



Điện giữa năm Cập nhật

Tháng 7 năm 2024

International
Energy Agency



NĂNG LƯỢNG QUỐC TẾ

HA NG

IEA xem xét toàn bộ các vấn đề về năng lượng bao gồm cung và cầu dầu, khí đốt và than, công nghệ năng lượng tái tạo, thị trường điện, hiệu quả năng lượng, tiếp cận năng lượng, quản lý nhu cầu và nhiều hơn nữa. Thông qua công việc của mình, IEA ủng hộ các chính sách sẽ nâng cao độ tin cậy, khả năng chi trả và tính bền vững của năng lượng tại 31 quốc gia thành viên, 13 quốc gia liên kết và nhiều quốc gia khác.

Ấn phẩm này và bất kỳ bản đồ nào có trong đây đều không ảnh hưởng đến tình trạng hoặc chủ quyền của bất kỳ lãnh thổ nào, đến việc phân định biên giới và ranh giới quốc tế và đến tên của bất kỳ lãnh thổ, thành phố hoặc khu vực nào.

Nguồn: IEA.
Trang web của Cơ quan Năng lượng Quốc tế: www.iea.org

Các nước thành viên IEA:

- Úc
- Áo
- Bỉ
- Canada
- Cộng hòa Séc
- Đan Mạch
- Estonia
- Phần Lan
- Pháp
- Đức
- Hạ Lạp
- Hungari
- Ái-len
- Ý
- Nhật Bản
- Hàn Quốc
- Litva
- Luxemburg
- Mêhicô
- Hà Lan
- New Zealand
- Na Uy
- Ba Lan
- Bồ Đào Nha
- Cộng hòa Slovakia
- Tây ban nha
- Thụy Điển
- Thụy Sĩ
- Cộng hòa Thổ Nhĩ Kỳ
- Vương quốc Anh
- Hoa Kỳ

Châu Âu
Ủy ban cũng tham gia vào công việc của IEA

Các nước liên kết với IEA:

- Argentina
- Brazil
- Trung Quốc
- Ái Cập
- Ấn Độ
- Indonesia
- Kenya
- Ma-rốc
- Sénégal
- Singapore
- Nam Phi
- Thái Lan
- Ukraina



Tóm tắt

Bất chấp những tác động lâu dài của cuộc khủng hoảng năng lượng toàn cầu, nhu cầu điện vẫn tăng trưởng mạnh mẽ trong nửa đầu năm 2024 nhờ hoạt động kinh tế vững chắc ở nhiều khu vực, đợt nắng nóng dữ dội và quá trình điện khí hóa liên tục.

Bản cập nhật giữa năm này, theo sau [Điện 2024](#) báo cáo được công bố vào tháng 1, khám phá những xu hướng này và ý nghĩa của chúng đối với năm 2025. Báo cáo có dữ liệu mới nhất cho năm 2023 và dự báo mới cho năm 2024 và 2025 về nhu cầu điện toàn cầu, nguồn cung theo loại nhiên liệu và lượng khí thải carbon dioxide (CO2) từ ngành điện. Báo cáo cũng phân tích những diễn biến mới nhất tại các thị trường lớn, bao gồm Trung Quốc, Hoa Kỳ, Liên minh Châu Âu và Ấn Độ.

Báo cáo bao gồm trọng tâm đặc biệt vào xu hướng nhu cầu điện ở châu Âu và các động lực của chúng, cũng như những diễn biến gần đây liên quan đến lĩnh vực trung tâm dữ liệu toàn cầu và mức tiêu thụ điện của lĩnh vực này. Ngoài ra, bản cập nhật này cung cấp phân tích toàn diện về tình trạng giá điện âm ngày càng phổ biến ở nhiều thị trường điện trên toàn thế giới.

Lời cảm ơn, người đóng góp và ghi nhận

Nghiên cứu này được chuẩn bị bởi Ban Thị trường Khí đốt, Than và Điện (GCP) của Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA). Nghiên cứu được thiết kế và chỉ đạo bởi Eren Çam, Chuyên gia phân tích năng lượng của Điện.

Các tác giả chính là: Eren Çam, Carlos David Yáñez de León, Matthew Davis và Shrey Mehta. Keisuke Sadamori, Giám đốc Ban giám đốc Thị trường năng lượng và An ninh (EMS) của IEA và Dennis Hesselting, Trưởng phòng GCP, đã cung cấp hướng dẫn và lời khuyên chuyên môn.

Những bình luận và hỗ trợ có giá trị đã được cung cấp bởi các quản lý cấp cao khác trong IEA, đặc biệt là Tim Gould. Ngoài ra, hướng dẫn chuyên môn và hiểu biết vô giá từ Carlos Fernández Álvarez, Chuyên gia phân tích năng lượng cấp cao, rất được trân trọng.

Báo cáo cũng được hưởng lợi từ phân tích, dữ liệu và ý kiến đóng góp của Marc Casanovas, Carole Etienne, Keith Everhart, Julian Keutz, Gergely Molnár và Frederick Ritter.

Các đồng nghiệp của IEA trên khắp cơ quan đã cung cấp những bình luận và phản hồi hữu ích, đặc biệt là Heymi Bahar, Alessandro Blasi, Stéphanie Bouckaert, Javier Jorquera Copier, Ciarán Healy, Araceli Fernandez Pales, Brent Wanner và Jacques Warichet.

Các tác giả cũng muốn cảm ơn Diane Munro đã biên tập bản thảo một cách khéo léo và Văn phòng Truyền thông và Kỹ thuật số IEA, đặc biệt là Jethro Mullen, Oliver Joy, Astrid Dumond và Clara Vallois. Chúng tôi cũng cảm ơn Einar Einarsson vì đã hỗ trợ thiết lập cơ sở hạ tầng CNTT cần thiết.

Bên ngoài IEA, Christina Christopoulou (AWS), Antonia Gawel (Google) và George Kamiya (Chuyên gia về năng lượng ICT) đã xem xét báo cáo và cung cấp những ý kiến đóng góp và bình luận có giá trị.

Có câu hỏi hoặc bình luận nào không?

Vui lòng viết thư cho chúng tôi theo địa chỉ gcp@iea.org hoặc eren.cam@iea.org

Mục lục

Tóm tắt nội dung chính	
6 Nhu cầu: Lượng điện sử dụng toàn cầu sẽ tăng nhanh hơn nhiều vào năm 2024-2025	10
Nhu cầu điện ở Trung Quốc tăng cao do sản lượng EV và PV mặt trời tăng nhanh. 11 Nhu cầu điện của châu Âu đang phục hồi nhưng vẫn còn bất ổn về tốc độ tăng trưởng	
13 Sóng nhiệt tiếp tục gây căng thẳng cho các hệ thống điện trên toàn thế giới vào năm 2024.....	17
Nhu cầu điện mùa hè của Ấn Độ tăng đột biến trong bối cảnh nắng nóng kéo dài.....	18
Nhu cầu điện từ các trung tâm dữ liệu đang được chú ý với sự phát triển của trí tuệ nhân tạo.....	19
Nguồn cung: Sản xuất điện tái tạo sẽ vượt qua điện than vào năm 2025.....	26
Sản lượng điện từ nhiên liệu hóa thạch giảm ở EU nhưng tăng ở Ấn Độ, Trung Quốc và Hoa Kỳ trong nửa đầu năm 2024	28
Sản lượng thủy điện giảm ở nhiều khu vực trong nửa đầu năm 2024 do tác động của thời tiết.....	31
Phát thải: Phát thải CO2 từ sản xuất điện đạt mức ổn định vào năm 2024-2025	34
Lượng khí thải tăng ở Ấn Độ được bù đắp nhiều hơn bởi lượng khí thải giảm ở Châu Âu và Hoa Kỳ.....	34
Giá cả: Giá điện bán buôn tiếp tục khác nhau giữa các vùng.....	36
Giá khí đốt đẩy giá điện tăng cao ở châu Âu, trong khi thị trường Hoa Kỳ vẫn ổn định ở mức trung bình..	36
Giá điện âm đang ngày càng phổ biến ở một số khu vực.....	38
Phụ lục chung	46
Bảng tóm tắt	
46 Nhóm khu vực và quốc gia	48
Viết tắt và từ viết tắt	50
Đơn vị đo lường	50

Tóm tắt nội dung

Vào năm 2024 và 2025, nhu cầu điện của thế giới dự kiến sẽ tăng trưởng với tốc độ nhanh nhất kể từ khi phục hồi sau Covid

Trong giai đoạn dự báo 2024-2025 của báo cáo này, mức tiêu thụ điện toàn cầu dự kiến sẽ tăng với tốc độ nhanh nhất trong nhiều năm, được thúc đẩy bởi tăng trưởng kinh tế mạnh mẽ, các đợt nắng nóng dữ dội và quá trình điện khí hóa liên tục trên toàn thế giới. Mức tăng trưởng 4% dự kiến cho năm 2024 là mức cao nhất kể từ năm 2007, ngoại trừ sự phục hồi mạnh mẽ vào năm 2010 sau cuộc khủng hoảng tài chính toàn cầu và vào năm 2021 sau sự sụp đổ nhu cầu do Covid gây ra. Sự tăng trưởng này được thúc đẩy bởi nhu cầu điện mạnh mẽ ở nhiều khu vực và quốc gia, đặc biệt là ở Cộng hòa Nhân dân Trung Hoa (sau đây gọi là "Trung Quốc"), Ấn Độ và Hoa Kỳ. Chúng tôi dự kiến xu hướng nhu cầu này sẽ tiếp tục vào năm 2025, với mức tăng trưởng cũng ở mức 4%. Trong cả năm 2024 và 2025, mức tăng sử dụng điện của thế giới được dự báo sẽ cao hơn đáng kể so với mức tăng trưởng GDP toàn cầu là 3,2%. Trong năm 2022 và 2023, nhu cầu điện tăng chậm hơn GDP.

Nhu cầu điện tại Trung Quốc dự kiến sẽ tăng 6,5% vào năm 2024, tương tự như tốc độ trung bình từ năm 2016 đến năm 2019. Mức tăng trưởng hàng năm vẫn mạnh mẽ này thể hiện sự chậm lại khiêm tốn so với mức 7% vào năm 2023 trong bối cảnh nền kinh tế Trung Quốc đang tái cấu trúc. Tiêu thụ điện trong năm 2024 và 2025 dự kiến sẽ được thúc đẩy bởi hoạt động mạnh mẽ trong các ngành dịch vụ và nhiều lĩnh vực công nghiệp khác nhau, bao gồm sự gia tăng nhanh chóng của sản xuất điện mặt trời, xe điện (EV) và pin, cũng như quá trình xử lý các vật liệu liên quan sử dụng nhiều điện. Việc tiếp tục mở rộng mạng lưới 5G và trung tâm dữ liệu cũng như sự gia tăng mạnh mẽ của EV tại thị trường trong nước cũng là những yếu tố góp phần. Trong ba năm qua, nhu cầu điện của Trung Quốc đã tăng trung bình gần bằng nhu cầu của Đức mỗi năm và xu hướng này dự kiến sẽ tiếp tục đến năm 2025, với dự báo tăng trưởng là 6,2%.

Ấn Độ, nền kinh tế lớn tăng trưởng nhanh nhất thế giới, dự kiến sẽ đạt mức tăng trưởng 8% về tiêu thụ điện vào năm 2024, tương đương với mức tăng trưởng nhanh chóng mà nước này đã chứng kiến vào năm 2023. Điều này được hỗ trợ bởi tăng trưởng GDP mạnh mẽ và nhu cầu làm mát tăng do các đợt nắng nóng kéo dài và dữ dội. Trong nửa đầu năm 2024, quốc gia này đã phải vật lộn với các đợt nắng nóng kéo dài kỷ lục, với tải đỉnh đạt mức cao mới và gây áp lực đặc biệt lên hệ thống điện. Giả sử điều kiện thời tiết trung bình trở lại, chúng tôi kỳ vọng nhu cầu điện ở Ấn Độ sẽ giảm nhẹ xuống còn 6,8% vào năm 2025.

Nhu cầu điện tại Hoa Kỳ dự kiến sẽ phục hồi đáng kể vào năm 2024, tăng 3% so với cùng kỳ năm trước. Tốc độ tăng trưởng mạnh hơn một phần là do so sánh với năm 2023 khi nhu cầu giảm 1,6% trong bối cảnh thời tiết ôn hòa.

Tiêu thụ điện được thúc đẩy bởi triển vọng kinh tế được cải thiện cũng như nhu cầu về điều hòa không khí tăng cao trong bối cảnh nắng nóng nghiêm trọng và sự gia tăng trong việc mở rộng trung tâm dữ liệu. Nhu cầu dự kiến sẽ tăng 1,9% vào năm 2025.

Nhu cầu điện tại Liên minh châu Âu dự kiến sẽ tăng 1,7% vào năm 2024 khi khó khăn kinh tế giảm bớt, nhưng sự không chắc chắn về tốc độ tăng trưởng vẫn còn. Mức tiêu thụ điện của EU đã giảm trong hai năm trước đó, với sự sụt giảm sản lượng từ các ngành công nghiệp thâm dụng năng lượng là động lực quan trọng. Các dấu hiệu phục hồi nhu cầu điện của EU đã xuất hiện bắt đầu từ quý IV năm 2023. Tăng trưởng tiếp tục đạt được động lực trong nửa đầu năm 2024 khi giá năng lượng ổn định và nhiều ngành công nghiệp trước đây đã cắt giảm hoạt động đã khởi động lại. Tuy nhiên, mặc dù đã giảm từ mức cao trước đó, giá năng lượng ở châu Âu vẫn cao so với mức trước Covid. Điều này, kết hợp với triển vọng kinh tế vĩ mô khá chậm chạp, tiếp tục gây áp lực lên một số ngành công nghiệp và làm gia tăng sự không chắc chắn về tốc độ phục hồi nhu cầu.

Sự phát triển của trí tuệ nhân tạo (AI) đã tập trung vào mức tiêu thụ điện của các trung tâm dữ liệu, khiến việc kiểm kê hàng tồn kho trở nên quan trọng hơn bao giờ hết.

Ở nhiều khu vực, ước tính lịch sử về mức tiêu thụ điện của các trung tâm dữ liệu bị cản trở do thiếu dữ liệu đáng tin cậy. Đồng thời, các dự báo trong tương lai bao gồm rất nhiều bất ổn liên quan đến tốc độ triển khai, các ứng dụng AI đa dạng và mở rộng, cũng như tiềm năng cải thiện hiệu quả năng lượng. Việc mở rộng và cải thiện việc thu thập dữ liệu nhu cầu điện từ ngành sẽ rất quan trọng để xác định đúng các diễn biến trong quá khứ và hiểu rõ hơn các xu hướng trong tương lai. Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) đã đi đầu trong việc nghiên cứu mối liên hệ giữa ngành năng lượng và số hóa. Để cung cấp thêm thông tin chi tiết về chủ đề này, IEA sẽ tổ chức [Hội nghị Toàn cầu về Năng lượng và AI](#) vào tháng 12 năm 2024, tập hợp các chính phủ, ngành công nghiệp, nhà nghiên cứu và các bên liên quan khác.

Sóng nhiệt tiếp tục gây căng thẳng cho hệ thống điện trên toàn thế giới

Nhiều khu vực đã phải vật lộn với đợt nắng nóng dữ dội trong nửa đầu năm 2024, làm tăng nhu cầu điện và gây căng thẳng cho lưới điện. Tháng 5 năm 2024 là tháng nóng nhất kể từ khi có kỷ lục toàn cầu và là tháng thứ 12 liên tiếp có nhiệt độ cao kỷ lục. Ấn Độ, Mexico, Pakistan, Hoa Kỳ, Việt Nam và nhiều quốc gia khác đã chứng kiến đợt nắng nóng nghiêm trọng với tải đỉnh tăng vọt do nhu cầu làm mát tăng cao. Khi ngày càng nhiều hộ gia đình bắt đầu mua máy điều hòa không khí (AC), tác động sẽ tăng đáng kể, đặc biệt là ở các nền kinh tế mới nổi, nơi tỷ lệ hộ gia đình có AC hiện thấp hơn nhiều so với các nền kinh tế tiên tiến có khí hậu tương đương. Việc triển khai các tiêu chuẩn hiệu suất cao hơn cho điều hòa không khí sẽ rất quan trọng để giảm thiểu tác động của nhu cầu làm mát tăng lên đối với hệ thống điện. Việc mở rộng và củng cố lưới điện cũng sẽ rất quan trọng để đảm bảo độ tin cậy.

