Giao lộ trên hành trình Net zero

Lựa chọn lộ trình tối ưu hướng tới một tương lai sử dụng năng lượng tái tạo

Nội dung

Lời nói đầu 3
Tóm tắt tổng quan 4
Đẩy nhanh quá trình chuyển dịch năng lượng toàn cầu 6
Lời kêu gọi hành động cho ngành điện 15
Hiểu biết chuyên sâu về thị trường 16
Phương pháp luận 19

Tóm tắt báo cáo

Báo cáo này phân tích hai lộ trình chính được xem xét để đạt mục tiêu phát thải bằng 0 trong ngành điện trên toàn cầu. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng việc kết hợp các nhà máy điện linh hoạt với nguồn năng lượng tái tạo và các hệ thống pin tích trữ năng lượng là giải pháp khả thi và hiệu quả về chi phí nhất để đẩy nhanh quá trình giảm phát thải các-bon và đạt mục tiêu phát thải bằng 0.

Anders Lindberg
Chủ tịch, Wärtsilä Energy
kiêm Phó Chủ tịch Cấp cao
của Tập đoàn Wärtsilä

Lộ trình tối ưu hướng tới Net zero

Thế giới đang chạy đua trên con đường ngày càng hẹp để đạt mục tiêu Net zero vào năm 2050 và hạn chế mức tăng nhiệt độ toàn cầu ở 1,5°C, như cam kết của hơn 190 quốc gia trong Thỏa thuận Paris.

> "Thế giới đang chạy đua trên con đường ngày càng hẹp để đạt mục tiêu Net zero vào năm 2050."

Với vai trò then chốt trong các nỗ lực giảm phát thải các-bon toàn cầu, ngành điện đang phải đối mặt với yêu cầu chuyển đổi nhanh chóng và sâu rộng. Công cuộc chuyển đổi này đòi hỏi chúng ta phải tối ưu hóa các hệ thống điện để giảm thiểu đáng kể lượng phát thải, đồng thời đảm bảo nguồn cung điện năng ổn định và giá cả phải chăng cho các hộ gia đình, doanh nghiệp và các ngành công nghiệp trên toàn cầu. Để đạt được mục tiêu này, việc kết hợp nhiều công nghệ năng lượng khác nhau là điều cần thiết.

Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy các công nghệ cân bằng linh hoạt là yếu tố không thể thiếu để thực hiện quá trình chuyển đổi sang sử dụng 100% năng lượng tái tạo nhanh chóng và hiệu quả về chi phí. Quá trình chuyển đổi năng lượng phụ thuộc đáng kể vào công tác đầu tư các nguồn năng lượng tái tạo ở quy mô lớn. Tuy nhiên, vẫn cần cung cấp nguồn điện liên tục để duy trì độ tin cậy của hệ thống điện, ngay cả khi điều kiện tự nhiên không thuận lợi, chẳng hạn như khi không có gió hoặc không có bức xạ mặt trời.

Nguồn gốc của tính linh hoạt này chính là nhờ vào sự kết hợp của nhiều công nghệ cân bằng linh hoạt, như các động cơ cân bằng linh hoạt và lưu trữ năng lượng dưới dạng pin. Các công nghệ này là những thành phần cốt yếu giúp xây dựng lộ trình giảm phát thải các-bon tối ưu và nhanh chóng.

Để quá trình chuyển đổi năng lượng diễn ra thành công, cần có sự phối hợp chặt chẽ và hành động cụ thể từ chính phủ, cơ quan quản lý, các công ty điện lực và các đơn vị vận hành lưới điện. Điều quan trọng là cần đẩy nhanh quá trình triển khai các nguồn năng lượng tái tạo, cải cách thị trường điện để tăng cường tính linh hoạt và chuẩn bị sẵn sàng cho việc tích hợp các nguồn nhiên liệu bền vững trong tương lai.

Chúng ta đều nhận thức rõ nhu cầu mở rộng quy mô năng lượng tái tạo và hệ thống lưu trữ. Tuy nhiên, để xây dựng một hệ thống điện hoạt động hiệu quả ngay từ hôm nay, đồng thời đặt nền tảng vững chắc cho mục tiêu Net zero trong nhiều thập kỷ tới, chúng ta cần có phương pháp quản lý và chính sách toàn diện hơn. Báo cáo này nhằm xác định lộ trình tối ưu để đạt được mục tiêu trên.

Hiện nay, mục tiêu Net zero đang ở giai đoạn quyết định. Chúng ta cần hành động ngay để lựa chọn lộ trình phát triển tối ưu nhất.

Malin Östman
Phó Chủ tịch,
Phát triển thị trường & Chiến lược

Tóm tắt tổng quan

Trước tình hình cấp bách đòi hỏi sự phối hợp hành động trên toàn cầu để đạt mục tiêu Net zero vào năm 2050, việc thống nhất về một lộ trình giảm phát thải các-bon hiệu quả nhất chính là tiền đề thiết yếu để tạo ra tiến bộ thiết thực. Nhằm hỗ trợ mục tiêu này, Wärtsilä đã tiến hành phân tích mô phỏng hệ thống điện toàn cầu để đánh giá tác động của các lộ trình giảm phát thải các-bon đang được thảo luận rộng rãi.

Báo cáo này phân tích và so sánh hai lộ trình để đạt được mục tiêu Net zero trong ngành điện vào năm 2050.

Lộ trình 1: Sử dụng năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng tập trung hoàn toàn vào mở rộng quy mô nguồn năng lượng tái tạo biến đổi, cụ thể là điện mặt trời và gió, kết hợp với các hệ thống pin tích trữ năng lượng.

Lộ trình 2: Cân bằng linh hoạt kết hợp phát triển năng lượng tái tạo và hệ thống pin tích trữ với việc sử dụng các nhà máy điện linh hoạt, chẳng hạn như các nhà máy điện linh hoạt sử dụng động cơ đốt trong.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, Lộ trình cân bằng linh hoạt giúp đạt được mục tiêu Net zero nhanh hơn và hiệu quả về chi phí hơn so với Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng. Cụ thể, Lộ trình cân bằng linh hoạt dự kiến tiết kiệm hơn 42% chi phí (tương đương 65 nghìn tỷ EURO), giảm 21% lượng phát thải, và sử dụng ít hơn một nửa diện tích đất dành cho năng lượng tái tạo trong giai đoạn từ năm 2025 đến 2050. Nguyên nhân chính dẫn đến mức giảm chi phí đáng kể này là do việc giảm thiểu tình trạng dư thừa và cắt giảm công suất từ các nguồn năng lượng tái tạo nhờ tích hợp các nhà máy điện linh hoạt, tăng cường khả năng cân bằng hệ thống và tối ưu hóa toàn bộ hệ thống.

Ngoài ra, nghiên cứu cho thấy hơn 76% lượng khí thải hàng năm có thể giảm được trước khi các loại nhiên liệu bền vững được đưa vào sử dụng rộng rãi từ giữa thập kỷ tới (năm 2035 theo mô phỏng của chúng tôi). Điều này chứng tỏ rằng chúng ta hoàn toàn có thể đạt được hơn 3/4 mục tiêu giảm phát thải các-bon của ngành điện mà không cần phụ thuộc vào nhiên liệu bền vững vốn đã khan hiếm để phát điện.

Kết quả cho thấy việc tích hợp các nhà máy điện linh hoạt vào hệ thống là yếu tố quan trọng để đẩy nhanh quá trình đạt mục tiêu Net zero một cách hiệu quả về chi phí. Mặc dù năng lượng tái tạo đóng vai trò cốt lõi trong quá trình giảm phát thải các-bon, nhưng độ tin cậy của hệ thống điện lại phụ thuộc rất lớn vào khả năng vận hành linh hoạt. Trong khi các hệ thống pin tích trữ năng lượng cung cấp độ linh hoạt gần như tức thời, các nhà máy điện linh hoạt lại đảm bảo nguồn dự phòng quan trọng và duy trì tính linh hoạt của hệ thống trong ngắn hạn và dài hạn vào những thời điểm sản lượng điện từ các nguồn tái tạo giảm. Khi kết hợp với nhau, hệ thống pin tích trữ và các nhà máy điện linh hoạt sẽ tạo nên một hệ thống điện vận hành hiệu quả và ổn định. Bên cạnh đó, việc tận dụng các nhà máy điện linh hoạt còn giảm sự phụ thuộc vào các nhà máy điện kém linh hoạt như nhà máy nhiệt điện than, qua đó sẽ đẩy nhanh quá trình giảm phát thải.

Báo cáo này nhấn mạnh tầm quan trọng trong việc phối hợp các hành động nhằm đẩy mạnh phát triển năng lượng tái tạo, cải cách thị trường điện, và tận dụng tối đa các công nghệ hiện có để hỗ trợ quá trình chuyển đổi sang nền kinh tế trung hòa các-bon kịp thời và hiệu quả về mặt chi phí.

Ưu điểm nổi bật của việc tích hợp các nhà máy điện linh hoạt:

Giảm chi phí đến 65 nghìn tỷ EUR: Nghiên cứu cho thấy, so với lộ trình chỉ sử dụng năng lượng tái tạo kết hợp hệ thống lưu trữ, việc triển khai các nhà máy điện linh hoạt có thể giúp giảm tổng chi phí cho các hệ thống điện tương lai tới 42%, tương đương khoảng 65 nghìn tỷ EUR.

Giảm 21% lượng phát thải: Việc tích hợp các nhà máy điện linh hoạt có thể giúp giảm tổng lượng phát thải CO_2 của ngành điện trong giai đoạn từ nay đến năm 2050 tới 21% so với lộ trình chỉ sử dụng năng lượng tái tạo và hệ thống lưu trữ.

Giảm 88% lượng năng lượng bị lãng phí: Việc lập mô phỏng cho thấy tích hợp các nhà máy điện linh hoạt giúp tối ưu hóa hệ thống điện, nhờ đó giảm đến 88% năng lượng tái tạo bị lãng phí do cắt giảm vào năm 2050 so với lộ trình còn lại. Có thể tránh cắt giảm tổng cộng 458.000 TWh, đủ để cung cấp điện cho toàn thế giới (dựa trên mức tiêu thụ điện hiện tại) trong hơn 15 năm.

