất lượng điện năng do các bộ nghịch lưu PV thường tạo ra các hài điện áp.

### 2/ Các giải pháp cho việc tích hợp và vận hành các nguồn PV trên lưới điện:

Các giải pháp quản lý, vận hành, điều

khiến hệ thống điện:

- Xác định cân bằng cung cầu năng lượng: Tính toán lượng công suất PV (hay các dạng NLTT không điều độ được) lớn nhất có thể tích hợp vào hệ thống. Tổ chức Năng lượng Quốc tế (IEA) đã đề xuất một phương pháp tương ứng cho việc này, được gọi là phương pháp Đánh giá tính linh hoạt - FAST (Flexibility Assessment) [9].

- Công tác vận hành, điều khiển của quản lý/điều độ hệ thống điện: Cần thực hiện việc lên kế hoạch điều độ căn cứ vào dự báo phụ tải, các nguồn điện truyền thống, nguồn PV cũng như các nguồn điện NLTT biến thiên khác và những kịch bản có thể phát sinh, sau đó trong quá trình vận hành thì cần giám sát diễn biến của các nguồn PV, các nguồn điện NLTT khác và phụ tải một cách liên tục và kịp thời có những động tác điều khiển hợp lý để giữ cân bằng công suất hệ thống và ổn định tần số.

- Đặt ra các yêu cầu kỹ thuật kết nối nguồn PV vào lưới điện: Cần có các đáp ứng nhanh và tự động về công suất, điện áp phù hợp với quy luật điều tần, điều áp và hỗ trợ tính ổn định của hệ thống. Việc thực thi các đáp ứng này được quy định trong bộ yêu cầu kỹ thuật cho việc kết nối nguồn PV vào lưới (đã được nhiều quốc gia thiết lập).

- Các giải pháp kỹ thuật phân tán trên lưới: Một trong những cách để giảm ảnh hưởng của nguồn PV đối với lưới điện mà vẫn tích hợp được lượng lớn công suất PV vào lưới là tăng cường ưu tiên lắp đặt cho các nguồn PV có tính phân tán thay vì PV tập trung như PV trên mái nhà, trên các công trình công cộng... Các nguồn PV phân tán sẽ được tiêu thụ một phần bởi các phụ tải tại chỗ, hoặc xung quanh, làm giảm gánh nặng truyền tải và quá áp so với PV tập trung.

Một số các giải pháp sử dụng thiết bị phân tán phổ biến là lắp đặt các thiết bị bù linh hoạt như SVC, STATCOM (lưới truyền tải), D-STATCOM (lưới phân phối) để cải thiện ổn định tính, ổn định động, ổn định điện áp (lưới truyền tải) và chất lượng điện áp trong hệ thống.

**3/ Chín vấn đề thường gặp ảnh hưởng đến các tấm panel PV và các giải pháp xử lý:**

- Sự phân hủy và ăn mòn bên trong: Để tránh lỗi này, tất cả các thành phần của tấm điện quang mặt trời phải được ép dưới áp suất chân không, đảm bảo chất lượng.

- Các vấn đề về điện: Bao gồm hệ thống dây điện bị lỗi, kết nối lỏng lẻo, ăn mòn và oxy hóa có thể gây trở ngại cho việc sản xuất điện. Việc giải quyết lỗi này do thợ điện chuyên nghiệp có trình độ cao, được cấp phép hoạt động thực hiện.

- Vết nứt nhỏ trên mặt tấm panel: Đây là những vết nứt nhỏ trên bề mặt do nhiều nguyên nhân trong quá trình sản xuất, vận chuyển, nhiệt độ nắng nóng ngoài trời. Để khắc phục lỗi này, ngoài việc lựa chọn tấm panel đạt chất lượng, đòi hỏi việc vận chuyển và lắp đặt một cách cẩn thận nhất.

- Điểm nóng: Các điểm nóng xảy ra khi các tấm panel quá nóng và quá tải do sự tích tụ bụi bẩn trên các tấm, hoặc các kết nối được hàn kém. Chúng có thể làm suy giảm chức năng, hiệu suất và tuổi thọ của các tấm pin mặt trời. Cần phải có các giải pháp thích hợp khắc phục các nguyên nhân gây ra lỗi này.