Các nguồn năng lượng sạch sẽ lập kỷ lục mới vào năm 2025

Bất chấp sự gia tăng mạnh mẽ trong nhu cầu sử dụng điện, riêng điện mặt trời dự kiến sẽ đáp ứng được khoảng một nửa mức tăng trưởng nhu cầu điện toàn cầu đến năm 2025. Cùng với điện gió, nó sẽ chiếm gần 75% mức tăng.

Sản lượng điện toàn cầu từ điện mặt trời và gió dự kiến sẽ vượt qua sản lượng điện từ thủy điện vào năm 2024. Điều này diễn ra sau mức tăng trưởng mạnh mẽ 33% theo năm trong sản lượng điện mặt trời toàn cầu và mức tăng trưởng bền vững 10% trong sản lượng điện gió. Quá trình chuyển đổi năng lượng toàn cầu sẽ đạt được một cột mốc quan trọng khác vào năm 2025, với tổng sản lượng điện tái tạo sẵn sàng vượt qua sản lượng điện đốt than. Tỷ lệ năng lượng tái tạo trong nguồn cung cấp điện toàn cầu đã tăng lên 30% vào năm 2023 và dự kiến sẽ tăng thêm lên 35% vào năm 2025.

Tại Liên minh châu Âu, sản lượng điện gió và điện mặt trời dự kiến sẽ vượt sản lượng điện đốt nhiên liệu hóa thạch vào năm 2024. Tổng thị phần điện gió và điện mặt trời trong tổng nguồn cung cấp điện dự kiến sẽ tăng từ 26% vào năm 2023 lên 30% vào năm 2024 và lên 33% vào năm 2025. Động lực chính là sự tăng trưởng nhanh chóng của PV mặt trời, dẫn đầu là giá mô-đun năng lượng mặt trời giảm kết hợp với sự hỗ trợ mạnh mẽ của chính sách. Tỷ lệ của tất cả các nguồn năng lượng tái tạo trong tổng sản lượng dự kiến sẽ đạt 50% vào năm 2024.

Sản lượng điện hạt nhân toàn cầu đang trên đà đạt mức cao mới vào năm 2025, vượt qua kỷ lục trước đó vào năm 2021. Sản lượng điện hạt nhân dự kiến sẽ tăng 1,6% trên toàn cầu vào năm 2024 và 3,5% vào năm 2025. Sự tăng trưởng này được hỗ trợ bởi sự gia tăng ổn định về sản lượng của đội tàu điện hạt nhân Pháp khi các công việc bảo trì hoàn tất, bằng việc khởi động lại các lò phản ứng ở Nhật Bản và các lò phản ứng mới đi vào hoạt động tại nhiều thị trường khác nhau, bao gồm Trung Quốc, Ấn Độ, Hàn Quốc và Châu Âu.

Lượng khí thải của ngành điện đang đi ngang, với mức tăng nhẹ vào năm 2024 sau đó giảm vào năm 2025

Sản lượng điện đốt than dự kiến sẽ vẫn ổn định vào năm 2024 do nhu cầu điện tăng mạnh, cản trở mục tiêu giảm phát thải CO₂ của ngành điện toàn cầu.

Bất chấp sự tăng trưởng nhanh chóng của năng lượng tái tạo, mức tiêu thụ điện tăng mạnh, đặc biệt là ở Trung Quốc và Ấn Độ, đang dẫn đến việc sử dụng nhiều điện than hơn để đáp ứng nhu cầu. Sản lượng điện than toàn cầu dự kiến sẽ tăng dưới 1% vào năm 2024, nhưng điều này phụ thuộc rất nhiều vào xu hướng thủy điện, đặc biệt là ở Trung Quốc. Sản lượng thủy điện của Trung Quốc đã phục hồi mạnh mẽ trong nửa đầu năm 2024 từ mức thấp năm 2023 và sự cải thiện hơn nữa về xu hướng thủy điện trong nửa cuối năm có thể hạn chế sản lượng điện than và giảm lượng khí thải của ngành điện toàn cầu. Sản lượng điện khí đốt tự nhiên toàn cầu dự kiến sẽ tăng trung bình khoảng 1% trong giai đoạn 2024-2025. Sự sụt giảm đáng kể ở châu Âu sẽ được bù đắp bằng sự gia tăng ở châu Á, trong bối cảnh nhập khẩu LNG tăng và ở Trung Đông, do chuyển đổi từ sản xuất điện dầu sang sản xuất điện khí.

Lượng khí thải CO2 toàn cầu từ sản xuất điện được dự kiến sẽ vẫn ở mức ổn định cho đến năm 2025. Lượng khí thải của ngành điện tăng nhẹ vào năm 2024 dự kiến sẽ tiếp theo là mức giảm dưới 1% vào năm 2025. Điều này sẽ được thúc đẩy bởi sự sụt giảm khiêm tốn trong sản lượng điện đốt than do các nguồn năng lượng sạch tiếp tục mở rộng và sự suy giảm liên tục trong sản lượng điện đốt dầu. Trong khi các điều kiện thời tiết khắc nghiệt như nắng nóng và hạn hán, cũng như các cú sốc kinh tế hoặc thay đổi trong chính sách của chính phủ, có thể khiến lượng khí thải tăng trong từng năm, thì xu hướng cấu trúc của các nguồn năng lượng sạch hạn chế nhiên liệu hóa thạch sẽ vẫn mạnh mẽ.

Hoa Kỳ được dự báo sẽ chứng kiến sự gia tăng lượng khí thải CO2 của ngành điện vào năm 2024 trước khi giảm vào năm 2025. Hoa Kỳ là một trong số ít các quốc gia tiên tiến nền kinh tế sẽ chứng kiến lượng khí thải CO2 của ngành điện tăng vào năm 2024, mặc dù chúng vẫn sẽ thấp hơn gần 30% so với một thập kỷ trước. Sự gia tăng vào năm 2024 theo sau giảm mạnh 8% vào năm 2023, khi có sự sụt giảm lớn 20% trong sản lượng điện đốt than do sự cạnh tranh mạnh mẽ từ giá khí đốt tự nhiên rất thấp và nhu cầu điện thấp hơn trong bối cảnh thời tiết ôn hòa. Vào năm 2024, sản lượng điện đốt than của Hoa Kỳ dự kiến sẽ tăng khoảng 2% và khí đốt tự nhiên tăng 1,5%, dẫn đến lượng khí thải tăng. Điều này được thúc đẩy bởi sự phục hồi đáng kể trong nhu cầu điện của Hoa Kỳ sau khi giảm vào năm 2023 và do phạm vi hạn chế để chuyển đổi từ than sang khí đốt, xét đến động lực giá nhiên liệu hiện tại. Tuy nhiên, những xu hướng này sẽ phụ thuộc rất nhiều vào diễn biến tiếp theo của giá thị trường đối với khí đốt tự nhiên và xu hướng thời tiết trong nửa cuối năm 2024.

Tần suất tăng giá điện âm báo hiệu nhu cầu cấp thiết phải tăng tính linh hoạt của hệ thống

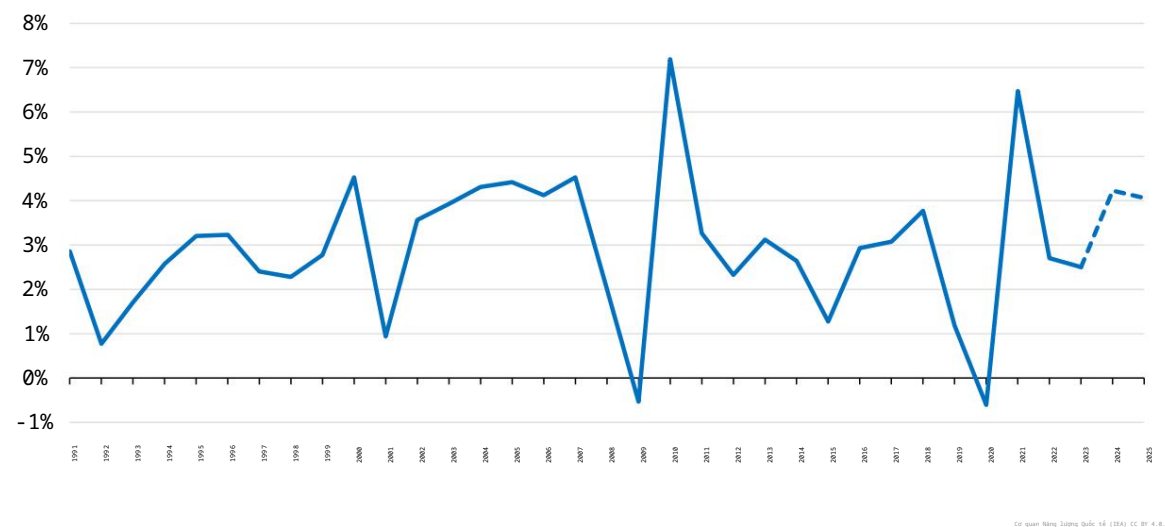
Đã có sự gia tăng đáng kể vào năm 2024 về tần suất các sự kiện giá bán buôn âm tại nhiều thị trường điện. Trong nửa đầu năm, tỷ lệ giờ giá âm ở Nam California là trên 20%, tăng gấp ba lần so với một năm trước. Ở một số thị trường, chẳng hạn như Nam Úc, giá đã âm trong khoảng 20% thời gian kể từ năm 2023.

Giá âm xảy ra vì thể hệ không đủ linh hoạt do các lý do kỹ thuật, kinh tế, hợp đồng hoặc quy định. Chúng chỉ ra rằng phía cầu không đủ phản ứng với giá và không có đủ kho lưu trữ. Tần suất tăng của giá âm gửi đi một tín hiệu cấp bách rằng cần có sự linh hoạt hơn về cung và cầu. Các khuôn khổ quy định và thiết kế thị trường phù hợp sẽ rất quan trọng để cho phép áp dụng các giải pháp linh hoạt như phản ứng với nhu cầu và kho lưu trữ.

Nhu cầu: Bộ sử dụng điện toàn cầu tăng trưởng nhanh hơn nhiều vào năm 2024-2025

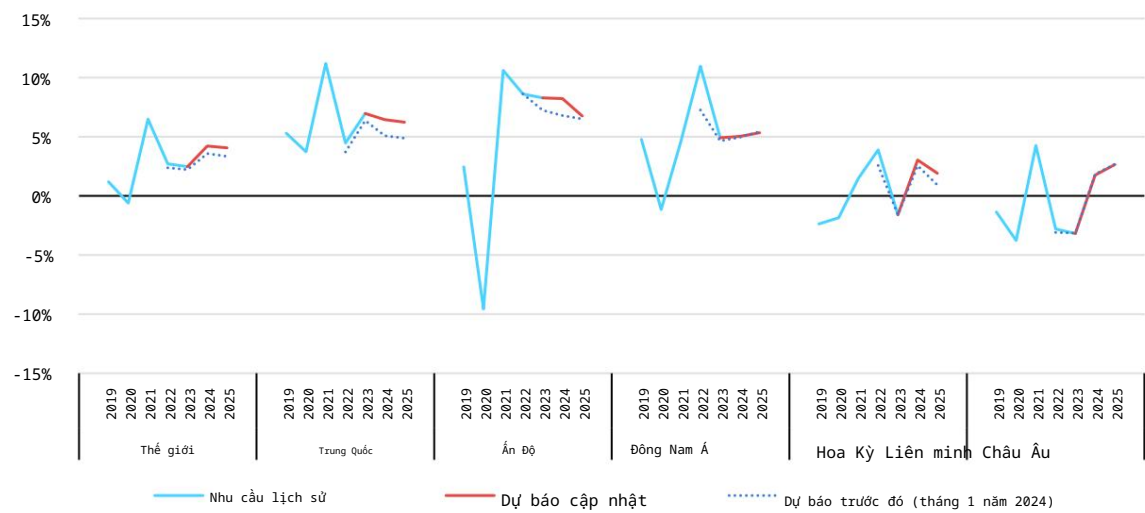
Những trở ngại về kinh tế, kết hợp với sự chậm lại trong hoạt động sản xuất và thời tiết ôn hòa ở các khu vực trọng điểm, đã làm giảm nhu cầu điện toàn cầu vào năm 2023 xuống mức tăng trưởng trung bình hàng năm là 2,5%, giảm so với mức 2,7% vào năm 2022. Tuy nhiên, mức tiêu thụ điện thế giới dự kiến sẽ tăng với tốc độ cao hơn nhiều vào năm 2024, với mức tăng trưởng đạt 4% - mức cao nhất mà thế giới từng chứng kiến kể từ năm 2007, ngoại trừ sự phục hồi đặc biệt vào năm 2010 sau cuộc khủng hoảng tài chính và vào năm 2021 sau sự sụp đổ nhu cầu do đại dịch Covid-19.

Tỷ lệ phần trăm thay đổi theo năm trong nhu cầu điện toàn cầu, 1991-2025



Giống như năm 2023, Trung Quốc và Ấn Độ đang trên đà đạt mức tăng trưởng mạnh mẽ về nhu cầu điện vào năm 2024, do tăng trưởng kinh tế và nhu cầu làm mát tăng cao. Hoa Kỳ cũng sẽ chứng kiến nhu cầu tăng trưởng đáng kể, được thúc đẩy bởi hoạt động kinh tế mạnh mẽ hơn, sau khi giảm vào năm 2023 do thời tiết ôn hòa. Sau hai năm liên tiếp giảm, nhu cầu của Liên minh châu Âu đang phục hồi, mặc dù với tốc độ vừa phải, vì nhiều ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng đang tăng cường hoạt động. Sự gia tăng liên tục về mức tiêu thụ điện ở các khu vực này trong bối cảnh điện khí hóa gia tăng, kết hợp với sự tăng trưởng mạnh mẽ ở các nền kinh tế mới nổi khác, dự kiến sẽ hỗ trợ nhu cầu điện toàn cầu vào năm 2025 ở mức tương tự là 4%.

Tỷ lệ thay đổi theo năm về nhu cầu điện ở một số khu vực, 2019-2025

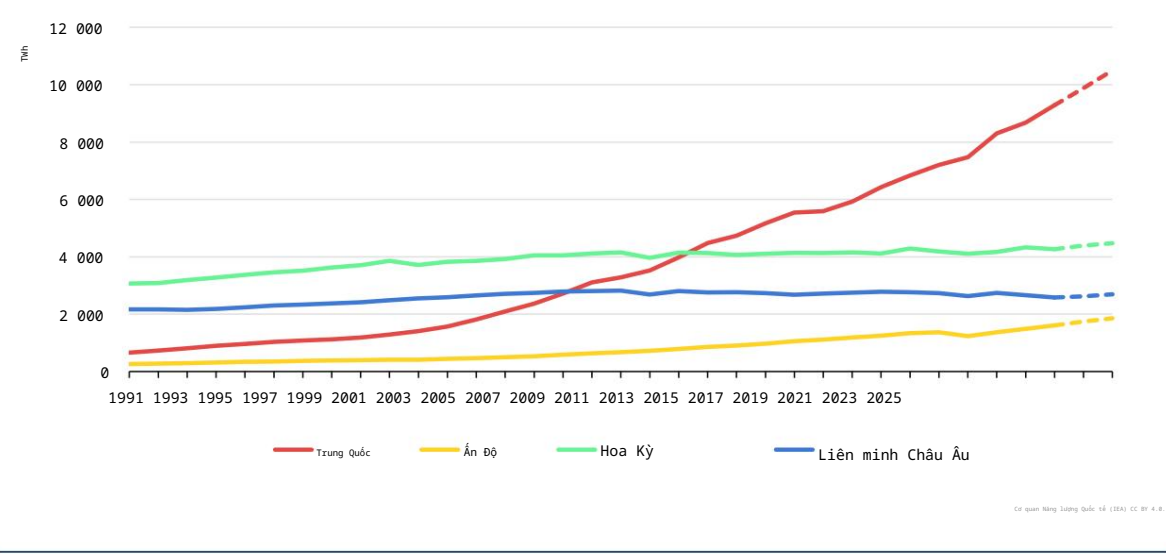


Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) CC BY 4.0.