Giảm 50% công suất năng lượng tái tạo và diện tích đất sử dụng: Việc tích hợp các nhà máy điện linh hoạt giúp giảm một nửa công suất năng lượng tái tạo cần thiết và giảm đáng kể diện tích đất sử dụng để xây dựng các cơ sở hạ tầng năng lượng gió và mặt trời, vốn có thể tương đương với diện tích toàn châu Âu

> "Nghiên cứu chỉ ra rằng việc triển khai các nhà máy điện linh hoạt giúp tiết kiệm tổng chi phí cho các hệ thống điện trong tương lai lên đến 65 nghìn tỷ EUR."

Đẩy nhanh quá trình chuyển đổi năng lượng toàn cầu

Quá trình chuyển đổi năng lượng đang diễn ra mạnh mẽ trên toàn cầu nhờ các chính sách hỗ trợ mục tiêu rõ ràng và chi phí năng lượng tái tạo ngày càng giảm. Năm 2023 ghi nhận một cột mốc mới khi có thêm 565 GW công suất năng lượng tái tạo được lắp đặt, tăng 60% so với năm 2022. Tổng công suất năng lượng tái tạo đã lắp đặt đạt 4,000 GW, cung cấp gần 30% nhu cầu điện toàn cầu[1].

Mặc dù những cột mốc này phản ánh tiến bộ đáng kể trong các nỗ lực giảm phát thải các-bon, nhưng chúng ta vẫn chưa đạt được mục tiêu đặt ra tại COP28 đó là tăng gấp ba công suất năng lượng tái tạo lên 11,000 GW vào năm 2030. Tính đến năm 2022, ngành điện đã chiếm khoảng 40% tổng lượng phát thải CO2 từ các hoạt động liên quan đến năng lượng, minh chứng cho tính cấp thiết của việc đạt được các mục tiêu khí hậu đã đề ra trong Thỏa thuận Paris[2].

Để bám trụ trên con đường hẹp và đầy thách thức hướng tới mục tiêu Net zero, chúng ta cần khẩn trương bước vào 'kỷ nguyên triển khai'. Cần có những hành động cụ thể và chính sách hỗ trợ để huy động các khoản đầu tư thiết yếu cho quá trình chuyển đổi ngành điện. Quan trọng là cần đảm bảo các hành động đề ra dựa trên dữ liệu rõ ràng, tạo điều kiện chuyển đổi nhanh nhất sang hệ thống năng lượng bền vững với chi phí thấp nhất.

Xác định các lộ trình tối ưu hướng tới Net zero

Mặc dù đều thống nhất về tầm quan trọng của việc giảm phát thải các-bon nhanh chóng, các chuyên gia lại có những quan điểm trái chiều về lộ trình tối ưu để ngành điện đạt được mục tiêu Net zero.

Một số chuyên gia ủng hộ mô phỏng năng lượng tập trung hoàn toàn vào các nguồn năng lượng tái tạo biến đổi, như gió và mặt trời, kết hợp với các hệ thống lưu trữ như pin tích trữ năng lượng. Một số khác lại cho rằng mặc dù năng lượng tái tạo và hệ thống lưu trữ năng lượng là một phần không thể thiếu; tuy nhiên, để đảm bảo nguồn cung điện đáng tin cậy và hiệu quả về chi phí, cần phải kết hợp tính linh hoạt và đa dạng của các giải pháp khác nhau.

Nhận thấy tính cấp bách đòi hỏi sự hợp tác toàn cầu, Wärtsilä đã khởi động dự án nghiên cứu mô phỏng hệ thống điện toàn cầu, nhằm đánh giá tính khả thi và tối ưu của các lộ trình giảm phát thải các-bon đang được thảo luận rộng rãi.

Chuyên môn hàng đầu về lập mô phỏng hệ thống điện

Wärtsilä hỗ trợ khách hàng đẩy nhanh quá trình giảm phát thải thông qua các giải pháp công nghệ hàng đầu thị trường và chuyên môn trong lĩnh vực hệ thống điện. Thông qua ứng dụng phần mềm PLEXOS®, Wärtsilä đã hoàn thành hơn 200 mô phỏng hệ thống điện trên quy mô quốc gia và toàn cầu, nhằm xác định các thiết kế hệ thống điện tối ưu để hỗ trợ tích hợp năng lượng tái tạo và giảm chi phí vận hành hệ thống cũng như lượng phát thải.

So sánh hai lộ trình hướng tới mục tiêu Net zero

Trong nghiên cứu này, chúng tôi phân tích hai lộ trình riêng biệt để xây dựng hệ thống điện trung hòa các-bon trong giai đoạn 2025-2050, nhằm cung cấp cái nhìn toàn diện về các phương án và phương pháp giảm phát thải hiệu quả và bền vững.

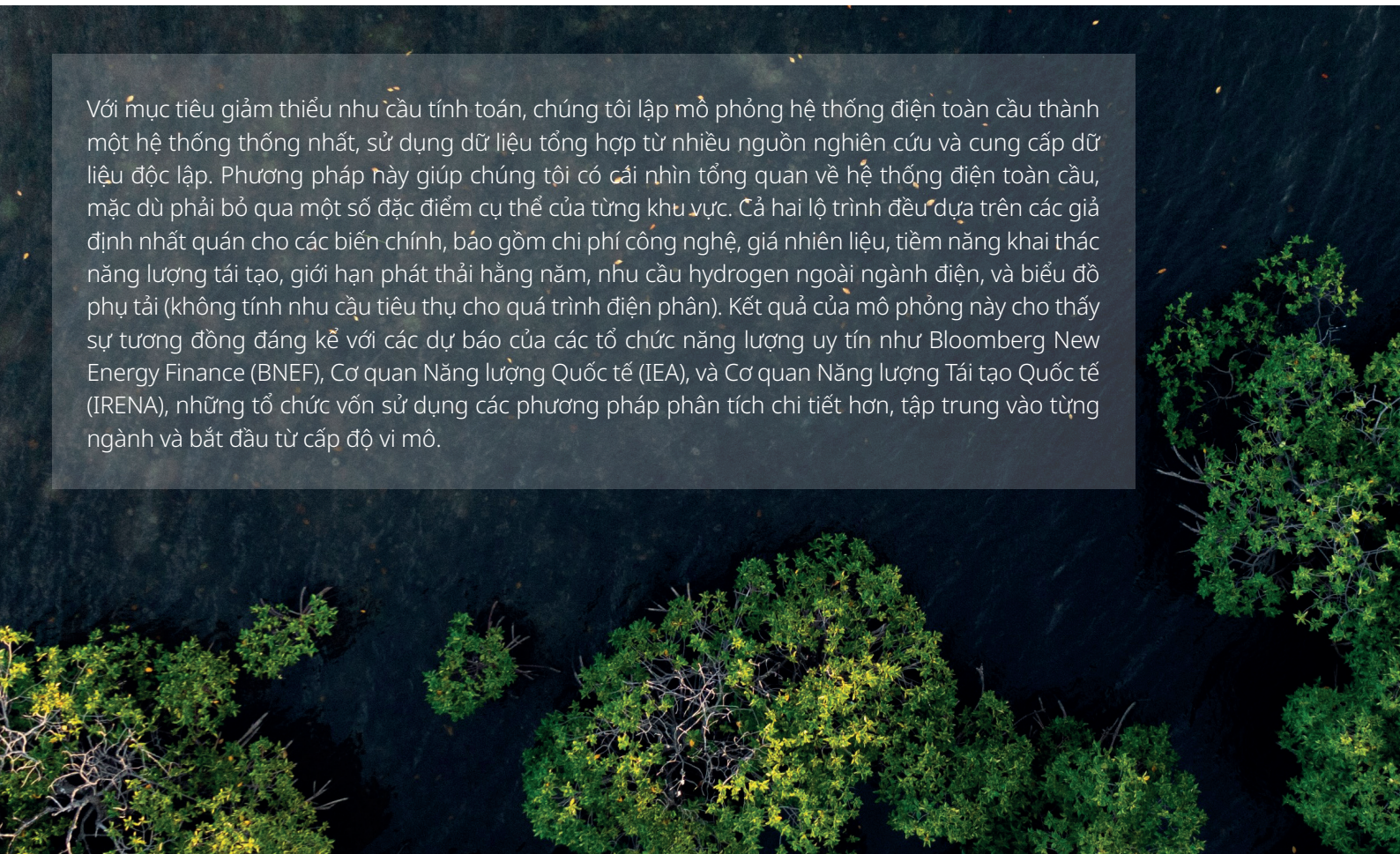
Lộ trình 1: Năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng

Trong lộ trình này, quá trình phát triển ngành điện hoàn toàn dựa vào các nguồn năng lượng tái tạo biến đổi (VRE) và hệ thống pin tích trữ năng lượng (ESS). Các nhà máy điện hiện hữu sẽ dần ngừng hoạt động trước năm 2040, nhưng được phép hoạt động và tuân thủ giới hạn phát thải đến khi ngừng hoạt động. Trong suốt quá trình lập mô phỏng, chỉ có các nguồn năng lượng tái tạo và hệ thống lưu trữ được phép bổ sung vào hệ thống điện.

Lộ trình 2: Cân bằng linh hoạt

Trong lộ trình này, năng lượng tái tạo và hệ thống lưu trữ vẫn đóng vai trò chủ đạo trong việc phát triển hệ thống điện, nhưng sẽ bổ sung các nhà máy điện linh hoạt để tạo ra một hệ thống điện ổn định và hiệu quả. Các nhà máy này được thiết kế để sử dụng các nhiên liệu bền vững. Nguồn nhiên liệu này dự báo sẽ trở nên phổ biến hơn vào những năm 2030. Các nhà máy điện kém linh hoạt hiện hữu sẽ dần được thay thế bằng các nguồn năng lượng mới. Việc mở rộng công suất cho các nguồn năng lượng hạt nhân, nhiên liệu sinh học, và các nhà máy nhiệt điện than và khí sử dụng công nghệ thu giữ và lưu trữ các-bon (CCS) tuân thủ chặt chẽ các dự báo thận trọng từ các nguồn công bố công khai như Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) và Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA).