- Hiệu ứng PID (Potential Induced Degradation). Nó có thể xảy ra do sự chênh lệch điện áp giữa tiếp đất và bảng điều khiển panel mặt trời. Hiệu ứng PID có thể làm giảm hiệu quả, hiệu suất và tuổi thọ của các tấm panel. Các phương pháp làm giảm PID, gồm: Sử dụng các thiết bị hỗ trợ (Inverter transformer, Offset Box), sử dụng các tấm pin đạt tiêu chuẩn IEC.

- Chim đậu và phân chim bám trên tấm pin sẽ làm giảm đáng kể sản lượng điện. Cần có các giải pháp ngăn chặn, hoặc xua đuổi chúng.

- Những vết mòn trên tấm panel: Chỉ xuất hiện sau một vài năm và do một số yếu tố gây ra, bao gồm cả keo bạc bị lỗi (được sử dụng trong sản xuất các tấm) hoặc do các vết nứt nhỏ trong hệ thống PV. Điều này gây ra độ ẩm, dẫn đến quá trình oxy hóa giữa vật liệu bao

bọc và bạc dán, làm giảm hiệu suất của hệ thống pin mặt trời và khiến nó sớm hỏng hóc. Đòi hỏi phải lựa chọn tấm pin đạt tiêu chuẩn IEC.

- Các vấn đề về mái nhà: Trong một số trường hợp, việc lắp đặt hệ thống PV có thể làm hỏng mái nhà và gây thấm nước, hoặc dột mưa. Do vậy, phải thường xuyên kiểm tra mái nhà và gọi cho những người thợ lắp đặt hệ thống PV nếu nó có sự cố này.

- Sự cố biến tần: Các tấm panel mặt trời sử dụng một bộ biến tần để chuyển đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều. Hầu hết các tấm pin mặt trời có thể tồn tại đến 20 năm, nhưng các bộ biến tần có tuổi thọ ngắn hơn. Do vậy phải thay đổi biến tần trung bình 10 đến 15 năm một lần.

**Nhóm giải pháp chung cho điện gió, điện mặt trời và nguồn điện năng lượng tái tạo khác [5]**

- *Nhà máy điện ảo (Virtual Power Plant - VPP)*: Là một tập hợp của các nguồn điện phân tán, được kết nối với nhau thông qua hệ thống điều khiển dựa trên công nghệ thông tin và viễn thông. VPP hoạt động như một thực thể quan sát được trong hệ thống điện, luôn phải kết nối với lưới điện, và có thể ở hình thức tĩnh hay động (tức có thể thay đổi thành phần tham gia tùy thời điểm). VPP cần phải có ba đặc tính sau:

Một là: VPP bao gồm một tập hợp các nguồn điện phân tán, trong đó thường có các nguồn điện NLTT, thiết bị lưu trữ năng lượng và tải linh hoạt. Kết quả của việc kết hợp này là VPP có thể được tham số hóa bởi một bộ tham số tương ứng với nhà máy điện quay truyền thống, bao gồm công suất phát điều khiển được tốc độ thay đổi công suất phát, khả năng điều chỉnh điện áp và khả năng dự trữ công suất.

Hai là: VPP có hệ thống điều khiển để khiến nó có thể vận hành như một thực thể trong hệ thống điện. Hệ thống điều khiển này có thể ở hình thức điều khiển tập trung hay phân tán.

Ba là: VPP thường có thể có một trong hai vai trò, hoặc là cung cấp dịch vụ

phụ trợ cho hệ thống, hoặc là tham gia thị trường điện như một nhà máy điện quay đơn lẻ.

Với những đặc điểm trên, mô hình VPP có năng lực tự điều tiết các dao động công suất của các nguồn điện NLTT thành phần của nó, hình thành quán tính như thể một nhà máy điện quay, và vì thế có thể giúp tích hợp các nguồn điện mặt trời, điện gió vào lưới mà không tạo ra các ảnh hưởng như đã đề cập đối với lưới điện.