Nhu cầu điện ở Trung Quốc tăng cao do sản lượng EV và PV mặt trời tăng nhanh

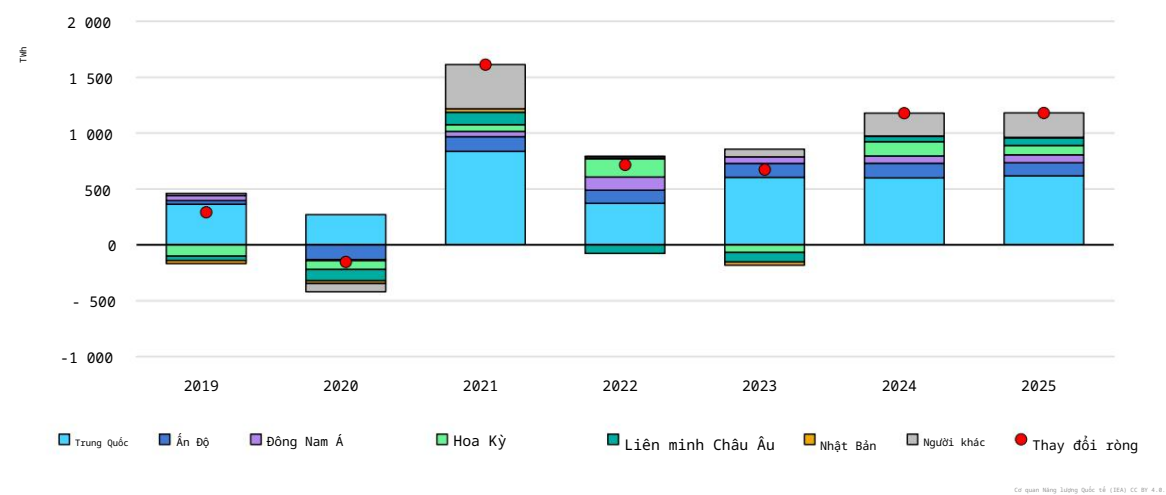
Sau mức tăng trưởng mạnh 7% so với cùng kỳ năm trước về mức tiêu thụ điện vào năm 2023, mức tăng trưởng ở Trung Quốc tiếp tục ở mức ước tính khoảng 6,5% trong nửa đầu năm 2024. Trong cả năm, nhu cầu dự kiến sẽ tăng trưởng 6,5% trước khi giảm nhẹ xuống còn 6,2% vào năm 2025. Bất chấp sự chậm lại dự kiến của nền kinh tế Trung Quốc và sự chuyển dịch cơ cấu liên tục theo hướng ít phụ thuộc hơn vào các ngành công nghiệp nặng, việc sản xuất các mô-đun quang điện mặt trời, xe điện, pin và chế biến các vật liệu liên quan đang mở rộng nhanh chóng đều hỗ trợ tăng trưởng nhu cầu điện. Các trung tâm dữ liệu và mạng 5G với quá trình số hóa ngày càng tăng là những động lực quan trọng khác. Trong ba năm qua, nhu cầu điện của Trung Quốc trung bình tăng thêm khoảng một nước Đức mỗi năm và xu hướng này dự kiến sẽ tiếp tục đến năm 2025.

Nhu cầu điện ở một số vùng, 1991-2025



Tại Ấn Độ, sau mức tăng trưởng mạnh mẽ hơn 8% vào năm 2023, nền kinh tế mạnh mẽ, hoạt động công nghiệp mở rộng và đợt nắng nóng dữ dội kết hợp thúc đẩy nhu cầu điện tăng trưởng 8,5% so với cùng kỳ năm trước trong nửa đầu năm 2024. Chúng tôi kỳ vọng xu hướng tăng này sẽ tiếp tục trong thời gian còn lại của năm, với mức tăng trưởng hàng năm trung bình là 8,2% vào năm 2024, trước khi giảm nhẹ xuống 6,8% vào năm 2025 theo dự báo GDP và giả định điều kiện thời tiết bình thường. IMF dự báo trong Triển vọng kinh tế thế giới tháng 4 năm 2024 rằng tăng trưởng GDP của Ấn Độ sẽ trung bình là 6,8% vào năm 2024 và 6,5% vào năm 2025. Mức tiêu thụ điện bình quân đầu người của Ấn Độ hiện bằng 20% so với Liên minh châu Âu. Cùng với hoạt động kinh tế mạnh mẽ, việc mua các thiết bị gia dụng và máy điều hòa không khí mới sẽ tiếp tục hỗ trợ nhu cầu điện.

Thay đổi nhu cầu điện theo năm tại một số khu vực, 2019-2025



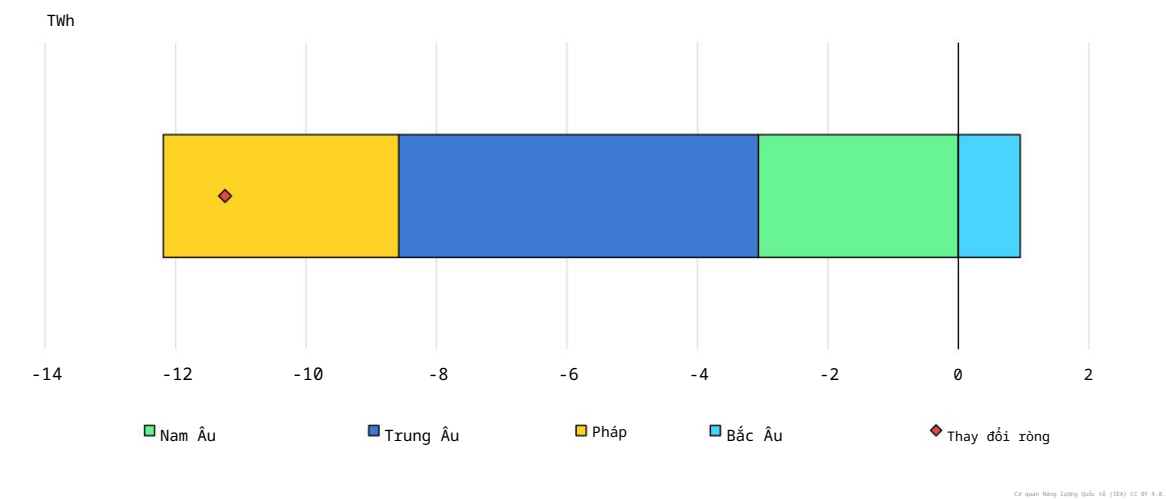
Lưu ý: Các số liệu cho năm 2024 và 2025 là giá trị dự báo.

Sau khi giảm 1,6% vào năm 2023, chủ yếu là do thời tiết ôn hòa, nhu cầu điện ở Hoa Kỳ đã tăng 3,8% trong nửa đầu năm 2024. Chúng tôi dự kiến điều này xu hướng tăng trưởng mạnh mẽ sẽ tiếp tục trong năm nay, với mức tăng trưởng trung bình hàng năm là 3% so với cùng kỳ năm 2024 và 1,9% so với cùng kỳ năm 2025. Đây là mức điều chỉnh tăng so với dự báo trước đó của chúng tôi là 2,5% vào năm 2024 và 0,9% vào năm 2025. Một thành phần của những mức tăng này là triển vọng GDP được cải thiện của Hoa Kỳ, đã được điều chỉnh tăng đáng kể trong triển vọng tháng 4 năm 2024 của IMF (2,7% vào năm 2024 và 1,9% vào năm 2025) so với báo cáo tháng 1 năm 2024 (2,1% vào năm 2024 và 1,7% vào năm 2025). Một động lực tăng trưởng khác là sự gia tăng đều đặn trong mức tiêu thụ máy điều hòa không khí nói chung, nhưng đặc biệt là do nhiệt độ dự kiến sẽ ấm hơn, cũng như sự gia tăng trong việc mở rộng trung tâm dữ liệu.

Nhu cầu điện của Châu Âu đang phục hồi nhưng vẫn còn bất ổn về tốc độ tăng trưởng

Tiêu thụ điện của Liên minh châu Âu đã giảm 3,2% vào năm 2023, sau khi giảm 2,8% vào năm 2022. Với hai lần giảm liên tiếp hàng năm này, mức tiêu thụ điện của EU đã giảm xuống mức thấp nhất kể từ hai thập kỷ trước. Nhu cầu đã có sự phục hồi trong nửa đầu năm 2024, với mức tăng khoảng 1% so với cùng kỳ năm ngoái. Nếu không có ảnh hưởng của thời tiết, mức tăng ước tính sẽ là 2%. Ở hầu hết các nước châu Âu, mùa sưởi ấm trong nửa đầu năm 2024 ấm hơn so với cùng kỳ năm 2023 và dẫn đến nhu cầu điện giảm. Ngược lại, Bắc Âu (Bắc Âu và Baltic) có thời kỳ sưởi ấm lạnh hơn trong cùng thời gian, khiến nhu cầu sưởi ấm ở khu vực đó tăng lên.

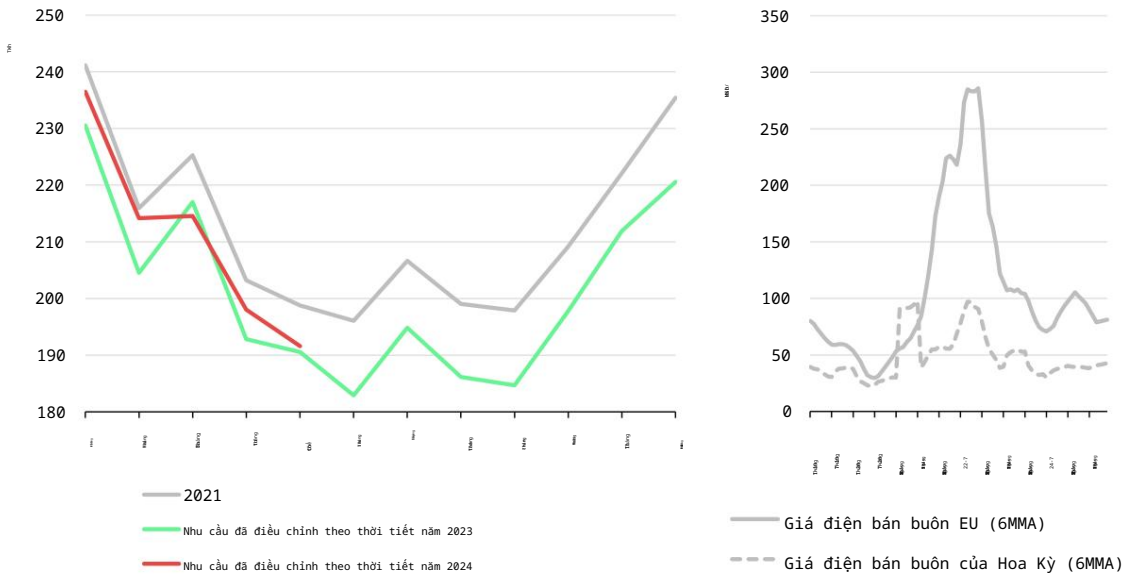
Ước tính thay đổi hàng năm về mức tiêu thụ điện để sưởi ấm ở Châu Âu
Liên minh, tháng 1-tháng 5 năm 2024



Ghi chú: Nam Âu bao gồm: Bulgaria, Croatia, Síp, Hy Lạp, Ý, Malta, Bồ Đào Nha, Romania và Tây Ban Nha. Trung Âu bao gồm: Áo, Bỉ, Séc, Đức, Hungary, Luxembourg, Hà Lan, Ba Lan, Cộng hòa Slovak và Slovenia. Bắc Âu bao gồm: Đan Mạch, Estonia, Phần Lan, Ireland, Latvia, Litva và Thụy Điển. Pháp được hiển thị riêng do tỷ lệ sử dụng điện sưởi ấm lớn.

Nhu cầu điện dự kiến sẽ phục hồi nhanh hơn trong thời gian còn lại của năm và năm sau, với mức tăng trưởng cả năm 2024 tăng lên 1,7% và năm 2025 thậm chí còn mạnh hơn là 2,6%. Sự phục hồi đáng kể này được thúc đẩy bởi việc khởi động lại hoặc tăng tốc sản xuất tại nhiều ngành công nghiệp thâm dụng năng lượng đã cắt giảm hoạt động trong bối cảnh giá năng lượng tăng mạnh trong giai đoạn 2021-2023. Hơn nữa, tăng trưởng sẽ được hỗ trợ bởi việc tiếp tục mở rộng điện khí hóa trong các lĩnh vực vận tải và sưởi ấm. Tuy nhiên, vẫn còn sự không chắc chắn về tốc độ phục hồi nhu cầu trong tương lai vì nhiều ngành công nghiệp thâm dụng năng lượng vẫn dễ bị tổn thương trước áp lực cạnh tranh của thị trường. Mặc dù giá năng lượng đã giảm từ mức cao trước đó, nhưng vẫn ở mức cao so với mức trước Covid.

Nhu cầu điện hàng tháng của EU, 2021-2024 (bên trái) và giá điện bán buôn trung bình tại Liên minh Châu Âu và Hoa Kỳ, 2019-2024 (bên phải)



Ghi chú: Trong biểu đồ bên trái, nhu cầu năm 2023 và 2024 được điều chỉnh theo thời tiết theo năm cơ sở là 2021 để so sánh. Hồ sơ nhu cầu năm 2021 tương ứng với nhu cầu ròng đã thực hiện. Trong biểu đồ bên phải, giá bán buôn trung bình được vẽ là trung bình động 6 tháng (6MMA).
Nguồn: Phân tích của IEA dựa trên dữ liệu từ Eurostat (2024) và EIA (2024).

Một số ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng đang khởi động lại hoạt động khi giá năng lượng ổn định

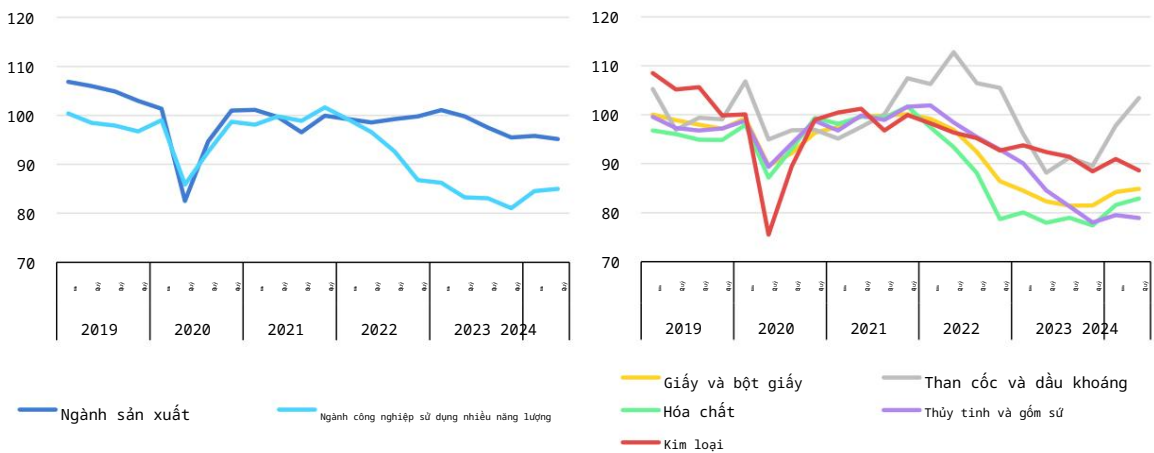
Trong [Điện của chúng tôi năm 2024](#) báo cáo, chúng tôi đã theo dõi việc cắt giảm sản lượng trong các ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng ở Liên minh Châu Âu trong bối cảnh giá năng lượng tăng cao, cụ thể là trong năm 2021 và 2022. Một số ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng bị ảnh hưởng đặc biệt bởi giá năng lượng tăng và sản lượng giảm, trong đó sản xuất hóa chất và kim loại cơ bản bị ảnh hưởng nặng nề nhất. Sau khi giá giảm vào cuối năm 2023, dấu hiệu phục hồi

nhu cầu bắt đầu xuất hiện ở khắp các khu vực. Mặc dù vậy, việc cắt giảm sản xuất và tình trạng đóng cửa hoàn toàn vẫn tiếp diễn ở nhiều ngành công nghiệp khác nhau.