Tại Hội nghị Thượng đỉnh về biến đổi khí hậu của Liên Hợp Quốc năm 2023 (COP28), các quốc gia đã cam kết tăng gấp ba lần công suất năng lượng tái tạo vào năm 2030, đạt mục tiêu 11 TW. Mục tiêu này được đưa vào mô phỏng và áp dụng cho cả hai lộ trình. Từ năm 2025, mô phỏng sẽ tối ưu hóa việc mở rộng công suất và sản xuất điện dựa trên các ràng buộc cụ thể và các giải pháp công nghệ đột phá của mỗi lộ trình. Mục tiêu của việc tối ưu hóa hệ thống nhằm giảm thiểu chi phí tổng thể, đồng thời đáp ứng các yêu cầu về độ tin cậy, khả năng cung cấp và tuân thủ các giới hạn về lượng khí thải các-bon theo Thỏa thuận Paris.



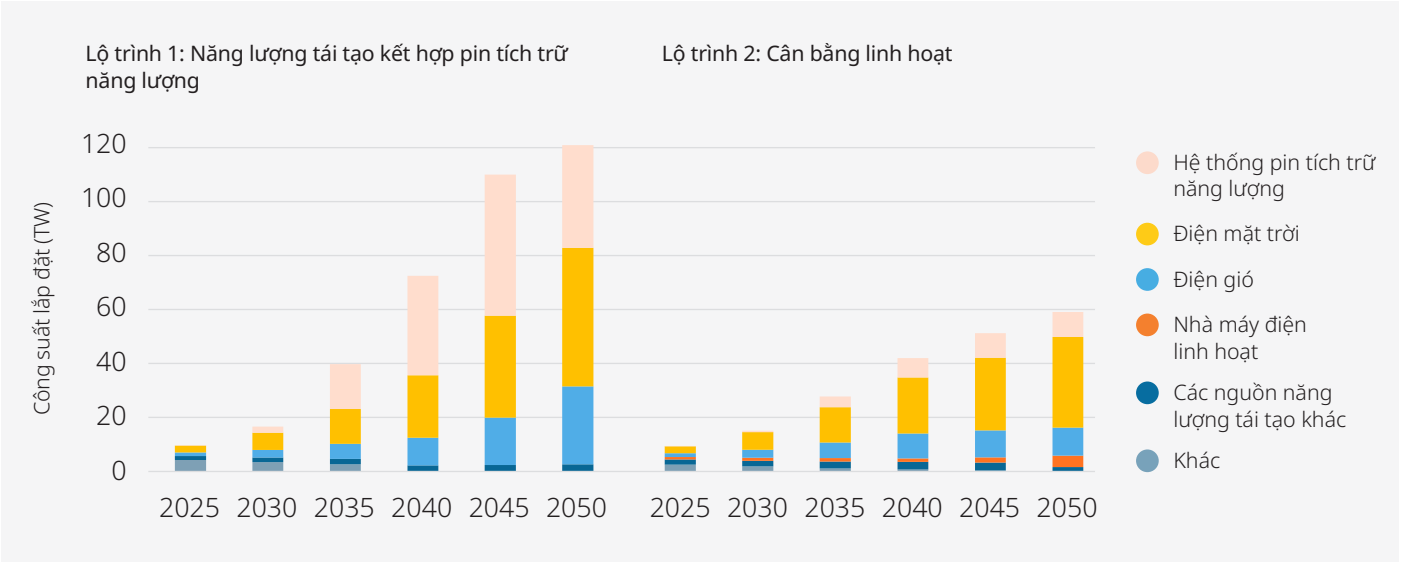
Với mục tiêu giảm thiểu nhu cầu tính toán, chúng tôi lập mô phỏng hệ thống điện toàn cầu thành một hệ thống thống nhất, sử dụng dữ liệu tổng hợp từ nhiều nguồn nghiên cứu và cung cấp dữ liệu độc lập. Phương pháp này giúp chúng tôi có cái nhìn tổng quan về hệ thống điện toàn cầu, mặc dù phải bỏ qua một số đặc điểm cụ thể của từng khu vực. Cả hai lộ trình đều dựa trên các giả định nhất quán cho các biến chính, bao gồm chi phí công nghệ, giá nhiên liệu, tiềm năng khai thác năng lượng tái tạo, giới hạn phát thải hằng năm, nhu cầu hydrogen ngoài ngành điện, và biểu đồ phụ tải (không tính nhu cầu tiêu thụ cho quá trình điện phân). Kết quả của mô phỏng này cho thấy sự tương đồng đáng kể với các dự báo của các tổ chức năng lượng uy tín như Bloomberg New Energy Finance (BNEF), Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA), và Cơ quan Năng lượng Tái tạo Quốc tế (IRENA), những tổ chức vốn sử dụng các phương pháp phân tích chi tiết hơn, tập trung vào từng ngành và bắt đầu từ cấp độ vi mô.

Mở rộng công suất

Trong Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp lưu trữ năng lượng, công suất lắp đặt của năng lượng tái tạo biến đổi (mặt trời và gió) tăng lên hơn 79 TW vào năm 2050, trong khi công suất lưu trữ năng lượng tăng lên hơn 37 TW - tức là tăng lần lượt 31 lần và 441 lần so với tổng công suất lắp đặt vào năm 2023.

Trong Lộ trình cân bằng linh hoạt, công suất lắp đặt năng lượng tái tạo biến đổi đạt hơn 41 TW vào năm 2050, trong khi công suất lưu trữ năng lượng tăng lên hơn 10 TW - tức là tăng lần lượt 16 lần và 123 lần. Ngoài ra, lộ trình này còn tích hợp gần 4 TW công suất từ các nhà máy điện linh hoạt để đạt cơ cấu công suất tối ưu.

Cơ cấu nguồn điện
2025-2050



Khi so sánh hai lộ trình, ta thấy rằng Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng đòi hỏi mở rộng quy mô năng lượng tái tạo và hệ thống lưu trữ lớn hơn nhiều. Điều này cho thấy rằng việc bổ sung một số lượng nhỏ các nhà máy điện linh hoạt trong Lộ trình cân bằng linh hoạt đã giúp giảm đáng kể nhu cầu mở rộng quá mức năng lượng tái tạo và hệ thống pin tích trữ để đạt được một hệ thống điện tối ưu về chi phí.

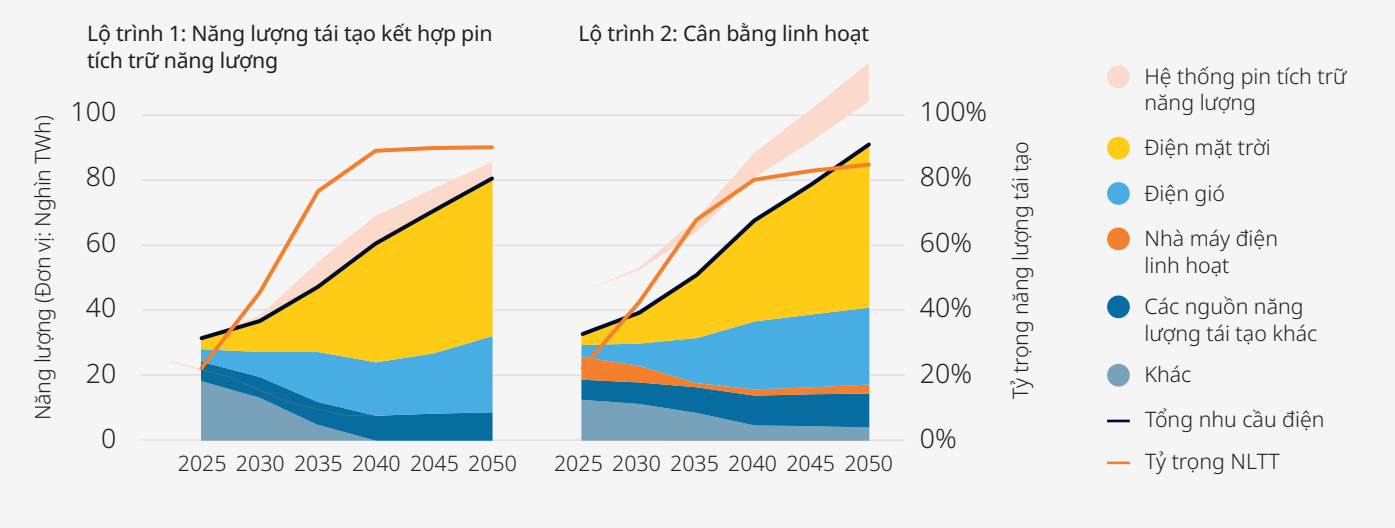
Một kết quả đáng chú ý của Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng là về quy mô mở rộng khổng lồ của năng lượng tái tạo. Diện tích đất cần thiết cho các dự án điện gió và mặt trời sẽ tương đương với diện tích của toàn bộ châu Âu, đặt ra những thách thức lớn về quyền sử dụng đất, thủ tục cấp phép và phạm vi địa lý của hệ thống truyền tải điện.