Mô hình VPP hiện nay đang được phát triển ở một số nơi trên thế giới như Úc, Nhật Bản, châu Âu... Điển hình là hệ thống VPP ở Nam Úc gồm 50.000 hộ tiêu thụ với 50.000 PV mái nhà tương ứng và hệ thống lưu trữ năng lượng Tesla PowerWall [5].

- *Lưới điện nhỏ (Microgrid)*: Là một nhóm các phụ tải và nguồn điện phân tán kết nối với nhau, có ranh giới điện được xác định rõ ràng, hoạt động như một thực thể điều khiển được đối với lưới điện, và có thể vận hành trong cả hai chế độ: hoặc kết nối lưới, hoặc có lập khỏi lưới.

So sánh với VPP, lưới điện nhỏ có các điểm khác biệt sau: Có năng lực vận hành độc lập với lưới điện, và có ranh giới điện được xác định rõ ràng. Lưới điện nhỏ có năng lực tự trị cao hơn VPP, và tương tự như VPP, nó có thể giúp tích hợp các nguồn PV cũng như các nguồn điện NLTT khác vào hệ thống điện một cách hiệu quả và tin cậy.

Các dự án lưới điện nhỏ đã bắt đầu được phát triển ở nhiều nơi trên thế giới từ hơn 10 năm trước, như ở Đức, Tây ban Nha, Bồ Đào Nha, Ý, Nhật, Hàn Quốc, Bắc Mỹ [5].

**KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VỀ PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO PHÙ HỢP VỚI ĐIỀU KIỆN CỦA NỀN KINH TẾ VÀ HẠ TẦNG LƯỚI ĐIỆN**

Tỷ trọng nguồn điện năng lượng tái tạo - NLTT (phi thủy điện) trên thế giới không ngừng tăng cao, từ mức không đáng kể đầu những năm 2000, đến năm 2019 chiếm 10,4% tổng sản lượng điện toàn cầu. Trong đó của các nước

như sau: Đạt trên 30%: Đức (36,6%), Anh (35,0%); đạt trên 20%: Tây Ban Nha (28,1%), New Zealand (24,2%), Ý (23,8%); đạt trên 15,0%: Thụy Điển (19,8%), Brazil (18,8%), Úc (15,5%); đạt trên 10%: Thổ Nhĩ Kỳ (14,7%), Philipin (13,5%), Nhật Bản (11,7%), Thái Lan (11,5%), Mỹ (11,1%), Mexico (10,4%); còn lại các nước có tỷ trọng dưới 10%, trong đó đa phần dưới 5% [2].

Qua đó cho thấy, quy mô, tốc độ phát triển nguồn điện NLTT phải phù hợp với điều kiện của từng nước, gồm:

(1) Phù hợp hạ tầng lưới điện nhằm đảm bảo giải tỏa công suất nguồn điện NLTT, vận hành an toàn, điều khiển ổn định hệ thống và đảm bảo chất lượng điện năng (như đã nêu trong kỳ trước).

(2) Có nguồn điện ổn định đảm bảo công suất sẵn sàng gần tương đương với tổng công suất các nguồn điện mặt trời, điện gió đi kèm - tức là gần như hệ thống điện “kép” để đảm bảo hệ thống điện vận hành an toàn, không sụt điện áp, tần số, đồng thời có lưới điện kết nối với các nước xung quanh thì càng tốt để điều tiết cung cầu điện.

(3) Khả năng chấp nhận của nền kinh tế, cũng như khả năng chi trả của người dân, vì hệ thống điện có tỷ trọng nguồn điện NLTT càng cao thì giá thành càng cao.

Thực tế cho thấy, các nước có tỷ trọng nguồn điện NLTT cao chủ yếu là các nước giàu, có nền kinh tế phát triển, thu nhập GDP bình quân đầu người cao, độ tin cậy cung cấp điện của hệ thống cao và giá điện cao; đồng thời phải có nguồn điện truyền thống ổn định, tin cậy chiếm một tỷ trọng nhất định đi kèm, nhất là các nước EU (tại đây còn có lợi thế lưới điện kết nối trong khối để điều tiết cân đối cung cầu và tỷ trọng điện gió cao). Giá điện bình quân năm 2018 của một số nước có tỷ trọng nguồn điện NLTT cao (>20%) như (cent/kWh): Đức 33; Anh 21; Tây Ban Nha 25, Ý 23 [2].