Tổng sản lượng công nghiệp của EU [thấp hơn 3,3% trong năm tháng đầu năm 2024](#) so với cùng kỳ năm ngoái. Vào tháng 5 năm 2024, sản lượng công nghiệp giảm 2,5% so với tháng 5 năm 2023. Ví dụ, tại Đức, nền kinh tế lớn nhất châu Âu, sản xuất trong năm tháng đầu năm 2024 giảm trung bình 5% so với cùng kỳ năm 2023. Đồng thời, sản xuất công nghiệp thâm dụng năng lượng đã phục hồi gần mức năm 2023 trong giai đoạn từ tháng 1 đến tháng 5, tăng 5% so với mức thấp kỷ lục được ghi nhận trong quý 4 năm 2023. Tuy nhiên, chúng vẫn thấp hơn 14% so với mức năm 2019. Tại Đức, trong khi sản xuất trong các ngành công nghiệp giấy thâm dụng năng lượng (+1%) và hóa chất (+3%) tăng so với cùng kỳ năm ngoái, thì các ngành thủy tinh (-11%) và kim loại (-3%) vẫn yếu hơn. Tuy nhiên, sản xuất trong

tất cả các ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng này đều cao hơn so với quý 4 năm 2023, cho thấy xu hướng phục hồi chung.

Chỉ số sản xuất của một số ngành công nghiệp được chọn ở Đức, 2019-2024



Lưu ý: Dữ liệu quý 2 năm 2024 chỉ tính đến tháng 5.
Nguồn: Phân tích của IEA dựa trên dữ liệu từ Cục Thống kê Liên bang Đức, [DESTATIS](#).

Một số ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng ở Liên minh Châu Âu đã công bố những cải thiện về hoạt động vào tháng 1 năm 2024, bao gồm cả ngành kim loại cơ bản. Thép [Tự Do nhà máy ở Hungary](#) đã khởi động lại các nhà máy cán và dây chuyền mạ kẽm vào đầu năm và bắt đầu chương trình đào tạo cho nhân viên vận hành lò hồ quang điện (EAF) theo kế hoạch. [Tata Steel](#) Địa điểm Hà Lan đã khởi động lại lò cao 2,5 triệu tấn [mỗi năm \(Mt/năm\)](#) vào tháng 1. Nhà sản xuất thép Đức [Salzgitter](#) cũng đã công bố vào tháng 1 về việc đổi mới hoạt động sản xuất thép sau khi hoàn thiện một trong những lò cao [của họ](#).

Nhà sản xuất phân bón và amoniac lớn nhất Romania [Azomure](#) hoạt động được khởi động lại với một nửa công suất vào đầu năm 2024. [Glencore](#) nhà máy luyện kẽm ở Nordenham,

Đức đã tăng cường sản xuất kể từ tháng 2 năm 2024 sau khi tạm dừng hơn một năm. Nhà sản xuất thép [Liberty Częstochowa](#) bắt đầu công tác chuẩn bị kỹ thuật [tại nhà máy ở Ba Lan vào](#) tháng 3 năm 2024 để tiếp tục sản xuất thép thô.

Ở Hà Lan, [Nyrstar](#) Nhà máy [kẽm Budel](#) hoạt động trở lại ở công suất giảm vào tháng 5 năm 2024.

Giá năng lượng cao so với mức trước khủng hoảng và triển vọng nhu cầu chậm chạp gây áp lực lên một số ngành công nghiệp

Giá năng lượng tăng cao và nhu cầu trì trệ sau khi cuộc khủng hoảng năng lượng bắt đầu vào đầu năm 2022 đã buộc một số nhà sản xuất phải đóng cửa nhà máy vĩnh viễn. Alcoa bắt đầu quá trình [bán](#) khu liên hợp [luyện nhôm](#) của công ty tại San Ciprian, Tây Ban Nha do giá năng lượng không được cải thiện đủ sau khi đã cắt giảm luyện nhôm trong hai năm. Vào tháng 4, [Sabic petchemical](#) công ty _____ đã công bố đóng cửa một trong những nhà máy sản xuất ethylene của họ tại Hà Lan để thích ứng với điều kiện thị trường. [ExxonMobil](#) đã công bố vào tháng 4 [rằng](#) _____ nhà máy bẻ hơi nước 400.000 tấn/năm tại địa điểm Gravenchon ở Pháp sẽ ngừng hoạt động hoạt động trong suốt năm 2024. Đơn vị này được báo cáo là đã trở nên không có khả năng cạnh tranh do hiệu suất thấp hơn so với các cơ sở mới hơn, cùng với chi phí năng lượng và vận hành cao. Reno de Medici (RDM) đang đóng cửa vĩnh viễn [nhà máy sản xuất ván dăm](#) công suất 110.000 tấn/năm tại Blendecques, Pháp vào tháng 8, với [lý do chi phí sản xuất cao](#) , trong số những lý do khác khiến cho địa điểm [này không có tính kinh tế](#) trên thị trường châu Âu.

Ngành công nghiệp thép vẫn chịu áp lực đặc biệt do sự kết hợp của [nhu cầu thép chậm chạp](#) và chi phí sản xuất tăng cao. Nhà sản xuất thép dẹt [US Steel Kosice](#) [quyết định](#) kéo dài thời gian ngừng hoạt động tại một trong những lò cao của mình ở Slovakia đến quý 2 năm 2024, trước đó đã dừng hoạt động do bảo trì vào tháng 3. [Nhà sản xuất thép ADI](#) của Ý tạm thời đóng [cửa một trong những](#) lò cao của mình vào tháng 1 năm 2024 sau khi [nợ](#) tăng cho các nhà cung cấp khí đốt của họ do chi phí năng lượng cao. _____

Liberty Steel bắt đầu [ngừng hoạt động](#) lò cao cuối cùng của công ty tại Hungary vào tháng 8 năm 2023, báo cáo chi phí sản xuất không bền vững trong bối cảnh giá thép cán thấp là lý do, mặc dù có kế hoạch đưa vào sử dụng [lò EAF](#) đang được hoàn thiện. Nhà sản xuất ống thép Vallourec của Pháp [đã ngừng sản xuất](#) hoạt động tại nhà máy [Düsseldorf-Rath](#), Đức vào quý 4 năm 2023.

Sóng nhiệt tiếp tục gây căng thẳng cho hệ thống điện trên toàn thế giới vào năm 2024

Vào năm 2024, nhiệt độ toàn cầu đã lập kỷ lục mới trên toàn cầu, với nhu cầu điện để làm mát tăng vọt và ảnh hưởng nghiêm trọng đến các hệ thống điện. Từ tháng 1 đến tháng 5 năm 2024, nhiệt độ bề mặt thế giới đã ghi nhận mức **ấm nhất** được ghi nhận ở mức 1,32°C cao hơn mức trung bình 1901-2000, với tháng 4 năm 2024 đánh dấu mức cao mới.

Nhiều khu vực phải vật lộn với đợt nắng nóng gây căng thẳng cho lưới điện và làm gián đoạn cuộc sống hàng ngày. Vào tháng 5 năm 2024, Hoa Kỳ phải đối mặt với nhu cầu điện kỷ lục ở **Texas** do đợt nắng nóng dữ dội, với Hội đồng Độ tin cậy Điện của Texas (ERCOT) chứng kiến **nhu cầu đạt đỉnh** 77 GW, cao hơn 13% so với mức đỉnh điểm vào tháng 5 năm 2023.

Bên kia biên giới, Mexico cũng **đã trải qua** đợt nắng nóng nghiêm trọng vào tháng 5 - một trong hai tháng nóng nhất trong năm cùng với tháng 4 - gây ra tình trạng mất điện khi nhiệt độ lên tới 50°C và tình trạng mất điện kéo dài ít nhất bốn ngày liên tiếp. Tái đỉnh khoảng 50 GW thường được quan sát thấy. Thành phố Mexico, với hơn 10 triệu dân, đã phá vỡ kỷ lục về nhiệt độ ba lần trong bối cảnh hạn hán dai dẳng gây căng thẳng cho nguồn nước và điện.

Thủ đô **Santiago** của Chile **chịu đựng** đợt nắng nóng kỷ lục vào tháng 2. Nước láng giềng **Argentina** cũng **phải chịu đựng** tình trạng nắng nóng khắc nghiệt trong cùng thời kỳ, cơ sở hạ tầng bị phá hủy trong bối cảnh mức tiêu thụ năng lượng tăng cao.

Cuộc khủng hoảng điện ở Pakistan **ngày càng trầm trọng** vào cuối tháng 5, với sự thiếu hụt 4,5 GW khi nhu cầu đạt 25 GW so với sản lượng là 20 GW. Sự thiếu hụt này dẫn đến tình trạng cắt điện kéo dài, đặc biệt là ở các vùng nông thôn, nơi đã trải qua 6-8 giờ mất điện. Trong khi đó, vào đầu mùa hè năm 2024, Việt Nam **đã trải qua** tải trọng đỉnh điểm chưa từng có vào tháng 5 do đợt nắng nóng nghiêm trọng, cùng với hoạt động công nghiệp ngày càng gia tăng.

Vào cuối thời kỳ nắng nóng đỉnh điểm của mùa hè vào đầu **tháng 2**, Úc phải đối mặt với nhiệt độ trên 40°C, làm tăng mạnh nhu cầu làm mát và tăng cường sử dụng các nhà máy đốt nhiên liệu hóa thạch. Ngoài ra, **sự chậm trễ** trong **việc lắp đặt** đường dây truyền tải kết nối với các trang trại gió và mặt trời đang ngày càng gặp nhiều thách thức về độ tin cậy.

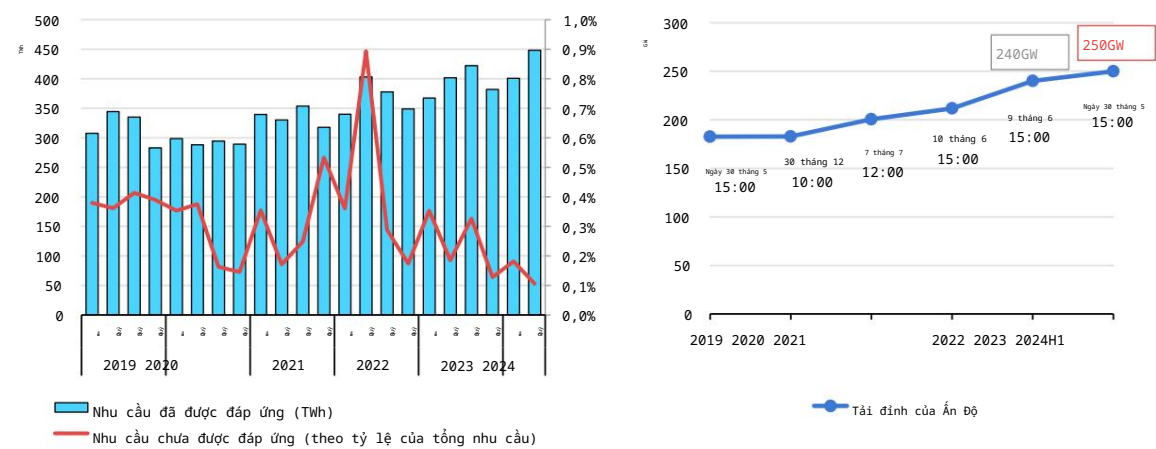
Ở Châu Phi, nơi mà việc đáp ứng nhu cầu điện đã là một thách thức ở nhiều quốc gia, Chad và Mali đã trải qua **những đợt nắng nóng** nghiêm trọng và tình trạng mất điện **ngày càng gia tăng**.

Nhu cầu điện mùa hè của Ấn Độ tăng vọt trong bối cảnh nắng nóng kéo dài

Vào đầu năm 2024, Ấn Độ đã vật lộn với nhu cầu điện tăng đột biến chưa từng có, do đợt nắng nóng khắc nghiệt cũng như mức tiêu thụ điện công nghiệp và dân dụng tăng mạnh. Trong thời gian này, chính phủ đã áp dụng [biện pháp khẩn cấp](#)

các biện pháp để quản lý tình hình, bao gồm hoãn bảo trì nhà máy và mở lại các đơn vị than đang ngừng hoạt động. Ấn Độ cũng [đã gia hạn việc vận hành](#) các nhà máy điện chạy bằng than nhập khẩu cho đến giữa tháng 10 từ chỉ thị trước đó đến tháng 6 năm 2024. Ngoài ra, chính phủ đã xem xét các nhiệm vụ tương tự đối với các nhà máy điện chạy bằng khí đốt để tăng cường công suất hơn nữa.

Nhu cầu đáp ứng và chưa đáp ứng (trái) và tải đỉnh (phải) tại Ấn Độ, 2019-2024



Nguồn: Phân tích của IEA dựa trên dữ liệu từ [GRID-INDIA](#) (2024).

Vào cuối tháng 5, Ấn Độ đã ban hành cảnh báo nắng nóng khi nhiệt độ ở New Delhi tăng vọt lên 49°C. Chỉ một ngày sau, vào ngày 30 tháng 5 năm 2024, Ấn Độ [đã gặp phải một đợt nắng nóng chưa từng có](#) nhu cầu điện năng tối đa là 250 GW do nhiệt độ cao, hoạt động công nghiệp mở rộng và mức tiêu thụ điện dân dụng tăng cao. Đợt nắng nóng này là đợt nắng nóng [dài nhất luôn kéo dài](#) ảnh hưởng đến đất nước, kéo dài khoảng 24 ngày ở nhiều khu vực khác nhau.

Mặc dù nhu cầu tăng đột biến, mạng lưới truyền tải điện quốc gia vẫn ổn định, không có báo cáo gián đoạn ngoài kế hoạch. Nhu cầu cao điểm [dự kiến là 258 GW trong phần còn lại của năm 2024](#). Đồng thời, khả năng đáp ứng

Nhu cầu điện đã được cải thiện trong vài năm qua. Tỷ lệ nhu cầu chưa được đáp ứng có xu hướng giảm chung kể từ nửa cuối năm 2022, tiếp tục kéo dài đến nửa đầu năm 2024.

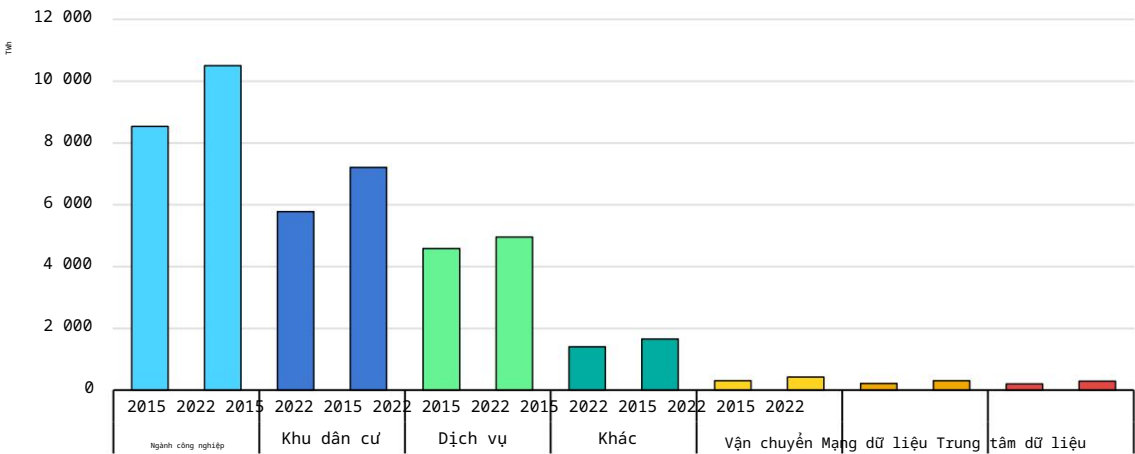
Nhu cầu điện từ các trung tâm dữ liệu đang được chú ý với sự phát triển của trí tuệ nhân tạo

Điện của chúng tôi năm 2024 báo cáo cung cấp phạm vi bao phủ toàn diện về sức mạnh đang lên nhu cầu của ngành trung tâm dữ liệu khi các ứng dụng AI trở nên phổ biến hơn và quá trình số hóa diễn ra nhanh hơn ở nhiều khu vực. Kể từ đó, ngành này đã nhận được sự chú ý đáng kể từ các nhà quản lý và hoạch định chính sách, cũng như trong lĩnh vực nghiên cứu và tư vấn, với nhiều nghiên cứu và dự báo mới được công bố. Trong phần này, chúng tôi cung cấp tổng quan về những phát triển gần đây đồng thời cũng nhấn mạnh nhu cầu tập trung nhiều hơn vào các điểm nghẽn cục bộ, cải thiện kiểm kê và hiểu rõ hơn về sự không chắc chắn xung quanh các dự báo trong tương lai.