Tỷ trọng sản xuất điện

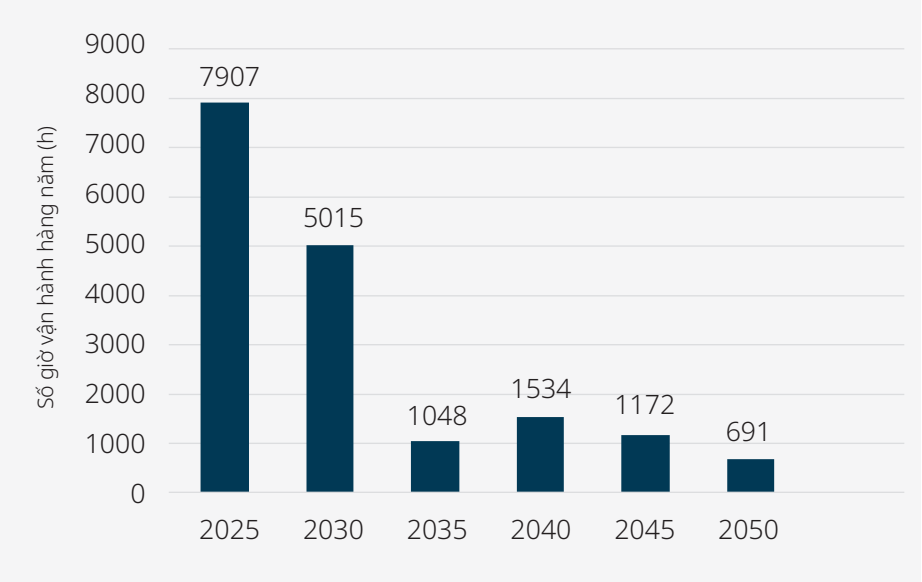
Cả hai lộ trình đều cho thấy năng lượng tái tạo biến đổi sẽ đáp ứng phần lớn nhu cầu điện vào năm 2035. Trong Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng, năng lượng tái tạo sẽ chiếm 90% tổng sản lượng điện và trong Lộ trình cân bằng linh hoạt, năng lượng tái tạo sẽ chiếm 85% vào năm 2050. Đến năm 2050, hệ thống lưu trữ năng lượng sẽ đáp ứng 6,5% tổng nhu cầu điện theo Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng và 13,5% theo Lộ trình cân bằng linh hoạt. Trong Lộ trình cân bằng linh hoạt, các nhà máy điện linh hoạt giảm dần vai trò, với tỷ lệ đáp ứng nhu cầu điện giảm từ 23% năm 2025 xuống còn 3% vào năm 2050.

Mặc dù đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa hệ thống nhưng kết quả lập mô phỏng cho thấy các nhà máy điện linh hoạt sẽ hoạt động với số giờ vận hành trong năm tương đối thấp. Tuy nhiên, đặc trưng vận hành của các nhà máy này là tốc độ thay đổi công suất nhanh, khởi động và dừng hoạt động thường xuyên. Điều này cho thấy các nhà máy này phải có tính linh hoạt cao để hỗ trợ cân bằng hệ thống hiệu quả khi năng lượng tái tạo không ổn định. Những nhà máy kém linh hoạt, chẳng hạn như các nhà máy điện chạy nền cũ, sẽ không phù hợp với hệ thống điện mới.

Cơ cấu năng lượng giai đoạn 2025-2050



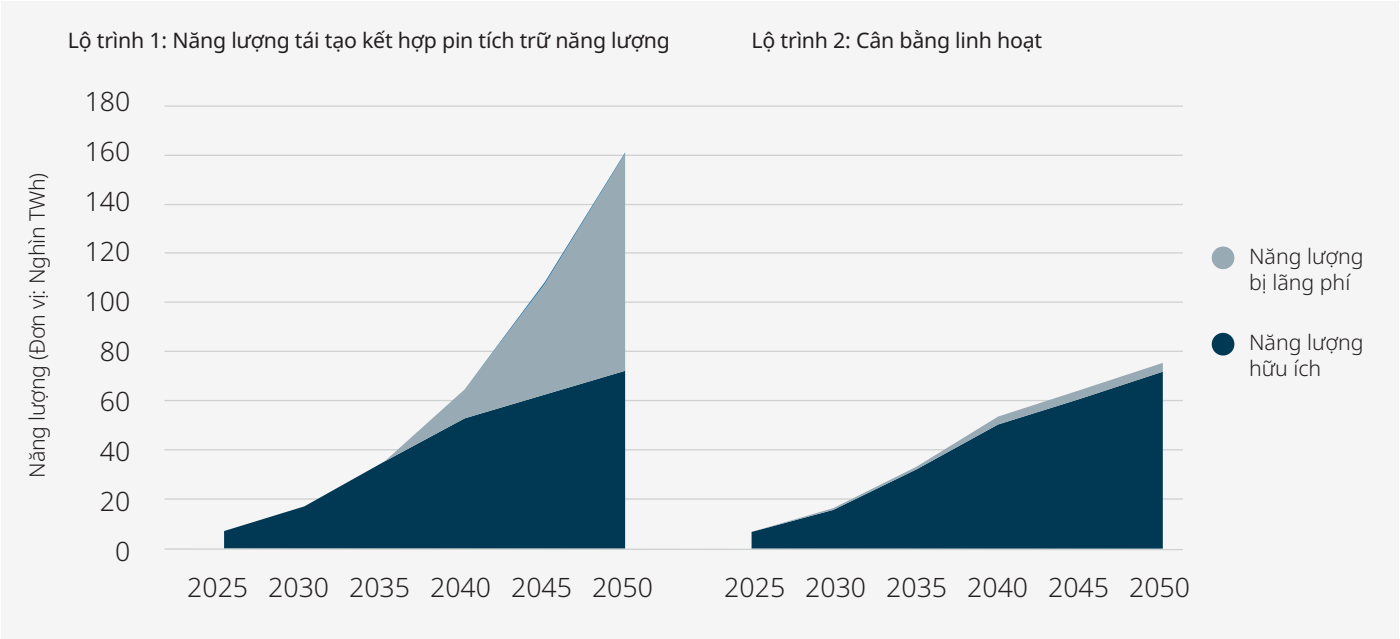
Số giờ vận hành tương đương của các nhà máy điện linh hoạt



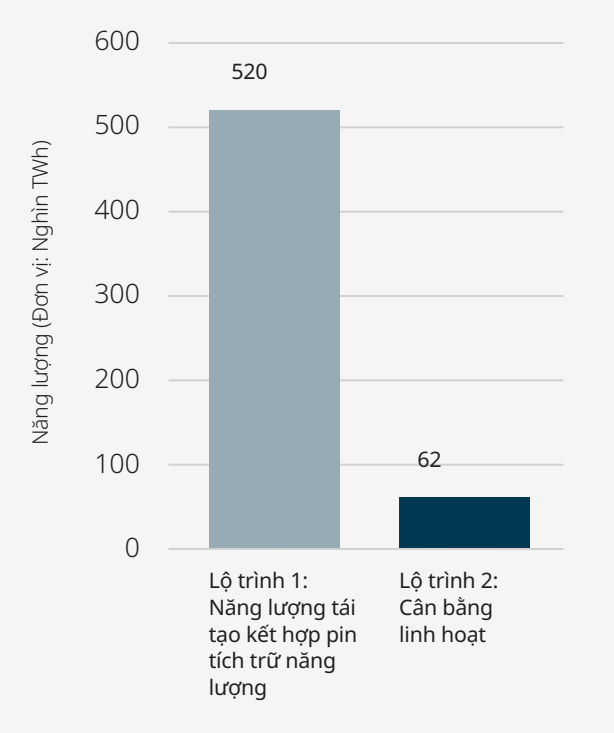
Cắt giảm

Cả hai lộ trình đều sử dụng năng lượng tái tạo để đáp ứng phần lớn nhu cầu điện. Tuy nhiên, mức độ mở rộng quy mô công suất khác nhau giữa hai lộ trình sẽ tác động đáng kể đến cách thức quản lý các nguồn phát điện từ năng lượng tái tạo trong hệ thống. Việc cắt giảm năng lượng tái tạo không phải lúc nào cũng cho thấy hệ thống hoạt động kém hiệu quả mà có thể đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì sự ổn định và khắc phục các hạn chế về truyền tải điện. Tuy nhiên, việc cắt giảm quá mức có thể là dấu hiệu phản ánh những yếu kém, hạn chế nghiêm trọng trong hệ thống, dẫn đến tình trạng lãng phí năng lượng.

> Cắt giảm công suất năng lượng tái tạo



Trong Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng, việc cắt giảm năng lượng tái tạo tăng mạnh từ năm 2035 trở đi. Đến năm 2050, khoảng 55% năng lượng tái tạo bị cắt giảm theo lộ trình này so với tỷ lệ cắt giảm 5% theo Lộ trình cân bằng linh hoạt. Nói cách khác, tổng lượng năng lượng tái tạo bị cắt giảm trong Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng từ 2025 đến 2050 đủ để đáp ứng toàn bộ nhu cầu điện trên thế giới năm 2023 (dựa trên mức tiêu thụ điện hiện tại) trong hơn 15 năm.

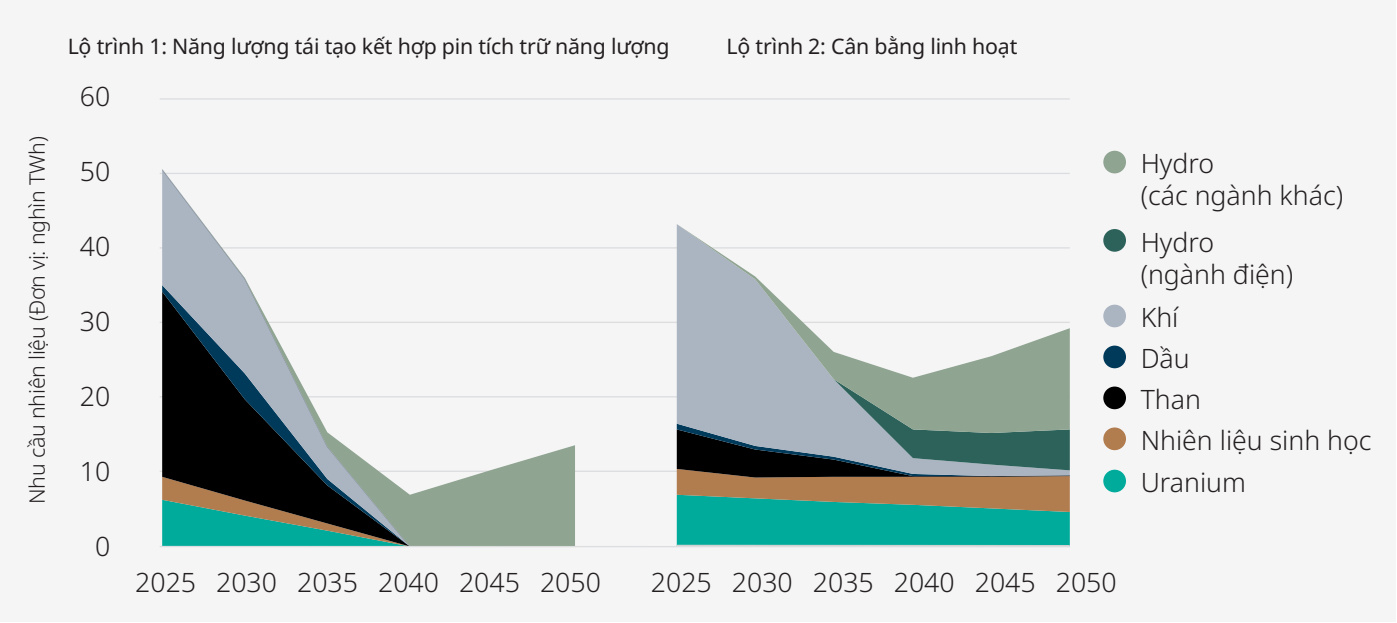


Tổng lượng cắt giảm năng lượng tái tạo giai đoạn 2025-2050

Nhu cầu nhiên liệu và nhiên liệu bền vững

Trong cả hai lộ trình, ngành điện đóng vai trò quan trọng trong việc sản xuất các nhiên liệu bền vững. Những nhiên liệu này rất cần thiết cho quá trình giảm phát thải các-bon trên toàn bộ nền kinh tế, đặc biệt là ở các lĩnh vực khó điện khí hóa như công nghiệp, vận tải biển và hàng không.