Về hệ thống nguồn điện kép. Ví dụ ở Đức, trong 3 năm (2015 - 2017) nguồn điện than bình quân mỗi năm chỉ chạy 4.655 - 4.905 giờ, thay vì lẽ ra phải chạy

6.000 - 6500 giờ/năm - có nghĩa là nhiệt điện than vừa hoạt động, vừa dành một phần làm nhiệm vụ “dự phòng” cho điện gió, điện mặt trời. Tỷ trọng sản lượng và tỷ trọng công suất của từng nguồn điện trên tổng sản lượng và tổng công suất nguồn điện trong 3 năm 2015-2017 tuần tự là: Của điện gió: 14,40% và 23,55%; 14,30% và 25,25%; 18,80% và 27,74%; của điện mặt trời: 7,10% và 20,72%; 7,0% và 20,73%; 7,0% và 21,22%; của nguồn điện than: 44,50% và 26,45%; 42,5% và 24,83%; 39,10% và 22,88% [2].

**Nhóm giải pháp lựa chọn và phát triển các nguồn điện NLTT có nhiều lợi thế, ít biến động hơn và sử dụng tại chỗ, hạn chế trên địa bàn để giảm thiểu các bất ổn và giảm tải cho hệ thống lưới điện. Cụ thể là:**

1/ Khuyến khích phát triển các dự án điện mặt trời quy mô nhỏ trên mái nhà, các dự án điện gió công suất nhỏ để sử dụng điện tại chỗ nhằm giảm tải cho lưới điện. Ví dụ như Thái Lan đưa ra mức giá FiT ưu đãi 21 cent/kWh cho các dự án điện mặt trời trên mái nhà, đồng thời khởi xướng chương trình “Mái nhà quang điện”. Hoặc một số bang của Mỹ cho phép đầu nối trực tiếp vào lưới điện phân phối các trại điện gió công suất thấp hơn một mức qui định nào đó. Ví dụ như Điều 25.211 của Ủy ban Điều tiết công cộng Bang Texas cho phép các trại điện gió công suất từ 10 MW trở xuống được đầu nối vào các hệ thống điện có điện áp dưới 60 kV. Chia ra thành nhiều trại điện gió công suất nhỏ để có thể đầu nối với hệ thống phân phối để sử dụng ngay trên địa bàn.

2/ Ưu tiên phát triển điện gió có độ ổn định tốt hơn. Chính vì vậy, tỷ trọng điện gió trong tổng nguồn điện NLTT (phi thủy điện) trên thế giới năm 2019 chiếm tới 51%, trong đó các khu vực: Bắc Mỹ (61,5%); Trung và Nam Mỹ (38,2%); châu Âu (55,2%); châu Á (44,9%); các nhóm nước OECD (52,1%); ngoài OECD (49,5%) và EU (56,1%). Tại các nước: Canada (69,4%), Mexico (46,6%), Mỹ (61,9%), Brazil (47,4%), Pháp (62,8%),

Đức (56,2%), Tây Ban Nha (72,5%), Thụy Điển (59,2%), Thổ Nhĩ Kỳ (47,9%), Anh (56,5%), Úc (47,4%), Trung Quốc (55,4%), Ấn Độ (46,9%) [2].

3/ Ưu tiên phát triển nguồn thủy điện. Đây là nguồn điện năng lượng tái tạo ổn định và rẻ nhất, công nghệ chuyển hóa năng lượng của dòng nước tự nhiên thành điện năng (tua bin nước + máy phát điện) đã được hoàn thiện, có hiệu suất cao (hơn 80%), con người đã từ lâu làm chủ được các dòng chảy của nước bằng các hồ và đập nhân tạo qui mô lớn, khả năng tích trữ năng lượng của nguồn nước đơn giản. Tỷ lệ tổn thất của nước rất thấp (chủ yếu do bay hơi). Vì vậy, tỷ trọng thủy điện trong cơ cấu nguồn điện trên thế giới và một số nước năm 2019 tương đối cao. Cụ thể là: 15,6% (đứng thứ 3 sau điện than và điện khí), đứng đầu ở các nước: Canada 57,8% (vượt xa điện hạt nhân đứng thứ hai 15,2%), Brazil 63,8% (vượt xa điện NLTT đứng thứ hai 18,8%) [2].