Việc sử dụng điện toàn cầu của các trung tâm dữ liệu hiện đang bị hạn chế nhưng đang tăng lên, với tình trạng tắc nghẽn cục bộ đã xuất hiện

Theo dự báo gần đây của IEA , mức tiêu thụ điện của các trung tâm dữ liệu (không bao gồm tiền điện tử) ước tính chiếm khoảng 1-1,3% nhu cầu điện toàn cầu vào năm 2022 và có thể tăng lên mức từ 1,5-3% vào năm 2026 . Ngược lại, xe điện, mặc dù tăng trưởng nhANH chóng, chỉ tiêu thụ 0,5% lượng điện của thế giới vào năm 2022, nhưng mức tiêu thụ của chúng dự kiến sẽ dao động từ dưới 1,5% đến khoảng 2% vào năm 2026. Để sO sánh, nhôm nguyên chất Sản xuất là một quá trình tiêu tốn rất nhiều điện, hiện đang tiêu thụ khoảng 4% lượng điện của thế giới.

Nhu cầu điện cuối cùng toàn cầu theo từng lĩnh vực, 2015-2022



Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) CC BY 4.0.

Lưu ý: "Dịch vụ" không bao gồm nhu cầu điện từ mạng dữ liệu và trung tâm dữ liệu.

Trong khi thị phần của các trung tâm dữ liệu trong mức tiêu thụ điện toàn cầu còn hạn chế, vẫn có những khu vực mà chúng chiếm một phần đáng kể trong nhu cầu điện. Ở [Ireland](#), ví dụ, 18% nhu cầu điện đến từ lĩnh vực trung tâm dữ liệu vào năm 2022. Tại [Singapore](#), các trung tâm dữ liệu chiếm khoảng 7% lượng điện sử dụng trên toàn [quốc vào năm 2020](#).

Ở nhiều khu vực, tính khả dụng của kết nối lưới điện đã trở thành một thách thức khi lĩnh vực trung tâm dữ liệu mở rộng cùng với quá trình điện khí hóa đang diễn ra nhanh chóng. Ở một số khu vực, các hạn chế đối với việc đưa vào vận hành các trung tâm dữ liệu mới đã được đưa ra, [bao gồm Dublin](#) thiết lập các điều kiện kết nối lưới điện từ cuối năm 2021. Trong [Hà Lan](#), từ tháng 1 năm 2024, các trung tâm dữ liệu siêu quy mô mới bị hạn chế ở hầu hết các địa điểm do hạn chế về lưới điện, trong số những lý do khác. Singapore đã áp dụng lệnh tạm hoãn vào năm 2019, lệnh này đã được [nới lỏng](#) vào năm 2022. _____
nhu cầu cấp thiết phải đầu tư vào cơ sở hạ tầng mới để đáp ứng nhu cầu điện ngày càng tăng, bao gồm tải điện của trung tâm dữ liệu, là trọng tâm chính ở nhiều nơi tại Hoa Kỳ, bao gồm cả Virginia, theo [Dominion Energy](#), và [ERCOT ở Texas](#). Chính phủ Hoa Kỳ [đã khởi động Sáng kiến triển khai lưới điện hiện đại liên bang-tiểu bang](#) vào tháng 5 năm 2024, [nhận thấy](#) nhu cầu nâng cấp lưới điện trước sự phát triển của các trung tâm dữ liệu lớn cùng nhiều nguồn nhu cầu khác.

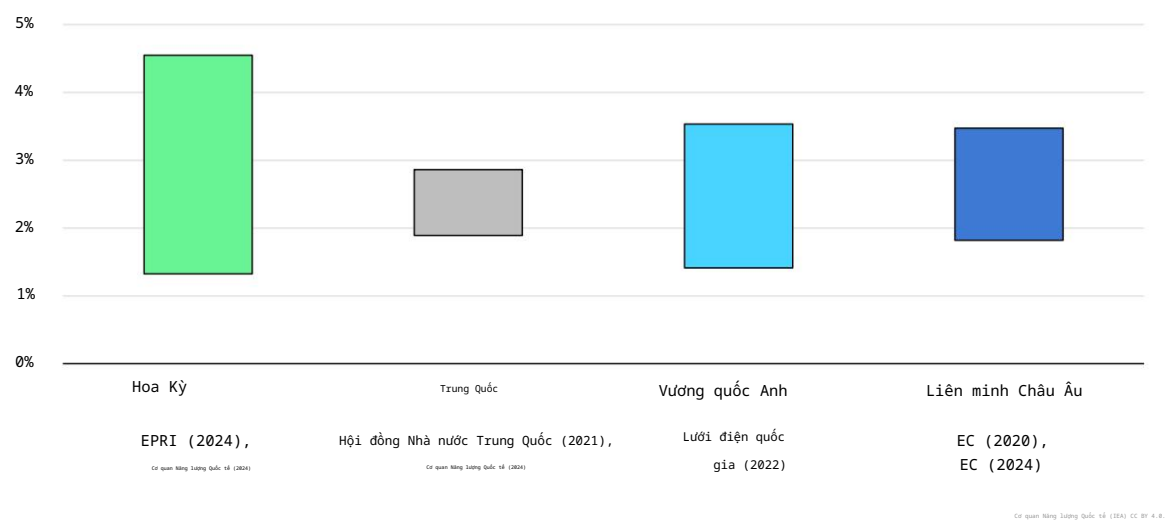
Để tránh những thách thức về kết nối lưới điện hoặc giảm sự phụ thuộc vào lưới điện, một số nhà cung cấp trung tâm dữ liệu đang ngày càng tìm kiếm nguồn điện tại chỗ. Ví dụ, tại Trung Quốc, nơi các trung tâm dữ liệu và mạng 5G đang là nguồn nhu cầu điện ngày càng tăng, công ty công nghệ Tencent đã lắp đặt khoảng [10 MW điện mặt trời trên mái nhà](#) với [bộ lưu trữ pin](#) tại trung tâm dữ liệu đám mây Thiên Tân. Tại Hoa Kỳ, Amazon Web Services (AWS) đã [mua lại](#) Trung tâm dữ liệu của Talen Energy _____
được kết nối với nhà máy điện hạt nhân Susquehanna, với kế hoạch mở rộng năng lực của trung tâm dữ liệu. Các giải pháp tại chỗ dựa trên nhiên liệu hóa thạch (đôi khi là tùy ý) cũng đang được những người khác [xem xét](#). [Gas Networks Ireland](#) được báo cáo là đã nhận được 20 yêu cầu kết nối chính thức từ các trung tâm dữ liệu. Một đề xuất hiện tại ở Ireland khám phá khả năng cho phép các doanh nghiệp tư nhân xây dựng và vận hành đường dây điện của riêng họ và một [chính sách](#) dự kiến vấn đề này sẽ được giải quyết vào cuối năm 2024.

Việc kiểm kê cần được cải thiện, nhưng các sáng kiến và quy định ở các khu vực khác nhau đang được đẩy nhanh

Tiêu thụ điện của các trung tâm dữ liệu trong lịch sử đã cho thấy một phạm vi rộng các ước tính trên nhiều nguồn. Việc thiếu dữ liệu đáng tin cậy ở nhiều quốc gia góp phần vào sự không chắc chắn đáng kể về mức tiêu thụ. Ví dụ, các nghiên cứu về Liên minh châu Âu cho thấy tỷ lệ tiêu thụ điện của các trung tâm dữ liệu trong tổng nhu cầu điện vào năm 2022 có thể dao động trong khoảng [1,8%](#) đến [3,5%](#). Ở Hoa Kỳ, ước tính dao động trong khoảng [1,3%](#) đến [4,5%](#) vào năm 2022 và ở Trung Quốc, con số này có thể dao động từ 1,9% đến 2,9% theo ước tính của chúng tôi dựa trên dự báo từ [Hội đồng Nhà nước Trung Quốc](#). Ở một số quốc gia riêng lẻ, phạm vi không chắc chắn thậm chí còn lớn hơn.

Xu hướng triển khai trung tâm dữ liệu toàn cầu, sự phát triển của công nghệ hướng tới các máy chủ có nhu cầu điện năng cao hơn và các thông báo gần đây về kế hoạch xây dựng nhấn mạnh tầm quan trọng của việc kiểm kê tốt hơn các trung tâm dữ liệu. Cải thiện việc thu thập dữ liệu tiêu thụ năng lượng của ngành là quan trọng để xác định chính xác các diễn biến trong quá khứ. Điều này giúp hiểu rõ hơn các xu hướng trong tương lai để đề cung cấp thông tin chính xác hơn cho cuộc tranh luận của công chúng.

Phạm vi ước tính mức tiêu thụ điện của trung tâm dữ liệu so với tổng nhu cầu điện tại Hoa Kỳ, Trung Quốc và Châu Âu trong năm 2022



Lưu ý: Hội đồng Nhà nước Trung Quốc (2021) cung cấp dữ liệu lịch sử cho năm 2020 và giá trị dự báo cho năm 2030; giá trị năm 2022 được nội suy. Phạm vi giá trị là kết quả của sự không chắc chắn trong nguồn, cho dù nó có bao gồm mạng lưới truyền dữ liệu hay không. Ủy ban Châu Âu (2020) cung cấp dữ liệu lịch sử cho đến năm 2018. Các giá trị cho năm 2022 dựa trên các kịch bản được trình bày trong nghiên cứu.

Nguồn: Phân tích của IEA dựa trên Ủy ban Châu Âu (2020), Công nghệ điện toán đám mây tiết kiệm năng lượng và chính sách cho thị trường điện toán đám mây thân thiện với môi trường; Hội đồng Nhà nước Trung Quốc (2021), Tập trung vào các trung tâm dữ liệu xanh; National Grid ESO (2022), Trung tâm dữ liệu; IEA (2024), Điện 2024; dữ liệu từ Ủy ban Châu Âu JRC (2024), Tiêu thụ năng lượng tại các trung tâm dữ liệu và mạng lưới truyền thông băng thông rộng tại EU; EPRI (2024), Cung cấp năng lượng cho trí tuệ nhân tạo: Phân tích trí tuệ nhân tạo và mức tiêu thụ năng lượng của trung tâm dữ liệu.

Có động lực gia tăng trong việc điều chỉnh và các sáng kiến nhằm cải thiện việc thu thập dữ liệu của ngành ở nhiều khu vực khác nhau. Tại Liên minh Châu Âu, Chỉ thị về Hiệu quả Năng lượng 2023/1791 yêu cầu các nghĩa vụ như vậy. Nó kêu gọi các trung tâm dữ liệu có nhu cầu điện năng tối thiểu 500 kW của công suất lắp đặt CNTT phải báo cáo cho Ủy ban các chỉ số khác nhau hàng năm. Dựa trên chỉ thị này, Ủy ban đã thiết lập thông qua Quy định được ủy quyền 2024/1364 giai đoạn đầu tiên của một chương trình chung để đánh giá tính bền vững của các trung tâm dữ liệu, thông qua việc giới thiệu các chỉ số hiệu suất chính mà chủ sở hữu và nhà điều hành trung tâm dữ liệu được yêu cầu báo cáo. Việc báo cáo được yêu cầu thực hiện trước ngày 15 tháng 9 năm 2024, sau đó là ngày 15 tháng 5 năm 2025 và hàng năm sau đó. Các chỉ số được chọn sẽ được công khai ở cấp độ tổng hợp thông qua cơ sở dữ liệu chuyên dụng của EU. Báo cáo bao gồm mức tiêu thụ điện và tỷ lệ tiêu thụ điện từ các nguồn tái tạo và xếp hạng hiệu quả năng lượng được báo cáo là Hiệu quả sử dụng điện (PUE), so sánh tổng điện năng được sử dụng trong cơ sở với

điện năng tiêu thụ của thiết bị CNTT. Hơn nữa, chỉ thị yêu cầu báo cáo việc sử dụng nhiệt thải, lưu lượng dữ liệu đến và đi, trong số các điểm dữ liệu khác. Đến tháng 5 năm 2025, Ủy ban sẽ đánh giá hiệu quả năng lượng của ngành để thiết lập giai đoạn tiếp theo của chương trình xếp hạng và/hoặc mức tối thiểu tiêu chuẩn hiệu suất để đạt được mức phát thải ròng bằng 0.

[Đạo luật Hiệu quả Năng lượng mới của Đức](#) được thông qua và mở rộng trên Chỉ thị về Hiệu quả Năng lượng của EU. Ngoài việc kết hợp chương trình của EU, nó mở rộng danh sách các số liệu báo cáo mà các trung tâm dữ liệu được yêu cầu báo cáo trước ngày 15 tháng 8 năm 2024. Nó cũng bao gồm các nhiệm vụ hoạt động như mục tiêu PUE cho các trung tâm dữ liệu mới và hiện có. Các cơ sở trực tuyến vào hoặc sau ngày 1 tháng 7 năm 2026 được yêu cầu phải đáp ứng PUE là 1,2. Các trung tâm dữ liệu đã tồn tại phải đảm bảo PUE tối đa là 1,5 vào năm 2027 và giảm xuống còn 1,3 vào năm 2030. Ngoài hiệu quả năng lượng, các trung tâm dữ liệu được yêu cầu mua 50% điện của họ từ các nguồn tái tạo vào ngày 1 tháng 1 năm 2024, tăng lên 100% vào ngày 1 tháng 1 năm 2027. Lưu ý rằng trong khi PUE trung bình toàn cầu của ngành được ước tính là khoảng 1,5-1,6 vào năm 2023, giá trị trung bình của một số công ty trong ngành thấp hơn. Ví dụ, Google đã nêu [mức trung bình](#) là 1,1 cho đội xe của mình trong [báo cáo môi trường mới nhất](#).

Tại Hà Lan, Cục Thống kê Hà Lan (CBS), viện thống kê quốc gia, đã công bố ước tính năm 2022 về mức tiêu thụ điện của trung tâm dữ liệu dựa trên dữ liệu thu thập từ các nhà điều hành lưới điện. [Đạo luật Môi trường của Hà Lan](#), hợp nhất các quy định về môi trường, có hiệu lực vào tháng 1 năm 2024 và cũng sẽ áp dụng cho các trung tâm dữ liệu. Đây là biện pháp bổ sung vào danh sách [các biện pháp](#) được công nhận (tức là các hướng dẫn tiết kiệm năng lượng) mà các trung tâm dữ liệu phải tuân theo liên quan đến hệ thống làm mát và cung cấp điện.

Ở Hoa Kỳ, mặc dù không nhắm vào lĩnh vực trung tâm dữ liệu mà là ngành khai thác tiền điện tử, Cơ quan Thông tin Năng lượng đã đưa ra [6 tháng báo cáo thời gian](#), tuy nhiên đã bị dừng lại sau một vụ kiện tại tòa án. Là một phần của cuộc khảo sát bắt buộc, dữ liệu như mức tiêu thụ điện hàng tháng như cũng như nhu cầu công suất trung bình và tối đa từ hơn 80 loại tiền điện tử các cơ sở khai thác trong nước sẽ được báo cáo. Vào tháng 2 năm 2024, một [dự luật](#) để nghiên cứu tác động môi trường của AI đã được đưa ra và Ủy ban Năng lượng và Thương mại của Hạ viện đã tổ chức một [phiên điều trần](#) vào tháng 6 [về mức tiêu thụ năng lượng của AI](#). Khảo sát mức tiêu thụ năng lượng của các tòa nhà thương mại (CBECS), một cuộc khảo sát toàn quốc [thu thập](#) thông tin về kho dự trữ các tòa nhà thương mại của Hoa Kỳ kể từ năm 1979, cũng bao gồm các trung tâm dữ liệu. Tuy nhiên, việc thu thập dữ liệu về các trung tâm dữ liệu đã [được báo cáo](#) không toàn diện, một [phần là do bản chất tự nguyện](#) của cuộc khảo sát. Ở cấp tiểu bang tại Virginia, một quy định địa phương về trung tâm dữ liệu đã được đề xuất vào [tháng 1 năm 2024](#), yêu cầu báo cáo tiêu thụ điện hàng quý, tuy [nhiên phải được chấp thuận](#) quá trình này dự kiến sẽ không diễn ra cho đến năm 2025.