Nhu cầu nhiên liệu



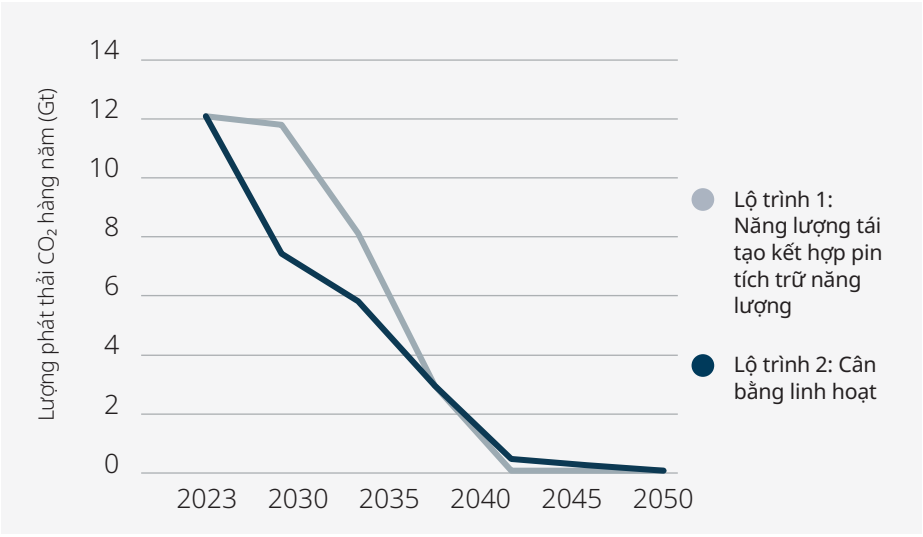
Trong Lộ trình cân bằng linh hoạt, từ giữa những năm 2030 sẽ bắt đầu sản xuất thêm hydrogen cho ngành điện. Do giá thành sản xuất các nhiên liệu bền vững dẫn xuất từ hydrogen khá cao nên những nhiên liệu này chỉ được sử dụng cho các nhà máy điện dự phòng (với số giờ vận hành thấp). Mục đích là để tăng tính linh hoạt cho hệ thống điện khi các hệ thống lưu trữ năng lượng đạt giới hạn công suất.

Phát thải

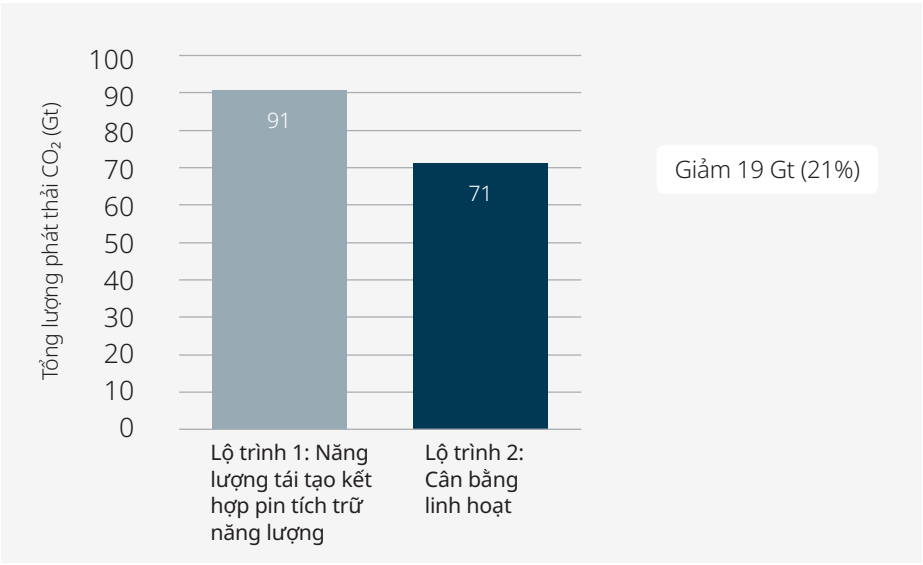
Cả hai lộ trình đều áp dụng giới hạn phát thải các-bon để đảm bảo tuân thủ các mục tiêu của Thỏa thuận Paris và dự kiến đạt mục tiêu Net zero chậm nhất vào năm 2050. Tuy nhiên, hai lộ trình có tốc độ giảm phát thải khác nhau đáng kể. Trong Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng, tốc độ giảm phát thải khá chậm do thiếu công suất linh hoạt trong thời gian dài cần thiết để loại bỏ hoàn toàn nhu cầu sử dụng các nhà máy điện cũ kém linh hoạt.

Ngược lại, Lộ trình cân bằng linh hoạt cho thấy tốc độ giảm phát thải nhanh hơn do các nhà máy điện kém linh hoạt bị loại bỏ và thay thế bằng các nguồn năng lượng tái tạo kết hợp sử dụng hệ thống lưu trữ năng lượng và các nhà máy điện linh hoạt sử dụng nhiên liệu bền vững để cung cấp điện ổn định, tin cậy trong thời gian dài. Do đó, Lộ trình cân bằng linh hoạt giúp giảm tổng lượng phát thải tới 21% (tương đương 19 tỷ tấn các-bon) so với Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng vào năm 2050. Lượng giảm này tương đương hơn 1,5 năm phát thải của ngành điện toàn cầu hiện nay.

Một phát hiện đáng chú ý trong Lộ trình cân bằng linh hoạt là mục tiêu giảm trên 76% lượng phát thải hàng năm có thể đạt được trước khi các loại nhiên liệu bền vững được đưa vào sử dụng rộng rãi trong ngành điện vào giữa những năm 2030. Mức giảm phát thải này chủ yếu nhờ vào việc mở rộng quy mô các nguồn năng lượng tái tạo và hệ thống pin tích trữ năng lượng, cùng với việc giảm số giờ vận hành của các nhà máy điện dự phòng linh hoạt chạy bằng khí tự nhiên. 24% lượng phát thải hàng năm còn lại sẽ giảm được sau khi sử dụng các nhiên liệu bền vững.



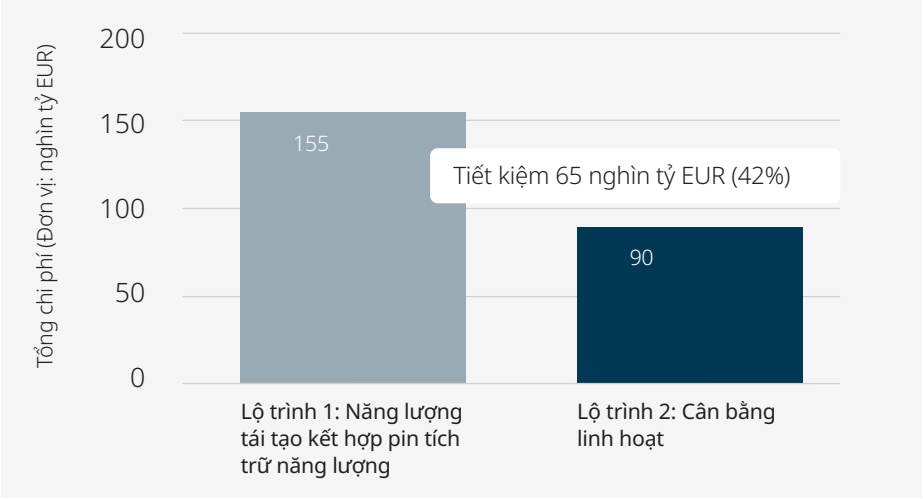
So sánh phát thải CO_2 hàng năm (ngành điện)



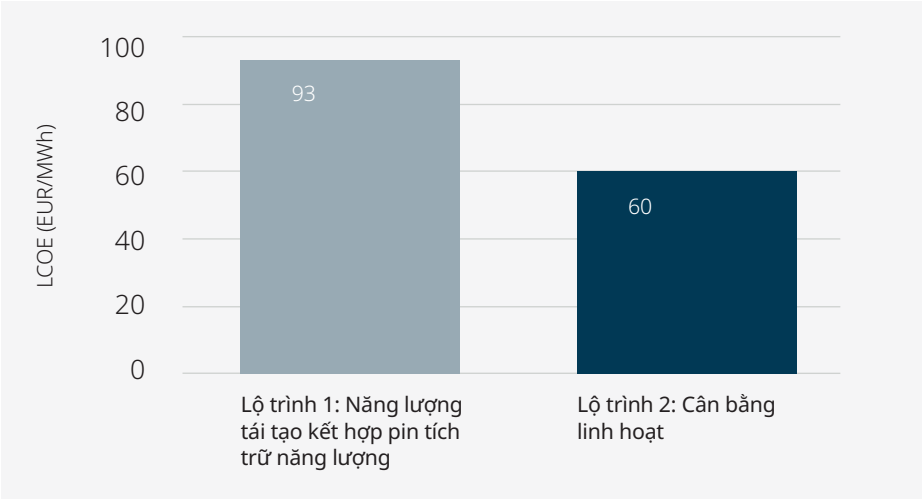
Tổng phát thải CO_2 giai đoạn 2025-2050 (ngành điện)

Tổng chi phí hệ thống

Tổng chi phí hệ thống từ năm 2025 đến 2050 ước tính khoảng 155 nghìn tỷ EURO cho Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng và 90 nghìn tỷ EURO cho Lộ trình cân bằng linh hoạt. Điều này đồng nghĩa rằng Lộ trình cân bằng linh hoạt giúp tiết kiệm tổng chi phí hơn 65 nghìn tỷ EURO so với Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng, tương đương với hơn 60% GDP toàn cầu hiện nay.