**Nhóm giải pháp lưu trữ năng lượng, điện năng là công nghệ tất yếu, bắt buộc phải đồng hành với phát triển năng lượng tái tạo. Gồm một số nhóm giải pháp sau:**

1/ Nhóm giải pháp phát triển thủy điện tích năng để phát điện phủ đỉnh [3]. Dựa trên cơ chế vận hành, người ta đã kết hợp thủy điện tích năng với các dự án điện gió, điện mặt trời. Những dự án kết hợp như vậy có ưu điểm lớn về hiệu suất vận hành chung của tổ hợp, bởi thủy điện tích năng có thể tận dụng tối đa các nguồn năng lượng có tính thay đổi, khó dự đoán như điện gió, điện mặt trời, trong khi những nhà máy điện gió, điện mặt trời lại có thể cung cấp năng lượng cho thủy điện tích năng tích nước phần lớn thời gian trong ngày. Trong giờ thấp điểm, khi nhu cầu dùng điện thấp, nhà máy thủy điện tích năng lấy điện từ hệ thống để bơm ngược nước từ hồ chứa bên dưới lên hồ chứa bên trên thông qua tua bin hai chiều, lúc này vận hành như một máy bơm.

Như vậy, nhà máy thủy điện tích năng vừa là một đơn vị sản xuất điện, vừa là một đơn vị tiêu thụ điện và cơ sở kinh

tế cho phương thức vận hành này là sự chênh lệch giá điện giữa giờ cao điểm và giờ thấp điểm. Đương nhiên, các nhà máy thủy điện tích năng tiêu tốn nhiều điện năng hơn là lượng điện nó có thể sản xuất ra (hiệu suất trung bình khoảng 70%), nhưng lợi ích kinh tế của nhà máy vẫn được đảm bảo bởi giá điện trong giờ thấp điểm nhỏ hơn nhiều so với giờ cao điểm. Thậm chí, ở một số mạng lưới, trong một vài thời điểm, giá điện có thể bằng 0.

Đặc biệt, sau khi tua bin thuận nghịch ra đời thay cho hình thức vừa dùng tua bin phát điện và máy bơm qua những đường dẫn riêng biệt khiến chi phí vận hành cao, thủy điện tích năng trở nên hiệu ích hơn và hiệu quả hơn về kinh tế.

2/ Nhóm giải pháp phát triển công nghệ lưu trữ điện năng [6, 7]. Nhiều nước đã phát triển tốt công nghệ này như: Hoa Kỳ, Trung Quốc, Hàn Quốc, Úc... thậm chí là Thái Lan. Pin lưu trữ hỗ trợ các nguồn điện NLTT không liên tục, góp phần điều hòa, làm mịn công suất tải và kéo dài thời gian phục vụ của điện mặt trời. Hệ thống pin Vanadium có khả năng sạc từ nguồn năng lượng mặt trời, gió, thủy triều, sóng biển, địa nhiệt; vận hành ổn định, không gây tiếng ồn, cháy, nổ... có khả năng tái chế cao, thân thiện với môi trường.

Năm 2019, cả thế giới đã lưu trữ 365 GWh (chủ yếu là pin Vanadium, pin lithium-ion), trong đó Trung Quốc chiếm tỷ lệ lưu trữ điện năng lớn nhất (75%), Hoa Kỳ (9%), Hàn Quốc (7%), châu Âu (5%) và phần còn lại từ Thái Lan, Nhật Bản. Dự tính đến 2023 thế giới sẽ lưu trữ điện khoảng 1.230 GWh (tăng hơn ba lần so với 2019, trong đó Trung Quốc chiếm khoảng 65%). Hiện tại ở Hawaii (Mỹ) đã có 25% năng lượng

là từ các nguồn lưu trữ và dự kiến đến 2045 sẽ là 100%.