Singapore đang xem xét việc ban hành [Đạo luật Cơ sở hạ tầng số](#) và thành lập một lực lượng đặc nhiệm liên ngành để cung cấp thêm hỗ trợ cho các công ty dịch vụ cơ sở hạ tầng kỹ thuật số. Cả hai hành động đều nhằm mục đích giảm thiểu các lỗi hệ thống CNTT và tạo ra các yêu cầu báo cáo cho các thực thể được quản lý để tránh các sự kiện khủng hoảng như trong [Tháng 10 năm 2023](#) khi dịch vụ ngân hàng bị gián đoạn trong nhiều giờ.

Tại Úc, các trung tâm dữ liệu cung cấp dịch vụ cho chính quyền địa phương sẽ phải [tuân thủ](#) với các quy [định về](#) hiệu suất môi trường vào tháng 7 năm 2025 theo Hệ thống xếp hạng môi trường xây dựng quốc gia Úc ([NABERS](#)). Hệ thống này yêu cầu các trung tâm dữ liệu phải [đáp ứng các](#) yêu cầu của tòa nhà như hiệu quả năng lượng, sử dụng nước, quản lý chất thải và chất lượng môi trường trong nhà.

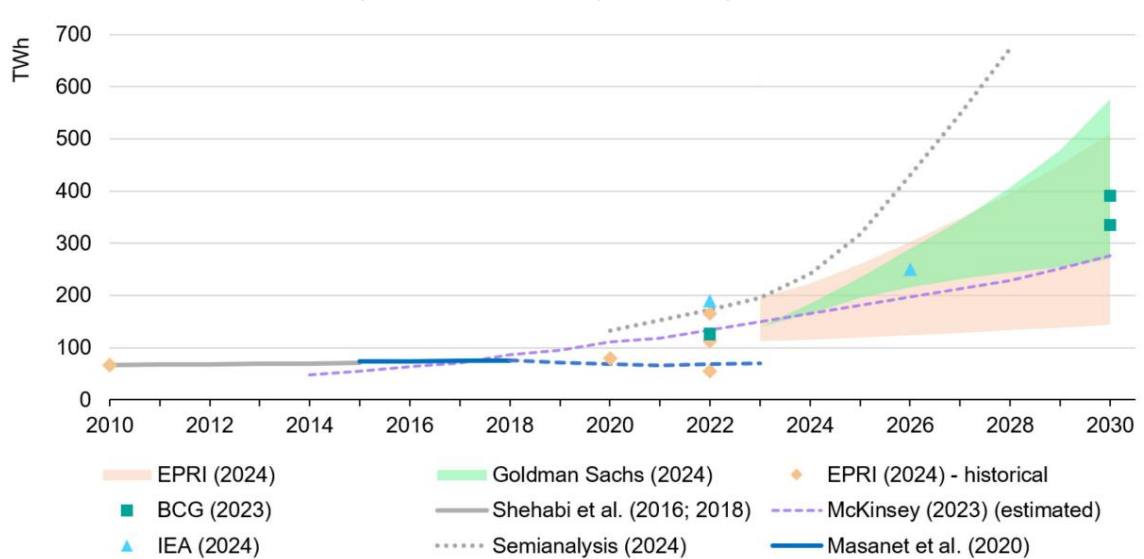
Dự báo nhu cầu điện của các trung tâm dữ liệu cho thấy nhiều sự không chắc chắn

Ước tính về mức tiêu thụ năng lượng của trung tâm dữ liệu và AI trong tương lai vẫn chưa chắc chắn. Sự không chắc chắn trong các dự báo đáng chú ý nhất trong trường hợp của Hoa Kỳ, nơi [các công ty tư vấn, ngân hàng đầu tư, các nhà phân tích ngành công nghiệp và các tổ chức công nghiệp đã dự báo mức sử dụng năng lượng](#) của trung tâm dữ liệu và AI đến năm 2030. Họ dự báo các trung tâm dữ liệu có thể chiếm từ 4% đến 10% lượng điện sử dụng của quốc gia vào năm 2030.

Xu hướng thị trường khu vực tại Hoa Kỳ và các giả định liên quan đến tốc độ triển khai các cơ sở mới là những yếu tố quan trọng thúc đẩy sự không chắc chắn này. Cũng cần lưu ý rằng một số phân tích tuân theo các phép ngoại suy khá đơn giản, giả định một số tỷ lệ tăng trưởng kép hàng năm (CAGR) tùy thuộc vào kịch bản. Một số nghiên cứu khác theo cách tiếp cận từ dưới lên trên cho rằng các nhà điều hành trung tâm dữ liệu xây dựng tất cả các trung tâm dữ liệu mà họ áp dụng cho các tiện ích, điều này có thể dẫn đến việc tính hai lần vì có thể gửi yêu cầu đến nhiều nhà điều hành mạng.

Sự không chắc chắn liên quan đến nhu cầu, tiến bộ công nghệ và cải thiện hiệu quả khiến việc dự đoán mức tiêu thụ năng lượng trong tương lai từ các trung tâm dữ liệu trở nên khó khăn. Đặc biệt, nhu cầu năng lượng cho AI rất không chắc chắn do việc áp dụng ngày càng tăng các ứng dụng AI, đặc biệt là AI tạo sinh. Đồng thời, các bộ tăng tốc AI như bộ xử lý đồ họa (GPU) cũng ngày càng tiết kiệm năng lượng hơn mặc dù chúng cũng mạnh hơn. NVIDIA có trụ sở tại Hoa Kỳ, chiếm khoảng [95%](#) của thị phần toàn cầu về máy gia tốc AI (tính đến tháng 2 năm 2024), báo cáo rằng thế hệ chip mới của họ cao hơn thế hệ [cũ 25 lần](#) tiết kiệm năng lượng hơn. Mặc dù vậy, khi sức mạnh tính toán và hiệu quả tăng lên, không thể loại trừ một số mức độ tác động hồi phục, vì việc giảm tương [ứng chi phí](#) tính toán có thể thúc đẩy nhu cầu bổ sung.

Dự báo nhu cầu điện của trung tâm dữ liệu Hoa Kỳ từ các nguồn khác nhau, 2010-2030



Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) CC BY 4.0.

Ghi chú: Các phạm vi trong hình tương ứng với các dự báo tối thiểu và tối đa được cung cấp trong các nguồn đã chọn. Từ Shehabi (2018), “Các phương pháp hay nhất” và “Hiệu quả đóng băng”; từ BCG (2022), “GenAI min” và “GenAI max”; từ Goldman Sachs (2024), “Trường hợp gấu với AI” và “Trường hợp bò với AI”; từ EPRI (2024), giới hạn dưới của các kịch bản “Tăng trưởng thấp” và giới hạn trên của các kịch bản “Tăng trưởng cao hơn” được hiển thị. Các số liệu về nhu cầu của McKinsey (2023) là ước tính của IEA dựa trên mức tiêu thụ điện năng của trung tâm dữ liệu đã báo cáo, giả định tỷ lệ sử dụng là 60% và PUE là 1,5. Masanet và cộng sự (2020) cung cấp các ước tính cho Bắc Mỹ. Các ước tính này đã được điều chỉnh với hệ số 0,9 để tương ứng với các giá trị của Hoa Kỳ.

Nguồn: Shehabi et al. (2016), Báo cáo sử dụng năng lượng của Trung tâm dữ liệu Hoa Kỳ; Shehabi và cộng sự (2018), Tăng trưởng trung tâm dữ liệu tại Hoa Kỳ: tách nhu cầu về dịch vụ khỏi việc sử dụng điện; Masanet và cộng sự (2020), Hiệu chỉnh lại ước tính sử dụng năng lượng của trung tâm dữ liệu toàn cầu; BCG (2023), Tác động của GenAI đến Điện: GenAI đang thúc đẩy sự bùng nổ của Trung tâm dữ liệu tại Hoa Kỳ như thế nào; McKinsey (2023), Đầu tư vào nền kinh tế trung tâm dữ liệu đang phát triển; IEA (2024), Điện 2024; Goldman Sachs (2024), AI, trung tâm dữ liệu và nhu cầu điện tăng đột biến sắp tới của Hoa Kỳ; Semianalysis (2024), AI Datacenter Energy Dilemma - Cuộc đua giành không gian cho trung tâm dữ liệu AI; EPRI (2024), Powering Intelligence: Phân tích trí tuệ nhân tạo và mức tiêu thụ năng lượng của trung tâm dữ liệu.

Bên cạnh năng lượng tái tạo, năng lượng hạt nhân và địa nhiệt đang trở nên hấp dẫn đối với các trung tâm dữ liệu

Một số nhà cung cấp trung tâm dữ liệu đang nỗ lực đáp ứng nhu cầu năng lượng của họ bằng điện không phát thải carbon, dựa trên danh mục các công nghệ khác nhau bao gồm gió, mặt trời, lưu trữ và năng lượng sạch vững chắc. Trong bối cảnh này, lĩnh vực trung tâm dữ liệu theo truyền thống là động lực thúc đẩy triển khai năng lượng sạch thông qua các thỏa thuận mua điện (PPA). Vào tháng 5 năm 2024, trong một PPA phá kỷ lục, Microsoft đã ký một thỏa thuận trị giá 10 tỷ đô la Mỹ trong 5 năm để xây dựng 10,5 GW năng lượng mặt trời và gió công suất điện ở Hoa Kỳ và Châu Âu. Tại New Zealand, công ty viễn thông Spark đã ký PPA 10 năm cho 63 MW của năng lượng mặt trời mới sẽ bắt đầu cung cấp điện vào tháng 1 năm 2025. AWS đã ký vào tháng 4 năm 2024 một PPA 105 MW để mua điện từ một trang trại gió ở phía tây Dublin, Ireland và cam kết đầu tư thêm vào 800 MW các dự án năng lượng tái tạo mới trên khắp đất nước. Tương tự như vậy ở Ireland, Google đã ký PPA với Power Capital Renewable Energy cho 58 MW công suất mới hòa lưới từ Trang trại năng lượng mặt trời Tullabeg.

Nhu cầu về sản xuất điện phát thải thấp với cấu hình ổn định đang thúc đẩy nhiều công ty trong lĩnh vực này tìm hiểu về năng lượng hạt nhân và địa nhiệt. AWS đang mở rộng một trung tâm dữ liệu bên cạnh [Talén](#) Nhà máy điện hạt nhân Susquehanna của Energy tại [Pennsylvania](#) có công suất tải tiềm năng 960 MW được đáp ứng theo PPA trong 10 năm.

Đặc biệt, các lò phản ứng mô-đun nhỏ (SMR) đang được nhiều công ty xem xét. GEP có trụ sở tại Virginia đã công bố kế hoạch xây dựng một khuôn viên trung tâm dữ liệu cuối cùng sẽ được cung cấp năng lượng bởi [SMR tại chỗ](#), được bổ sung bởi các máy phát điện hỗn [hợp khí đốt tự nhiên](#) và hydro, sau đó được chuyển đổi thành hydro hoàn toàn. [Norsk Kjernekraft](#), một công ty điện lực Na Uy, đã công bố ý định cung cấp [điện ngoài lưới cho](#) các trung tâm dữ liệu có SMR. Nhà phát triển trung tâm dữ liệu Equinix đã ký một thỏa thuận với khoản thanh toán trước để tham gia PPA với Oklo, một công ty thiết kế SMR, để cung cấp tới [500 MW điện hạt nhân](#) quyền lực.

Vào tháng 5 năm 2023, Microsoft đã ký PPA đầu tiên trên thế giới về [năng lượng nhiệt hạch](#) với công ty năng lượng nhiệt hạch Helion. Dự kiến sẽ đi vào hoạt động vào năm 2028, nhà máy của Helion sẽ cung cấp cho Microsoft 50 MW điện sau giai đoạn tăng tốc ban đầu kéo dài một năm. Mặc dù thỏa thuận được cho là bao gồm các hình phạt đáng kể đối với Helion nếu không thể giao hàng, nhưng các chi tiết của thỏa thuận không được tiết lộ công khai tại thời điểm công bố báo cáo này.

Microsoft cùng với công ty AI G42 đang đầu tư [1 tỷ đô la Mỹ](#) trong [một trung tâm dữ liệu](#) được cung cấp hoàn toàn bằng năng lượng địa nhiệt ở Kenya. Microsoft cũng đã đảm bảo một [địa nhiệt](#) 51 MW PPA 10 năm [tại New Zealand](#) dự kiến sẽ bắt đầu cung cấp điện vào cuối năm 2024. Một dự án thí [điểm địa nhiệt tăng cường](#) 3,5 MW hệ thống đã cung cấp điện cho các trung tâm [dữ liệu của Google tại Nevada](#) kể từ tháng 11 năm 2023. Google và NV Energy đã ký một thỏa thuận bao gồm 115 MW công suất điện địa nhiệt tăng cường tại Hoa Kỳ. Quan hệ đối tác bao gồm một cấu trúc giá thị trường mới gọi là [Biểu giá chuyển đổi sạch](#) nhắm vào

hỗ trợ đầu tư vào công nghệ lưu trữ địa nhiệt, hạt nhân và dài hạn. Google, Microsoft và nhà sản xuất thép Bắc Mỹ Nucor đã công bố vào tháng 3 năm 2024 rằng họ đang nghiên cứu một [mô hình tổng hợp nhu cầu](#) mới để tạo điều kiện cho các dự án đầu tiên về công nghệ điện sạch tiên tiến, [bao gồm điện hạt nhân tiên tiến, địa nhiệt](#), hydro sạch và lưu trữ năng lượng dài hạn, cùng nhiều công nghệ khác.

Trong khi các PPA đã kết thúc và các kế hoạch đã công bố khác để cung cấp năng lượng cho khu vực trung tâm dữ liệu từ các nguồn năng lượng sạch mới (ví dụ SMR và nhiệt hạch) có thể cung cấp. Với đà phát triển ngày càng mạnh mẽ này, cần lưu ý rằng chúng vẫn đang ở giai đoạn đầu của quá trình hoàn thiện công nghệ và không thể loại trừ những bất ổn đáng kể liên quan đến thời gian giao hàng.

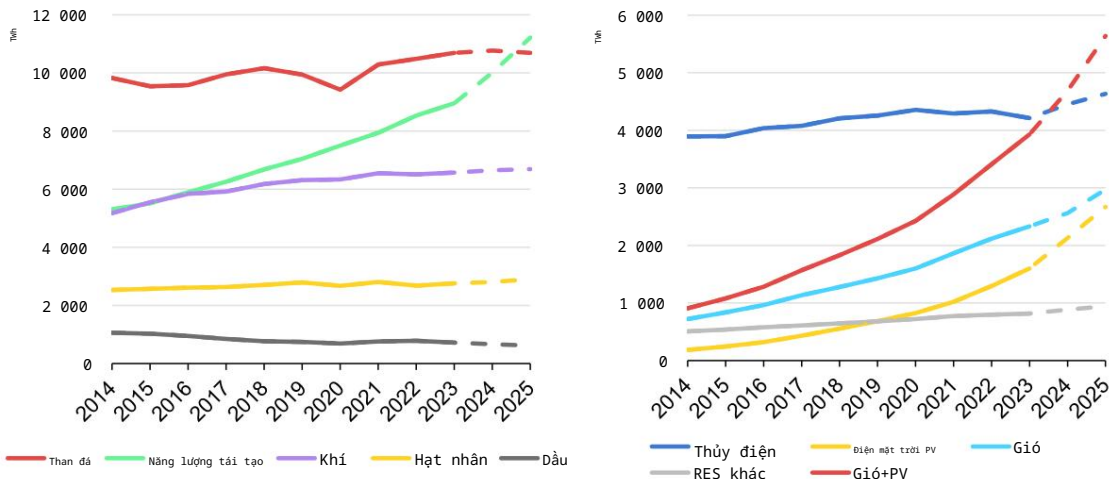
Nguồn cung: Sản xuất điện tái tạo sẽ vượt qua điện than vào năm 2025

Sản lượng điện đốt than toàn cầu dự kiến sẽ tăng nhẹ vào năm 2024, tăng chưa đến 1%, sau mức tăng 1,9% vào năm 2023. Trong Báo cáo Điện 2024 trước đây của chúng tôi

báo cáo, chúng tôi đã ước tính sản lượng điện đốt than toàn cầu sẽ giảm vào năm 2024 trong điều kiện thời tiết và kinh tế bình thường. Tuy nhiên, sự sụt giảm ở châu Âu trong năm nay sẽ được bù đắp bằng sự gia tăng đáng kể ở châu Á, do nhu cầu điện tăng mạnh ở Trung Quốc và Ấn Độ. Trái ngược với năm trước, sản lượng điện đốt than của Hoa Kỳ cũng được dự kiến sẽ vẫn mạnh mẽ vào năm 2024 trong bối cảnh nhu cầu điện tăng và việc chuyển đổi từ than sang khí đốt giảm. Ngoài ra, sản lượng thủy điện thấp hơn do hạn hán ở nhiều khu vực như Ấn Độ, Việt Nam và Mexico đang thúc đẩy sản xuất điện từ nhiên liệu hóa thạch trong năm nay mặc dù điện gió và điện mặt trời PV tăng trưởng mạnh. Tuy nhiên, giả sử thời tiết trở lại bình thường, chúng tôi dự kiến sản xuất điện từ than sẽ giảm nhẹ dưới 1% vào năm 2025 và đạt đến mức ổn định, vì nó ngày càng bị thay thế bởi sản xuất điện gió và điện mặt trời PV tăng trưởng nhanh chóng.