Tổng chi phí hệ thống giai đoạn 2025-2050



Chi phí sản xuất điện (LCOE) giai đoạn 2025-2050

Những chi phí lũy kế này tương đương với chi phí sản xuất điện (LCOE) là 93 EURO/MWh đối với Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng và 60 EURO/MWh đối với Lộ trình cân bằng linh hoạt. Sự chênh lệch chi phí đáng kể giữa các lộ trình chủ yếu là do dư thừa công suất năng lượng tái tạo và lượng lớn năng lượng bị lãng phí do phải cắt giảm công suất trong Lộ trình năng lượng tái tạo kết hợp pin tích trữ năng lượng.

Lộ trình tương lai rõ ràng

Khi nghiên cứu, đánh giá các lộ trình để đạt được mục tiêu Net zero, các kết quả lập mô phỏng cho thấy một thông điệp rõ ràng: việc tích hợp các nhà máy điện dự phòng linh hoạt là cần thiết để tối ưu hóa hệ thống một cách hiệu quả về mặt chi phí. Năng lượng tái tạo là trọng tâm của quá trình giảm phát thải các-bon nhưng độ tin cậy của hệ thống điện lại phụ thuộc vào khả năng linh hoạt.

Tính linh hoạt này có thể đến từ nhiều giải pháp khác nhau, và mỗi giải pháp đều đóng vai trò quan trọng. Lưu trữ năng lượng rất cần thiết để đáp ứng nhu cầu linh hoạt gần như tức thời và điều chỉnh năng lượng trong khoảng thời gian ngắn. Trong khi đó, nguồn điện linh hoạt có khả năng cung cấp điện khi năng lượng tái tạo bị gián đoạn, đảm bảo hệ thống điện hoạt động ổn định trong thời gian dài. Do đó, việc sử dụng kết hợp giữa lưu trữ năng lượng và các nhà máy điện linh hoạt là giải pháp tối ưu để hỗ trợ năng lượng tái tạo.

Lời kêu gọi hành động cho ngành điện

Do có lộ trình tối ưu đã rõ ràng, những hành động mang tính quyết định từ toàn ngành điện là rất quan trọng để đạt được mục tiêu chuyển đổi năng lượng với chi phí thấp và phát thải thấp, thống nhất với mục tiêu của Thỏa thuận Paris 2050. Thay vì chỉ tập trung vào việc đẩy nhanh phát triển năng lượng tái tạo, cần có cách tiếp cận toàn diện ở cấp độ toàn hệ thống khi lập quy hoạch và đầu tư vào hệ thống điện. Kế hoạch phát triển hệ thống năng lượng trong tương lai và việc bổ sung, mở rộng công suất cần dựa trên dữ liệu thực tế để đạt được quá trình chuyển đổi nhanh chóng và lựa chọn công nghệ tối ưu nhất về chi phí, đảm bảo giá điện phải chăng.

1. **Đẩy mạnh mở rộng quy mô năng lượng tái tạo và các công nghệ linh hoạt**
   - Tạo điều kiện mở rộng nhanh chóng quy mô năng lượng tái tạo bằng cách nâng cấp hệ thống truyền tải điện, tinh giản các thủ tục cấp phép và đầu tư vào hạ tầng kết nối lưới điện liên vùng.
   - Nhanh chóng mở rộng các công nghệ linh hoạt giúp cân bằng nguồn điện trong thời gian ngắn và dài hạn để đảm bảo hệ thống lưới điện hoạt động ổn định và bền vững. Các công nghệ này sẽ hỗ trợ phát triển năng lượng tái tạo nhanh chóng, giảm sự phụ thuộc vào các nhà máy điện kém linh hoạt như nhà máy nhiệt điện than và đẩy nhanh quá trình giảm phát thải.
   - Huy động tài chính để phát triển các dự án năng lượng tái tạo và nguồn điện dự phòng linh hoạt ở quy mô và tốc độ cần thiết.

2. **Thiết kế lại thị trường điện để khuyến khích tính linh hoạt**

   Cải cách cấu trúc thị trường điện để hỗ trợ tích hợp tỷ trọng cao năng lượng tái tạo. Cần có cơ chế khuyến khích cân bằng nguồn điện để cung cấp tính linh hoạt cần thiết cho hệ thống, giúp tối ưu hóa các hệ thống năng lượng tái tạo.
   - Giảm chu kỳ giao dịch và chu kỳ điều độ trên thị trường điện cạnh tranh xuống 5 phút. Rút ngắn khung thời gian vận hành và điều độ huy động nguồn điện ẽ hỗ trợ tích hợp năng lượng tái tạo và khuyến khích các nhà máy điện linh hoạt dễ dàng điều chỉnh sản lượng để đáp ứng nhu cầu điện không ngừng thay đổi.
   - Cung cấp các dịch vụ phụ trợ mới như dự phòng công suất, điều chỉnh tăng/giảm công suất, điện áp và quán tính để đảm bảo độ ổn định của lưới điện. Nhu cầu dịch vụ phụ trợ tăng lên khi tỷ trọng NLTT thâm nhập cao hơn, có thể tối ưu hóa nguồn cung và cân bằng hệ thống bằng các công nghệ linh hoạt.
   - Thiết lập các mô phỏng doanh thu phù hợp cho các nhà máy điện linh hoạt với số giờ vận hành thấp, bao gồm các cơ chế như thanh toán theo khả năng cung cấp công suất linh hoạt và trả giá cao hơn khi hệ thống điện khan hiếm nguồn cung. Các nhà máy điện linh hoạt mang lại những lợi ích quan trọng ở cấp hệ thống. Tuy nhiên, do hệ số công suất thấp (chỉ hoạt động khi cần thiết, không chạy liên tục), cần bổ sung các cơ chế doanh thu để giải quyết khó khăn trong việc thu hồi vốn đầu tư vào các nhà máy này.

3. **Lựa chọn các công nghệ phù hợp có khả năng đáp ứng nhu cầu trong tương lai và chuẩn bị cho việc sử dụng nhiên liệu bền vững**
   - Chọn các công nghệ có thể thích ứng với nhiên liệu bền vững để giảm hoàn toàn phát thải các-bon trong ngành điện từ giữa những năm 2030 trở đi.
   - Sử dụng khí tự nhiên làm nhiên liệu chuyển tiếp cho các nhà máy điện linh hoạt để đẩy mạnh việc sử dụng năng lượng tái tạo và loại bỏ dần các công nghệ phát điện cũ. Việc sử dụng khí tự nhiên này không đồng nghĩa là 'giữ nguyên cách vận hành hiện tại'. Thay vào đó, khí tự nhiên sẽ được sử dụng theo cách khác, với mức tiêu thụ nhỏ hơn rất nhiều so với hiện tại. Sử dụng khí tự nhiên như một giải pháp cân bằng linh hoạt trong giai đoạn chuyển tiếp có thể giúp giảm hơn 75% lượng phát thải CO2 hàng năm từ ngành điện vào năm 2035 (so với mức năm 2023).
   - Cần chuẩn bị cho việc sử dụng nhiên liệu bền vững bằng cách nâng cao kiến thức chuyên môn và xây dựng cơ sở hạ tầng cần thiết, đảm bảo quá trình chuyển đổi sang ngành năng lượng không phát thải các-bon diễn ra suôn sẻ. Khi các loại nhiên liệu bền vững trở nên khả thi trên quy mô lớn (tức là sẵn có trên thị trường và cạnh tranh về chi phí), việc giảm phát thải khí nhà kính có thể đạt mức 100%, tức là giảm xuống còn 0%. Để nhiên liệu bền vững có thể cạnh tranh về chi phí, cần có các chính sách hỗ trợ như trợ cấp, quy định bắt buộc, thuế các-bon (hoặc kết hợp các biện pháp trên).

Hiểu biết chuyên sâu về thị trường

Châu Mỹ

Risto Paldanius
Phó chủ tịch,
Khu vực châu Mỹ

Hoa Kỳ: Cơ cấu nguồn điện của Hoa Kỳ đã thay đổi rất nhiều trong 10 năm qua. Sản lượng điện than đã giảm mạnh và nhanh chóng được thay thế bằng năng lượng tái tạo và khí đốt tự nhiên, dẫn đến việc giảm phát thải khí nhà kính hơn 5% kể từ năm 2015. Các chính sách ưu đãi của chính phủ như Đạo luật Giảm lạm phát (IRA), các quy định về Net zero ở cấp tiểu bang và chi phí công nghệ giảm dần sẽ tiếp tục thúc đẩy sự phát triển nhanh chóng của năng lượng tái tạo. Sự gia tăng năng lượng tái tạo dẫn đến biến động cao hơn trong hoạt động sản xuất điện và đòi hỏi phải có hệ thống phát điện linh hoạt để hỗ trợ tích hợp các nguồn điện này. Ví dụ như Texas đã trở thành bang dẫn đầu Hoa Kỳ về sản lượng điện gió và mặt trời. Tiểu bang này đã thiết lập một quỹ đầu tư nhằm hỗ trợ các nguồn điện dự phòng linh hoạt, không bị hạn chế về thời gian, giúp đáp ứng nhu cầu điện năng của nền kinh tế đang phát triển nhanh và đảm bảo nguồn cung điện ổn định, giá cả phải chăng. Năm 2023, California - vốn được coi là 'đầu tàu' về tham vọng năng lượng tái tạo - đã buộc phải cắt giảm hơn 2,6 triệu MWh năng lượng tái tạo do lưới điện không đủ linh hoạt để sử dụng nguồn năng lượng này. Lượng điện này đủ để cung cấp cho 250,000 hộ gia đình. Đầu tư vào các nguồn điện linh hoạt là cực kỳ quan trọng để hỗ trợ năng lượng tái tạo và tránh tình trạng phải cắt giảm lớn gây tốn kém chi phí cho người tiêu dùng. Hoa Kỳ cần có thêm các chính sách khuyến khích để tích hợp các công nghệ cân bằng linh hoạt vào hệ thống điện quốc gia.