3/ Giải pháp sản xuất hydro từ điện NLTT [5]: Là một phương thức giúp chuyển hóa và tích trữ nguồn điện NLTT dư thừa, hỗ trợ việc cân bằng sự thay đổi của các nguồn điện NLTT, hay các nguồn PV nói riêng, tăng mức độ linh hoạt của hệ thống điện.

Hydro có thể được sản xuất từ nguồn điện NLTT theo nhiều cách, trong đó cách phổ biến nhất là sử dụng năng lượng điện để tách nước và hydro trong thiết bị điện phân. Từ đây hydro được tạo ra có thể được sử dụng làm nhiên liệu cho các nhà máy điện quay có công nghệ phù hợp, hoặc cho pin nhiên liệu (fuel cell).

Theo cách này, nguồn điện NLTT, trong đó có các nguồn PV, có thể được sử dụng trong hệ thống điện mà không gây ra các khó khăn về điều độ như cách phát trực tiếp hoàn toàn vào lưới điện. Hydro còn có thể được dùng trong các hệ thống khác như làm nhiên liệu cho các phương tiện giao thông vận tải, làm nguyên liệu cho ngành công nghiệp hóa chất, giúp cung cấp năng lượng trong các tòa nhà dân dụng v.v.../.

**PGS, TS. NGUYỄN CẢNH NAM  
HỘI ĐỒNG KHOA HỌC  
TẠP CHÍ NĂNG LƯỢNG VIỆT NAM;  
KHOA QUẢN LÝ CÔNG NGHIỆP  
VÀ NĂNG LƯỢNG - EPU**

**Tài liệu tham khảo:**

[1] Nguyễn Mạnh Hiến: *Những thách thức khi đầu nối nhà máy điện gió vào hệ thống điện.* <https://nangluongsachvietnam.vn/d6/vi-VN/news/Nhung-thach-thuc-khi-dau->

[noi-nha-may-dien-gio-vao-he-thong-dien-6-17-1440](https://nangluongsachvietnam.vn/d6/vi-VN/news/Nhung-thach-thuc-khi-dau-noi-nha-may-dien-gio-vao-he-thong-dien-6-17-1440).

[2] Nguyễn Cảnh Nam: *Năng lượng tái tạo 'phi thủy điện' thế giới và vấn đề tham khảo cho Việt Nam.* *NangluongVietnam Online* 06:47 |13/07/2020.

[3] Nguyễn Huy Hoạch: *Phát triển điện mặt trời kết hợp công nghệ lưu trữ năng lượng ở Việt Nam.* *NangluongVietnam Online* 08:31 |07/01/2021.

[4] Nguyễn Cảnh Nam: *Toàn cảnh ngành điện thế giới và những điều suy ngẫm cho Việt Nam.* *NangluongVietnam Online* 14:32 |25/08/2020, 05:56 |28/08/2020, 07:08 |01/09/2020.

[5] Trần Huỳnh Ngọc, Lê Thanh Nghị: *Tích hợp điện mặt trời vào lưới điện.* *NangluongVietnam Online* 07:22 |18/02/2021.

[6] *Ứng dụng Pin Vanadium phục vụ sản xuất nông nghiệp và an ninh năng lượng.* *KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ Thứ Sáu, 05/07/2019 10:47:00 +07:00.*

[7] *Các loại pin phổ biến được sử dụng trong năng lượng mặt trời + lưu trữ.* <https://lithaco.vn/cac-loai-pin-pho-bien-duoc-su-dung-trong-nang-luong-mat-troi-luu-tru/>.

[8] H. Asano, K. Yajima and Y. Kaya, "Influence of photovoltaic power generation on required capacity for load frequency control," in *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 11, no. 1, pp. 188-193, March 1996, doi: 10.1109/60.486595.

[9] Candler, "H. Harnessing Variable Renewables - A Guide to the Balancing Challenge," OECD/International Energy Agency 2011, ISBN 978-92-64-11138-7.