Quá trình chuyển đổi sang các nguồn năng lượng tái tạo được thiết lập để đạt được một cột mốc quan trọng vào năm 2025, với tổng sản lượng điện tái tạo được chuẩn bị vượt qua sản lượng điện đốt than. Tỷ lệ năng lượng tái tạo trong nguồn cung cấp điện toàn cầu đã tăng lên 30% vào năm 2023 và dự kiến sẽ đạt 35% vào năm 2025. Đồng thời, sự phụ thuộc vào than dự kiến sẽ giảm bớt, với tỷ lệ giảm từ 36% xuống 33% trong cùng kỳ.

Sản lượng điện toàn cầu theo nguồn, 2014-2025

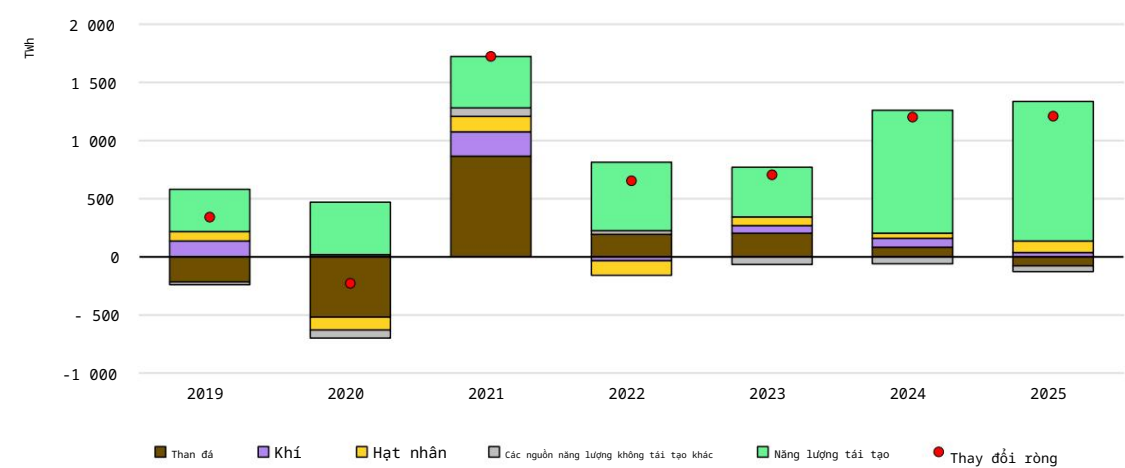


Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) CC BY 4.0

Điện mặt trời PV và điện gió đang đi đầu trong quá trình chuyển đổi này, với thị phần kết hợp dự kiến sẽ tăng từ 13% vào năm 2023 lên 15% vào năm 2024 và lên 18% vào năm 2025 - tăng từ mức chỉ 4% của một thập kỷ trước. Điện gió và điện mặt trời PV kết hợp dự kiến sẽ cung cấp thêm 750 TWh vào năm 2024 và hơn 900 TWh vào năm 2025. Mức tăng theo năm vào năm 2025 cao hơn gấp đôi mức tăng trưởng sản lượng trung bình hàng năm trong giai đoạn 2019-2023 và tương đương với tổng sản lượng nhu cầu điện của Pháp và Ý cộng lại. Sản lượng điện từ điện mặt trời và điện gió dự kiến sẽ vượt qua sản lượng điện từ thủy điện vào năm 2024, đánh dấu thời điểm quan trọng cho ngành này.

Tăng trưởng sản lượng điện chạy bằng khí đốt toàn cầu được dự báo ở mức trung bình 1% vào cả năm 2024 và 2025, vì sự suy giảm mạnh ở châu Âu được bù đắp bằng sự gia tăng ở Trung Đông do tiếp tục chuyển từ sản lượng điện chạy bằng dầu sang khí đốt, và ở châu Á trong bối cảnh nhập khẩu LNG tăng. Sản lượng điện hạt nhân dự kiến sẽ tiếp tục tăng 1,6% vào năm 2024 và 3,5% vào năm 2025, khi việc bảo trì đội tàu điện hạt nhân của Pháp được tiến hành và các lò phản ứng mới ở Trung Quốc, Hàn Quốc và châu Âu cũng như các lò phản ứng được khởi động lại ở Nhật Bản đi vào hoạt động. Như chúng tôi đã nêu trong báo cáo trước đây, sản lượng điện hạt nhân toàn cầu đang trên đà đạt mức cao kỷ lục mới vào năm 2025, vượt qua mức trước đó vào năm 2021.

Thay đổi toàn cầu theo năm về sản lượng điện theo nguồn, 2019-2025



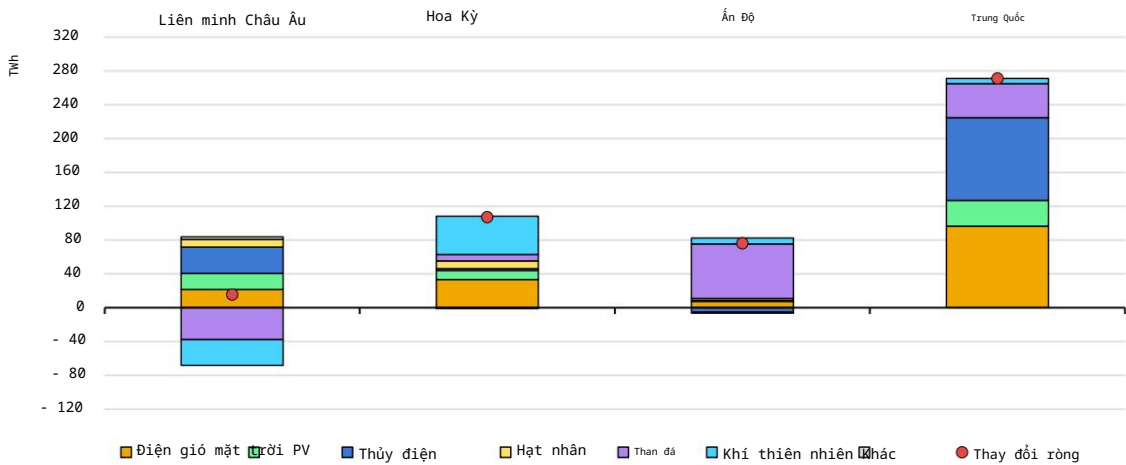
Ghi chú: Các nguồn năng lượng không tái tạo khác bao gồm dầu, chất thải và các nguồn năng lượng không tái tạo khác. Các số liệu cho năm 2024 và 2025 là giá trị dự báo.

Sản lượng điện từ nhiên liệu hóa thạch giảm ở EU nhưng tăng ở Ấn Độ, Trung Quốc và Hoa Kỳ trong nửa đầu năm 2024

Sau khi bị ảnh hưởng bởi hạn hán trong ba năm liên tiếp, sản lượng thủy điện ở Trung Quốc bắt đầu phục hồi vào nửa đầu năm 2024, với mức tăng trưởng 21% so với cùng kỳ năm trước. Điện mặt trời ước tính sản lượng điện đã tăng hơn 35% trong cùng kỳ.

Sản lượng điện gió tăng 7%. Mặc dù vậy, điện than vẫn duy trì được khả năng phục hồi và ước tính tăng 1,5% trong nửa đầu năm 2024, nhờ nhu cầu điện mạnh mẽ ở Trung Quốc. Xu hướng tăng trưởng điện than cao hơn có tiếp tục trong suốt thời gian còn lại của năm hay không sẽ phụ thuộc vào tốc độ tăng của nhu cầu, đặc biệt là mức độ phục hồi thủy điện. Giả sử điện trung bình hàng năm nhu cầu tăng trưởng 6,5% vào năm 2024 và sản lượng thủy điện tăng 11%, chúng tôi ước tính sản lượng điện đốt than ở Trung Quốc sẽ tăng trung bình 0,8% vừa phải hơn nhiều trong cả năm. Điện đốt than cũng sẽ được kiểm soát vào năm 2024 nhờ dự báo tăng trưởng đáng kể theo năm đối với điện mặt trời PV (+45%) và điện gió (+9,5%) thể hệ.

Thay đổi theo năm về sản lượng điện theo nguồn tại một số khu vực trong nửa đầu năm 2024



Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) CC BY 4.0

Ghi chú: Hiển thị sản lượng điện ròng.

Thật vậy, với sự phục hồi cao hơn của thủy điện, năm 2024 có thể chứng kiến sản lượng điện đốt than ở Trung Quốc vẫn giữ nguyên hoặc thậm chí ghi nhận mức giảm. Giả sử nhu cầu tăng trưởng đáng kể là 6,2% và điều kiện thủy điện trung bình cho năm 2025, sản lượng điện đốt than của Trung Quốc sẽ giảm 1% vào năm tới. Điều này cũng sẽ được hỗ trợ bởi sự tăng trưởng liên tục của sản lượng điện mặt trời (+36%) và điện gió (+29%) cũng như sản lượng điện hạt nhân tăng (+9%) do các lò phản ứng mới đi vào hoạt động. Trong khi áp lực giảm đối với sản lượng điện đốt than của Trung Quốc chủ yếu là về mặt cấu trúc, tác động của thời tiết và cú sốc kinh tế có thể gây ra sự gia tăng trong từng năm. Ngược lại,

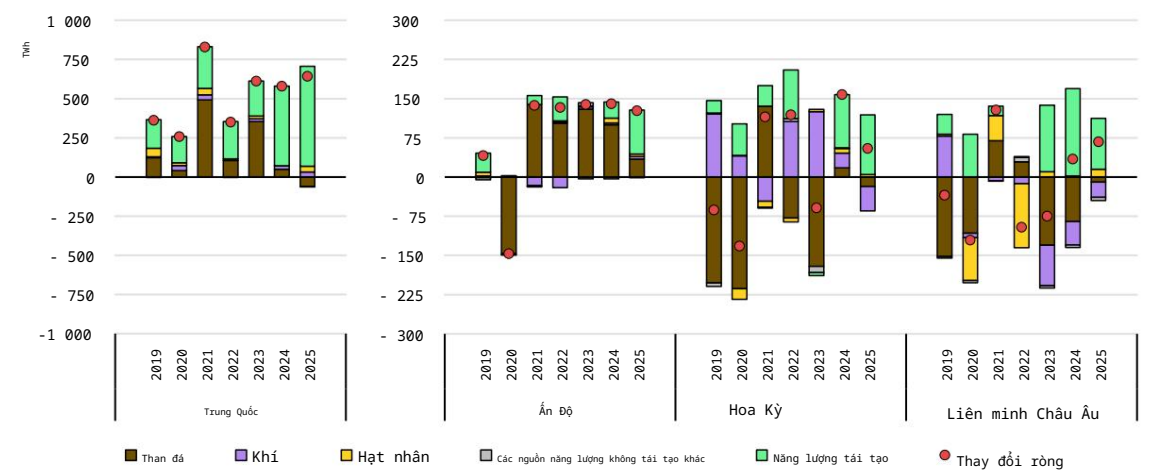
Sản lượng điện chạy bằng khí đốt ở Trung Quốc sẽ vẫn mạnh mẽ và dự kiến sẽ tăng trên 7% hằng năm vào năm 2024 và tăng thêm 10% vào năm 2025.

Tại Ấn Độ, tình trạng hạn hán xuất hiện vào năm 2023 sau khi hiện tượng El Niño bắt đầu tiếp tục tác động vào năm 2024, dẫn đến sản lượng điện từ thủy điện giảm 8% so với cùng kỳ năm ngoái trong nửa đầu năm 2024. Do đó, trong bối cảnh nhu cầu điện tăng mạnh, sản lượng điện từ than đã tăng 10% trong nửa đầu năm 2024.

Sản lượng khí đốt tăng 50% trong cùng kỳ. Sự gia tăng này theo sau một [điều khoản khẩn cấp được chính](#) phủ yêu cầu các công ty vận hành các nhà máy điện chạy bằng khí đốt chưa được sử dụng hết công suất bằng cách nhập khẩu nhiên liệu. Đồng thời, yêu cầu các nhà máy điện chạy bằng than nhập khẩu phải hoạt động hết công suất đã được gia hạn đến ngày 15 tháng 10 năm 2024 do nhu cầu dự kiến cao trong giai đoạn cao điểm mùa hè. Do đó, chúng tôi kỳ vọng sản lượng điện chạy bằng than ở Ấn Độ sẽ vẫn mạnh mẽ, tăng trung bình 7% trong cả năm. Trong cùng kỳ, chúng tôi kỳ vọng sản lượng điện mặt trời sẽ tăng 32% và điện gió sẽ tăng 4%, tiếp theo là vào năm 2025

tăng trưởng hơn 20% trong sản xuất điện mặt trời và 3% trong sản xuất điện gió. Khi sản lượng điện tái tạo tăng, chúng tôi kỳ vọng sản lượng điện đốt than sẽ ghi nhận mức tăng hạn chế khoảng 2% vào năm 2025, giả sử điều kiện thời tiết bình thường.

Thay đổi theo năm về sản lượng điện theo nguồn ở một số vùng được chọn, 2019-2025



Ghi chú: Các nguồn năng lượng không tái tạo khác bao gồm dầu, chất thải và các nguồn năng lượng không tái tạo khác. Các số liệu cho năm 2024 và 2025 là giá trị dự báo.

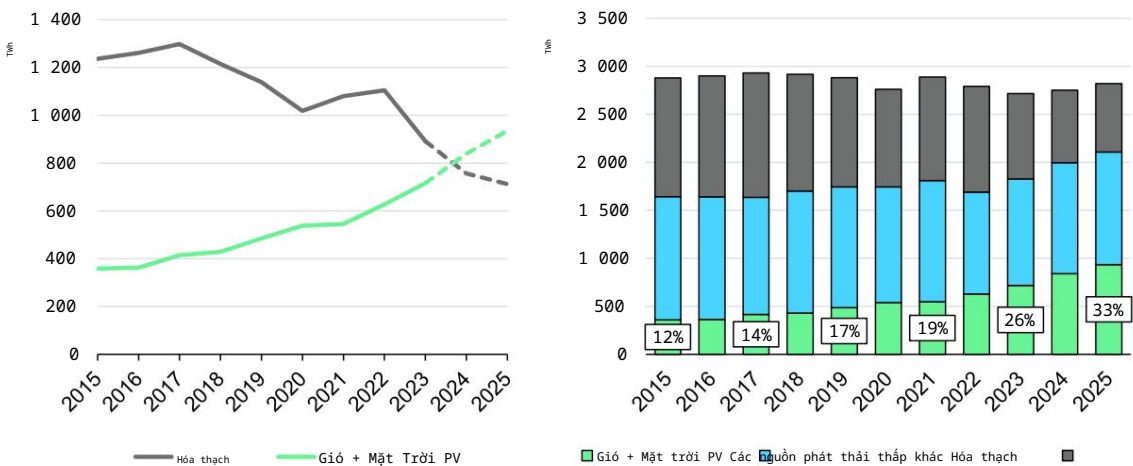
Trong nửa đầu năm 2024, Hoa Kỳ đã ghi nhận mức tăng 6% về sản lượng điện chạy bằng khí đốt và nhiệt điện than tăng 2,5%. Sản lượng điện hạt nhân tăng 2,5% sau khi Đơn vị Vogtle 4 đi vào hoạt động thương mại vào tháng 4 năm 2024. Sản lượng điện mặt trời PV tăng trưởng mạnh 34% trong khi điện gió tăng 4,5% trong cùng kỳ.