Brazil: Các hiện tượng thời tiết cực đoan, như đợt hạn hán lịch sử năm 2024 tại Brazil, đã cho thấy nhu cầu cấp bách về đa dạng hóa cơ cấu năng lượng để đảm bảo độ tin cậy của hệ thống điện. Do mực nước các hồ chứa thủy điện giảm mạnh, Brazil cần phải có các giải pháp linh hoạt để tránh mất điện và duy trì sự ổn định của hệ thống điện. Việc tích hợp các nhà máy điện linh hoạt sẽ là chìa khóa để nâng cao độ tin cậy và tính linh hoạt của hệ thống. Nguồn điện cân bằng, chẳng hạn như từ các động cơ linh hoạt, không chỉ hỗ trợ năng lượng tái tạo trong các giai đoạn quan trọng như hạn hán mà còn đảm bảo về mặt kinh tế và công nghệ. Do Brazil đang chuẩn bị đăng cai Hội nghị COP30 vào năm 2025 nên việc tập trung vào các giải pháp năng lượng bền vững trở nên quan trọng hơn bao giờ hết. Đây là cơ hội để quốc gia này chứng minh cam kết về hệ thống năng lượng tương lai bền vững, giá cả phải chăng nhờ tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo, lưu trữ năng lượng và nguồn điện cân bằng để đạt được mục tiêu Net zero. Cách tiếp cận này không chỉ đảm bảo sự ổn định của hệ thống điện mà còn đẩy nhanh quá trình giảm phát thải các-bon và giảm tổng lượng phát thải.

Chile đặt mục tiêu đầy tham vọng, đến năm 2050, toàn bộ hệ thống năng lượng của quốc gia này sẽ sử dụng năng lượng tái tạo. Chile đã đạt được nhiều tiến bộ trong việc gia tăng sản lượng năng lượng tái tạo, nhưng cần cải thiện tính linh hoạt của hệ thống để giải quyết tình trạng gián đoạn do năng lượng mặt trời và gió không ổn định liên tục. Điều này đồng nhất với những phát hiện trong báo cáo của Wärtsilä, nhấn mạnh vai trò quan trọng của các nhà máy điện linh hoạt trong việc tăng cường độ tin cậy và linh hoạt của hệ thống trong các khoảng thời gian dài khi nguồn năng lượng tái tạo không ổn định. Việc tích hợp các nguồn điện cân bằng linh hoạt, chẳng hạn như các động cơ cân bằng lưới điện có thể khởi động và dừng nhanh chóng, có thể bù đắp khi các nguồn tái tạo không khả dụng (tạo sự cân bằng cho hệ thống điện), góp phần đạt được mục tiêu trung hòa các-bon của đất nước. Nghiên cứu của Wärtsilä cho thấy nếu Chile kết hợp năng lượng tái tạo, lưu trữ năng lượng và nguồn điện cân bằng linh hoạt, quốc gia này có thể tiết kiệm 17 tỷ USD đến năm 2045. Tuy nhiên, cũng giống như các quốc gia khác trên toàn cầu, Chile vẫn phải đối mặt với một số thách thức lớn như hạ tầng truyền tải điện còn hạn chế và cần có khung pháp lý hỗ trợ để tích hợp hiệu quả năng lượng tái tạo và đảm bảo chuyển đổi bền vững. Điều này cho thấy tính cần thiết của hành động phối hợp, đồng bộ trong việc mở rộng năng lượng tái tạo, cải cách thị trường và tận dụng các công nghệ hiện có để chuyển đổi hướng tới mục tiêu Net zero một cách kịp thời và hiệu quả về chi phí.

Châu Âu và châu Phi

Phần Lan đặt mục tiêu đạt mức trung hòa các-bon vào năm 2035 bằng cách tăng cường sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo phụ thuộc vào thời tiết, đặc biệt là điện gió. Đồng thời, quốc gia này sẽ dần loại bỏ các nhà máy điện cũ chạy bằng nhiên liệu hóa thạch kém linh hoạt, dẫn đến giảm nguồn cung công suất ổn định. Tuy nhiên, để đảm bảo cung cấp đủ điện trong điều kiện thời tiết không thuận lợi, Phần Lan vẫn cần các nguồn điện ổn định và linh hoạt, nhất là trong những thời điểm gió yếu hoặc mùa đông lạnh kéo dài. Kết quả lập mô phỏng gần đây của Wärtsilä tại Phần Lan cho thấy, với hệ thống điện hiện tại, đến năm 2027, giá điện ở Phần Lan sẽ tăng 30% so với 2023. Để giải quyết vấn đề này, chúng tôi tính toán rằng việc tích hợp 2 GW công suất điện linh hoạt và ổn định có thể giảm chi phí điện xuống 10%, tương đương 1,3 tỷ EURO, và tăng cường tính ổn định của hệ thống. Do đó, việc xây dựng các cơ chế hỗ trợ phát triển công suất năng lượng linh hoạt và ổn định, phù hợp với xu hướng tương lai là rất quan trọng. Công suất ổn định và linh hoạt mới, cùng với pin tích trữ năng lượng và điều chỉnh phụ tải, cũng sẽ là chìa khóa để đảm bảo an ninh cung cấp trong tương lai và đạt được các mục tiêu khí hậu.

Kenneth Engblom
Phó chủ tịch,
Khu vực châu Phi và châu Âu

Ba Lan đang nỗ lực đẩy nhanh việc giảm phụ thuộc vào than đá - hiện đang là nguồn sản xuất điện và nhiệt chính của quốc gia này. Mục tiêu loại bỏ hoàn toàn than đá của Ba Lan đã được thúc đẩy sớm hơn từ năm 2049 xuống năm 2035. Ba Lan cũng đặt mục tiêu đạt trung hòa các-bon vào năm 2050. Tỷ trọng năng lượng tái tạo của quốc gia này đang tăng lên, hiện chiếm 27% tổng sản lượng năng lượng (tăng 3% so với năm trước), với kế hoạch tăng công suất điện gió trên bờ và ngoài khơi từ 10 GW lên 25 GW vào năm 2030. Thách thức lớn nhất là lưới điện thiếu khả năng cân bằng, dẫn đến nguy cơ mất ổn định hệ thống điện.

Ba Lan có mạng lưới sưởi ấm tập trung lớn nhất châu Âu, với tổng công suất 54 GW, chủ yếu sử dụng lò hơi chạy bằng than. Việc giảm phát thải các-bon và hiện đại hóa lĩnh vực này vừa là thách thức vừa là cơ hội, bởi vì mạng lưới sưởi tập trung cũng là nguồn linh hoạt lớn nhất cho lưới điện. Mô phỏng nghiên cứu mới đây của Wärtsilä tại Ba Lan cho thấy việc giảm phát thải các-bon hiệu quả về chi phí cho cả hai lĩnh vực là khả thi nếu đồng thời tối ưu hóa nhiệt và điện. Nếu triển khai thực hiện, Ba Lan có thể nâng tỷ trọng năng lượng tái tạo lên 68% vào năm 2032, giảm tỷ trọng than trong sản xuất điện còn 26% và trong sưởi ấm còn 8%, đồng thời tiết kiệm tổng cộng 3,8 tỷ EURO. Để đạt được mục tiêu này, Ba Lan cần triển khai nhiều công nghệ linh hoạt, bao gồm động cơ đồng phát nhiệt-điện, bơm nhiệt, và lưu trữ nhiệt (các công nghệ chính), kết hợp với lò hơi điện và pin lưu trữ năng lượng.

Nam Phi đặt mục tiêu tăng công suất năng lượng tái tạo lên 17,7 GW vào năm 2030. Nghiên cứu của Wärtsilä tại Nam Phi chỉ ra rằng một hệ thống cân bằng với nguồn điện linh hoạt, chạy bằng khí tự nhiên và lưu trữ năng lượng là rất cần thiết để tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo, đảm bảo sự ổn định và độ tin cậy của lưới điện. Công ty điện lực quốc gia Eskom gần đây đã mời thầu 3 GW điện khí siêu linh hoạt (GASIPPPP), xác nhận tính cấp thiết của các nguồn điện linh hoạt trong nghiên cứu mô phỏng của Wärtsilä.

Trong bản cập nhật Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC), **Maroc** cam kết giảm 18,3% lượng phát thải khí nhà kính vào năm 2030. Để đạt được mục tiêu này, Maroc đặt tham vọng đạt tỷ trọng 52% điện năng từ năng lượng tái tạo vào năm 2030. Tuy nhiên việc tích hợp năng lượng tái tạo ở quy mô lớn này đặt ra nhiều thách thức. Nghiên cứu mô phỏng của Wärtsilä tại Maroc khuyến nghị ứng dụng hệ thống cân bằng với năng lượng tái tạo, pin lưu trữ năng lượng và các nhà máy điện linh hoạt, bao gồm 60% động cơ cân bằng lưới điện. Việc kết hợp này có thể tối ưu hóa tích hợp năng lượng tái tạo, giảm chi phí nhiên liệu và đảm bảo độ tin cậy để Maroc đạt được mục tiêu theo lộ trình hiệu quả về chi phí và ít phát thải.

Khu vực Trung Đông và châu Á

Ấn Độ: Hãy tưởng tượng viễn cảnh Ấn Độ tích hợp ổn định 500 GW năng lượng sạch vào năm 2030 vào lưới điện. Để đạt được mục tiêu này, việc đầu tư vào các nguồn lực như các nhà máy điện linh hoạt là rất quan trọng. Các nghiên cứu cho thấy đến năm 2030, Ấn Độ sẽ cần 9 GW các động cơ cân bằng linh hoạt chạy bằng khí tự nhiên để tích hợp năng lượng tái tạo hiệu quả và đáng tin cậy. Bằng cách tái cơ cấu thị trường điện để tạo ra cơ chế doanh thu bền vững, quốc gia này có thể thu hút đầu tư vào công nghệ linh hoạt và các nhà máy điện cân bằng với số giờ vận hành thấp. Sự chuyển đổi chiến lược này sẽ đảm bảo một tương lai năng lượng ổn định và bền vững cho Ấn Độ.

Frederic Carron
Phó chủ tịch,
Khu vực Trung Đông và Châu Á

Indonesia: Quá trình đạt mục tiêu Net zero của Indonesia vào năm 2060 hoặc sớm hơn là khả thi, nhưng đòi hỏi nhiều nỗ lực trong việc tăng cường năng lượng tái tạo và các giải pháp cân bằng trên quy mô lớn, đồng thời loại bỏ dần các nhà máy điện kém linh hoạt. Việc mở rộng nhanh chóng sản xuất năng lượng tái tạo trong ngắn hạn là rất quan trọng để đạt được các mục tiêu khí hậu. Kết quả nghiên cứu mô phỏng mới đây của Wärtsilä về Indonesia cho thấy sản lượng điện từ năng lượng tái tạo có thể cao gấp 3-4 lần so với các mục tiêu hiện tại, nhưng việc tăng năng lượng tái tạo cần đi đôi với việc bổ sung công nghệ cân bằng linh hoạt để tối ưu hóa chi phí sản xuất điện tổng thể.

Ả-rập Xê-út đã bắt đầu hành trình chuyển đổi năng lượng thông qua tiến hành xây dựng các dự án năng lượng tái tạo quy mô lớn đầu tiên. Hiện tại, có 8 GWh dung lượng lưu trữ năng lượng đang được đấu thầu và thế hệ trẻ có ý thức về môi trường đang đóng vai trò quan trọng trong việc hoạch định tương lai năng lượng của đất nước. Ả-rập Xê-út đặt mục tiêu đạt được 50% điện từ năng lượng tái tạo và 50% điện khí vào năm 2030. Tính linh hoạt được công nhận là yếu tố quan trọng đảm bảo độ tin cậy của hệ thống và tích hợp năng lượng tái tạo.

Các Tiểu vương quốc Ả-rập thống nhất (UAE) là quốc gia dẫn đầu về năng lượng xanh ở Trung Đông. Tuy nhiên, với sự thay đổi công nghệ khử mặn nước, bổ sung điện hạt nhân và xây dựng các trang trại điện mặt trời lớn, UAE đang đối mặt với những thách thức mới trong hệ thống điện. Mùa đông sẽ cần hệ thống cân bằng hiệu quả, trong khi mùa hè cần nguồn điện ổn định và hiệu quả. Các công ty điện lực quốc gia đã xác định nhu cầu bổ sung công suất linh hoạt và khởi động nhanh chóng, với kế hoạch lắp đặt hơn 2,5 GW nhà máy điện khí để đáp ứng nhu cầu giờ cao điểm và trung bình của hệ thống. Điều này sẽ thúc đẩy quá trình chuyển đổi năng lượng sạch ở UAE diễn ra nhanh hơn.

Phương pháp luận

Báo cáo này sử dụng phương pháp phân tích tối ưu hóa kỹ thuật và kinh tế để xác định cơ cấu nguồn điện có chi phí thấp nhất, đáp ứng nhu cầu điện trong tương lai, đồng thời tuân thủ các giới hạn về phát thải và các ràng buộc chính trị khác. Báo cáo cũng xem xét chi tiết các thông số kỹ thuật và loại nhiên liệu của các nhà máy điện truyền thống để lập mô phỏng chính xác lượng phát thải và vai trò của các nhà máy này trong việc cân bằng/ bù đắp cho các nguồn điện tái tạo. Sản lượng điện từ gió và mặt trời được lập mô phỏng theo từng giờ, dựa trên dữ liệu thời tiết thực tế.

Quá trình tối ưu hóa chi tiết được thực hiện theo trình tự thời gian, cân bằng sự biến động của năng lượng tái tạo và nhu cầu phụ tải theo từng giờ từ năm 2023 đến 2050. Mô phỏng đồng tối ưu hóa cơ cấu nguồn điện cùng với điều độ hệ thống, sử dụng độ phân giải dữ liệu chính xác từng giờ một để nắm bắt chi tiết các mẫu/mô phỏng về nhu cầu sử dụng điện và sản xuất từ năng lượng tái tạo.

Toàn bộ hệ thống điện toàn cầu được tích hợp vào một mô phỏng duy nhất. Mô phỏng này đồng bộ các biểu đồ sản xuất điện của các khu vực khác nhau để giữ nguyên các đặc điểm hàng ngày, như nhu cầu phụ tải đỉnh và chu kỳ sản xuất điện mặt trời. Phương pháp tích hợp này giúp tránh những sai lệch do múi giờ, vốn có thể làm lệch các biểu đồ về nhu cầu và sản xuất điện.

Các giả định chung

Cả hai lộ trình đều dựa trên các giả định cơ bản chung về các yếu tố chính:

- Lộ trình đều bắt đầu từ cơ cấu nguồn điện hiện tại của năm 2023[4] [5]
- Áp dụng giới hạn phát thải CO_2 hàng năm cho ngành điện từ nay đến năm 2050, đồng bộ với Thỏa thuận Paris và mục tiêu Net zero của toàn bộ ngành năng lượng vào năm 2050[5]
- Mục tiêu là đạt công suất năng lượng tái tạo 11 TW vào năm 2030[1]
- Các yếu tố được tính toán bao gồm: giá nhiên liệu và các-bon[5], hàm lượng CO_2 theo từng loại nhiên liệu[6], tăng trưởng phụ tải[3], chi phí công nghệ và đường cong học tập[3] và biểu đồ sản xuất năng lượng tái tạo/phụ tải[7].
- Không hạn chế sử dụng đất; yêu cầu sử dụng đất được tính toán sau khi mô phỏng.
- Giả định nhiên liệu bền vững là hydrogen, nhưng có thể lập mô phỏng các nhiên liệu các-bon trung hòa khác

Hạn chế

Mô phỏng dựa trên dữ liệu thời tiết của một năm duy nhất - đây là cách tiếp cận phổ biến trong việc lập kế hoạch dài hạn. Tuy nhiên, cách tiếp cận này không thể nắm bắt được các biến động thời tiết trong nhiều năm. Do đó, kết quả không bao gồm biên độ an toàn về độ tin cậy, và nhu cầu công suất có thể cao hơn trong các kịch bản gặp năm thời tiết bất lợi. Hạn chế này đặc biệt ảnh hưởng đến lộ trình chỉ sử dụng năng lượng tái tạo. Vì vậy, các ước tính về chi phí và sản lượng bị cắt giảm được đưa ra trong báo cáo chỉ mang tính thận trọng, có thể thấp hơn thực tế.

Nguồn:

[1] Báo cáo về Năng lượng tái tạo năm 2024. Cơ quan Năng lượng quốc tế, 2024.

[2] Dữ liệu về phát thải CO2 năm 2022. Cơ quan Năng lượng quốc tế, 2023.

[3] Báo cáo Triển vọng Năng lượng mới năm 2024. BloombergNEF, 2024.

[4] Cơ sở dữ liệu các nhà máy điện thế giới Platts. S&P Global, 2023.

[5] Báo cáo Triển vọng Năng lượng Thế giới năm 2023. Cơ quan Năng lượng quốc tế, 2023.

[6] Phân loại nhiên liệu năm 2024. Cơ quan Thống kê Phần Lan, 2024

[7] Đánh giá khả năng đáp ứng công suất nguồn điện của châu Âu. ENTSO-E, 2024.

Wärtsilä Energy đi đầu trong quá trình chuyển đổi hướng tới một tương lai 100% sử dụng năng lượng tái tạo. Chúng tôi hỗ trợ khách hàng và ngành năng lượng đẩy nhanh quá trình giảm phát thải các-bon thông qua các công nghệ hàng đầu thị trường và kiến thức chuyên môn sâu về hệ thống điện. Chúng tôi cung cấp nhiều giải pháp, bao gồm các nhà máy điện sử dụng động cơ linh hoạt, công nghệ pin tích trữ năng lượng và tối ưu hóa, cùng các dịch vụ hỗ trợ trong suốt vòng đời của các hệ thống. Các động cơ của chúng tôi được thiết kế để phù hợp với tương lai và có thể sử dụng các loại nhiên liệu bền vững. Chúng tôi có kinh nghiệm xây dựng thành công 79 GW công suất nhà máy điện, trong đó có 18 GW đang được bảo trì theo hợp đồng, và hơn 125 hệ thống lưu trữ năng lượng tại 180 quốc gia trên thế giới.

www.wartsila.com/energy

© 2024 Tập đoàn Wärtsilä – Đã bảo hộ bản quyền.
Không được phép sao chép hoặc sử dụng bất kỳ phần nào của ấn phẩm này dưới bất kỳ hình thức nào (điện tử, cơ học, đồ họa, sao chụp, ghi âm, ghi hình hoặc các hệ thống truy xuất thông tin khác) mà không có sự cho phép bằng văn bản từ trước của chủ sở hữu bản quyền. Wärtsilä Finland Oy, cũng như bất kỳ công ty nào thuộc Tập đoàn Wärtsilä, không đưa ra bất kỳ tuyên bố hay bảo đảm nào (dù trực tiếp hay gián tiếp) trong ấn phẩm này và không chịu trách nhiệm về tính chính xác, lỗi hoặc thiếu sót của thông tin trong tài liệu này. Thông tin trong ấn phẩm này có thể thay đổi mà không cần thông báo trước. Chúng tôi không chịu trách nhiệm pháp lý, dù trực tiếp, gián tiếp, đặc biệt, ngẫu nhiên hay hệ quả, liên quan đến thông tin được nêu trong ấn phẩm này. Ấn phẩm này chỉ nhằm mục đích cung cấp thông tin.