Sản lượng thủy điện phục hồi nhẹ so với mức thấp được ghi nhận vào năm 2023 do tuyết tan sớm, tăng 2% so với cùng kỳ năm trước trong nửa đầu năm 2024. Trong cả năm 2024, năng lượng tái tạo dự kiến sẽ tăng 11% và năm 2025 sẽ tăng thêm 11%. Sau một đợt tăng mạnh

giảm yoy năm 2023 gần 20%, sản lượng điện đốt than dự kiến sẽ tăng khoảng 2% vào năm 2024 trong bối cảnh nhu cầu điện phục hồi và khả năng chuyển đổi từ than sang khí đốt hạn chế. Mặc dù vậy, sản lượng điện đốt than sẽ ít hơn một nửa so với một thập kỷ trước. Sự gia tăng vào năm 2024 trong sản xuất điện từ than dự kiến sẽ tiếp theo là mức giảm 2% vào năm 2025, với nhiều nhà máy điện chạy bằng than dự kiến sẽ ngừng hoạt động đến cuối năm. Sản lượng điện chạy bằng khí đốt dự kiến sẽ tăng 1,5% vào năm 2024 và sau đó giảm hơn 2% vào năm 2025 do việc sử dụng năng lượng tái tạo tiếp tục mở rộng.

Trong nửa đầu năm 2024, Liên minh châu Âu chứng kiến sản lượng điện từ thủy điện tăng 20%, điện mặt trời tăng 18% và điện gió tăng 9%. Đồng thời, sản lượng điện từ than giảm 22% và khí đốt tự nhiên giảm 17%. Sự tăng trưởng mạnh mẽ của năng lượng tái tạo trong bối cảnh nhu cầu điện phục hồi chậm dự kiến sẽ tiếp tục giảm sản lượng điện đốt hóa thạch tại Liên minh châu Âu vào năm 2024 và năm 2025. Đánh dấu một cột mốc quan trọng, sản lượng điện gió và điện mặt trời PV dự kiến sẽ vượt qua sản lượng điện đốt hóa thạch tại Liên minh châu Âu vào năm 2024, với tổng thị phần trong tổng nguồn cung tăng từ 26% vào năm 2023 lên 30% vào năm 2024 và lên 33% vào năm 2025. Phù hợp với những mức tăng này, tỷ trọng của tất cả các nguồn năng lượng tái tạo trong tổng sản lượng điện dự kiến sẽ đạt 50% vào năm 2024 và 52% vào năm 2025, so với 44% vào năm 2023. Giả sử điều kiện thời tiết bình thường trong nửa cuối năm 2024 và nhu cầu tăng trưởng 1,7% trong cả năm, chúng tôi dự báo sản lượng điện từ than sẽ giảm 24% và khí đốt giảm 10% vào năm 2024. Với sự phục hồi liên tục của đội tàu hạt nhân của Pháp và sự gia tăng của năng lượng tái tạo, dự kiến sẽ tiếp tục giảm sản lượng điện từ than (-4%) và khí đốt (-7%) vào năm 2025.

Sản xuất điện theo nguồn tại Liên minh Châu Âu, 2015-2025

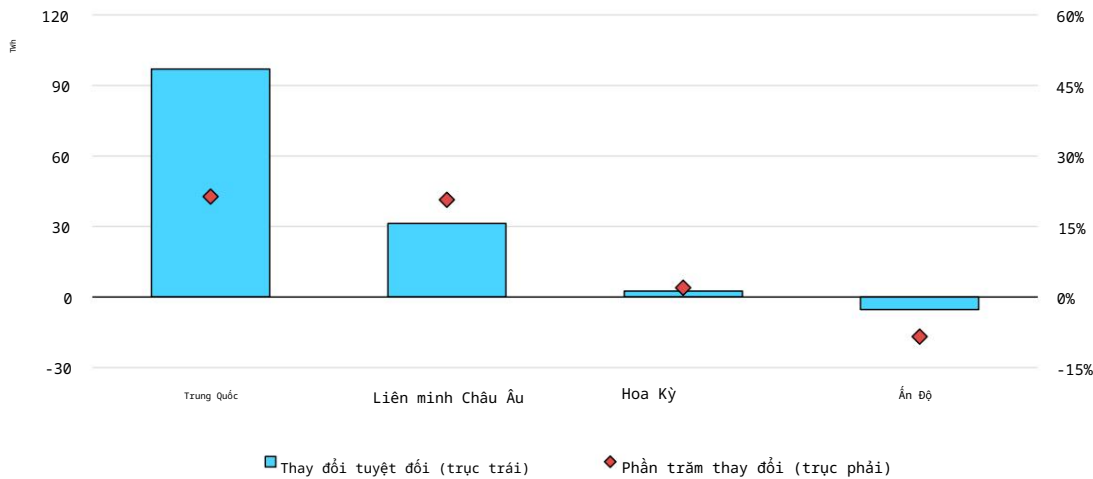


Lưu ý: Các số liệu cho năm 2024 và 2025 là giá trị dự báo.

Sản lượng thủy điện giảm ở nhiều vùng trong nửa đầu năm 2024 do tác động của thời tiết

Trong khi sản lượng thủy điện tăng mạnh theo năm tại Trung Quốc (+21%) và Liên minh châu Âu (+20%) trong nửa đầu năm 2024, nhiều khu vực khác bị ảnh hưởng bởi tình trạng hạn hán. Sản lượng thủy điện thấp hơn ở những khu vực này dẫn đến việc tăng sản lượng điện đốt hóa thạch để đáp ứng nhu cầu. Trong một số trường hợp, việc thiếu công suất thích hợp dẫn đến tình trạng cắt điện và mất điện.

Thay đổi sản lượng thủy điện ở một số vùng, H1 2024 so với H1 2023



Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) CC BY 4.0

Năm 2023 là năm ẩm nhất được ghi nhận và giai đoạn El Niño 2023/24 cho đến nay là một trong những giai đoạn mạnh nhất từng được ghi nhận. El Niño thường có ảnh hưởng mạnh hơn về khí hậu toàn cầu trong năm thứ hai của sự phát triển - trong trường hợp này là năm 2024. El Niño thường mang lại lượng mưa gió mùa giảm ở Đông Nam Á. Đến tháng 3, các hồ chứa nước của Ấn Độ đã giảm xuống mức thấp nhất trong 5 năm. Trong nửa đầu năm 2024, sản lượng điện thủy điện giảm 8% so với cùng kỳ cùng kỳ năm trước.

Trong năm tháng đầu năm 2024, sản lượng thủy điện tại Việt Nam thấp hơn 20% so với cùng kỳ năm trước. Trong cùng kỳ, nhu cầu điện tăng khoảng 11% so với cùng kỳ năm 2023. Điều này được cho là do việc sử dụng máy điều hòa không khí tăng lên sau đợt nắng nóng dữ dội, một phần do El Niño gây ra. Đợt nắng nóng này trùng với thời điểm lượng mưa giảm. Công ty điện lực nhà nước của Việt Nam đã bắt đầu tích trữ nước tại các đập thủy điện vào đầu năm 2024 để chuẩn bị cho mùa khô kéo dài.

Mức nước trong các hồ chứa ở Colombia đã giảm xuống mức thấp kỷ lục là 30% vào tháng 4 do hạn hán do hiện tượng El Niño gây ra. Cùng lúc đó, nhu cầu điện ở Colombia tăng cao hơn

hơn 8% vào tháng 3 năm 2024, so với năm trước. Để giảm thiểu điều này, Colombia đã ban hành một [nghị quyết yêu cầu](#) sử dụng tối đa năng lượng tái tạo biến đổi (VRE) và xóa bỏ hình phạt đối với các sai lệch so với mục tiêu điện năng đối với các máy phát điện như vậy. Colombia cũng ngừng xuất khẩu điện sang Ecuador. Để ứng phó, chính phủ Ecuador bắt đầu [phân phối điện theo định mức](#). [Tình hình tại Ecuador](#) trở nên khả quan hơn vào cuối tháng 4 khi những trận mưa lớn kéo dài vào cuối tháng, chấm dứt chế độ phân phối theo khẩu phần từ tháng 5.

Ở Mexico, nửa đầu năm 2024 được đặc trưng bởi các đợt nắng nóng và hạn hán, đặc biệt nghiêm trọng ở các tiểu bang phía tây bắc của đất nước. Ví dụ, nhà máy thủy điện 135 MW El Novillo [đã ngừng hoạt động](#) sản xuất điện kể từ tháng 4 do mực nước thấp (khoảng 11%) và việc bơm nước cho nhà máy thủy điện 422 MW Huites đã bị [dừng lại](#) kể từ tháng 5 để ngăn ngừa hư hỏng [thiệt bị](#) trong khi mực nước trong thời gian đó được duy trì gần 20%. Nhà máy Infiernillo công suất 1.120 MW ở phía đông nam đất nước đã chứng kiến [mức lưu trữ liên tục giảm](#), từ khoảng 70% vào tháng 4 đến

46% vào tháng 7.

Mùa đông 2023/24 ở Canada là mùa đông ấm nhất từng được ghi nhận, khi đất nước này nhận được nhiệt độ [thấp hơn mức trung bình](#) lượng mưa. Vào tháng 1 năm 2024, sản lượng điện thủy điện đạt [mức thấp nhất](#) mức độ trong tháng kể từ năm 2009. Tại [British Columbia](#), lượng tuyết bắt đầu tan sớm hơn so với những năm trước, với lượng tuyết vào tháng 5 đạt [66%](#) ở mức độ thông thường.

El Niño được biết đến là nguyên nhân gây ra lượng mưa dưới mức trung bình và nhiệt độ cao ở Nam Phi. Năm 2024, khu vực này ghi nhận lượng mưa thấp nhất vào tháng 1 và tháng 2 trong ít nhất [40 năm](#). Vào đầu tháng 6 [năm 2024](#), Hồ Kariba của Zimbabwe, nơi cung cấp phần lớn điện thủy điện tiêu thụ ở cả Zimbabwe và Zambia, đạt mức [đầy khoảng 12%](#), so với 30% của năm trước. Vào tháng 12 năm 2023, [Zambezi Cơ quan quản lý sông ngòi](#), đơn vị quản lý đập, đã phải giảm lượng nước phân bổ cho phát điện do [tình trạng](#) hạn hán.

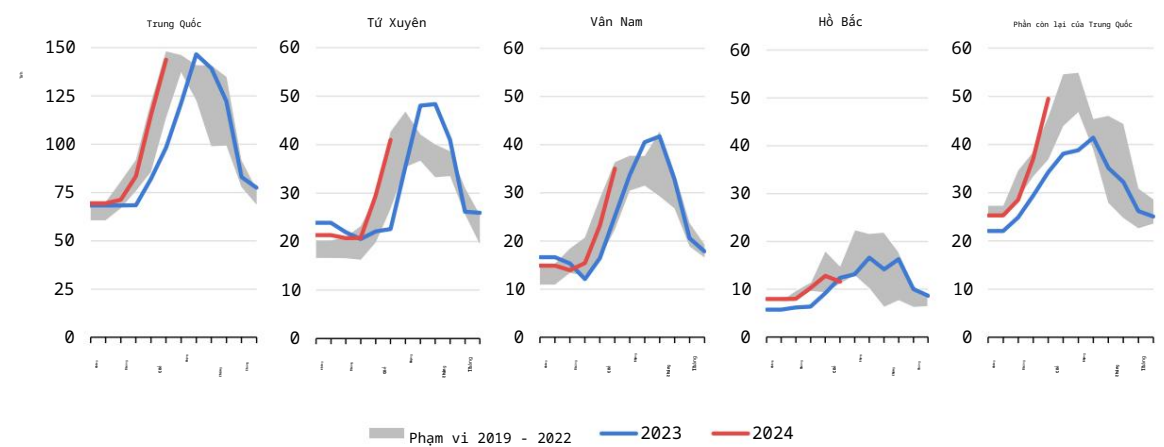
Sự phục hồi thủy điện ở Trung Quốc trong nửa đầu năm 2024 diễn ra mạnh mẽ, mặc dù có sự khác biệt giữa các tỉnh

Sau khi chịu một loạt hạn hán kể từ giữa năm 2022, sản lượng thủy điện đã phục hồi đáng kể trong nửa đầu năm 2024, tăng 21% so với cùng kỳ năm trước. Mưa xuân ở Trung Quốc đến sớm hơn bình thường và rất lớn, đạt mức kỷ lục ở một số khu vực. Dự báo cho thấy sản lượng thủy điện ở Trung Quốc có thể phục hồi khoảng 10-12% trong cả năm 2024.

Bốn lưu vực thoát nước ở phía nam Trung Quốc chịu trách nhiệm cho hầu hết sản lượng thủy điện của đất nước – sông Dương Tử, sông Châu Giang, sông Đông Nam và sông Tây Nam. Hầu hết lượng mưa hàng năm ở Trung Quốc

Tây Nam thường xảy ra vào khoảng tháng 6 đến tháng 8 trong mùa gió mùa Đông Á. Lượng mưa trong giai đoạn này sau đó sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc xác định mức độ phục hồi thủy điện vào năm 2024.

Sản xuất thủy điện ở Trung Quốc và các tỉnh thủy điện lớn nhất, 2019-2024



Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) CC BY 4.0.

Nguồn: Phân tích của IEA dựa trên dữ liệu từ Cục Thống kê Quốc gia Trung Quốc.

Tháng 6 và đầu tháng 7 mang đến hạn hán đến các khu vực phía bắc như Cam Túc và Thiểm Tây, trong khi các tỉnh ở phía nam như Phúc Kiến và Vân Nam xảy ra lũ lụt. Cục Thống kê Quốc gia Trung Quốc (NBS) báo cáo sản lượng điện thủy điện tháng 5 tăng gần 40% so với cùng kỳ năm trước, thay thế sản xuất điện từ than. Sông Dương Tử được cho là đã bị lũ lụt trong cùng thời kỳ, đẩy mực nước của Đập Tam Hiệp lên tới 161 mét, gần với độ cao hồ chứa 175 m của nó. Tập đoàn Tam Hiệp Trung Quốc (CTG) thuộc sở hữu nhà nước, cũng quản lý một số nhà máy thủy điện lớn ở tỉnh Hồ Bắc, báo cáo mưa lớn trong tháng 6. Ở tỉnh Quảng Tây phía nam, 30 trạm thủy văn báo cáo mực nước cao hơn mức cảnh báo.

Phát thải: Phát điện CO2

mức phát thải ổn định vào năm 2024-2025

Lượng khí thải toàn cầu từ sản xuất điện tăng 1,4% vào năm 2023, sau khi tăng 1,6% vào năm 2022. Điều này xảy ra mặc dù thủy điện năm 2023 giảm hơn 2%, thúc đẩy sản xuất điện từ nhiên liệu hóa thạch ở nhiều nơi trên thế giới để đáp ứng nhu cầu điện. Vào năm 2024, sự gia tăng lớn về sản xuất điện gió và mặt trời trên toàn cầu, kết hợp với sự phục hồi của thủy điện ở Trung Quốc đã hạn chế sự gia tăng sản lượng điện từ nhiên liệu hóa thạch. Do đó, chúng tôi dự kiến lượng khí thải CO2 sẽ vẫn tương đối ổn định, tăng khoảng 0,5%. Đối với năm 2025, chúng tôi dự kiến lượng khí thải sẽ giảm với tốc độ tương tự khi năng lượng tái tạo tiếp tục tăng trưởng và thay thế nguồn cung từ nhiên liệu hóa thạch. Tuy nhiên, sự thay đổi so với điều kiện thời tiết bình thường, chẳng hạn như đợt nắng nóng dữ dội, đợt lạnh hoặc xu hướng thủy điện dưới mức trung bình, có thể gây ra sự gia tăng phát thải trong từng năm. Tuy nhiên, sự thay đổi về mặt cấu trúc từ nhiên liệu hóa thạch sang năng lượng tái tạo trong sản xuất điện được thiết lập để vẫn mạnh mẽ.

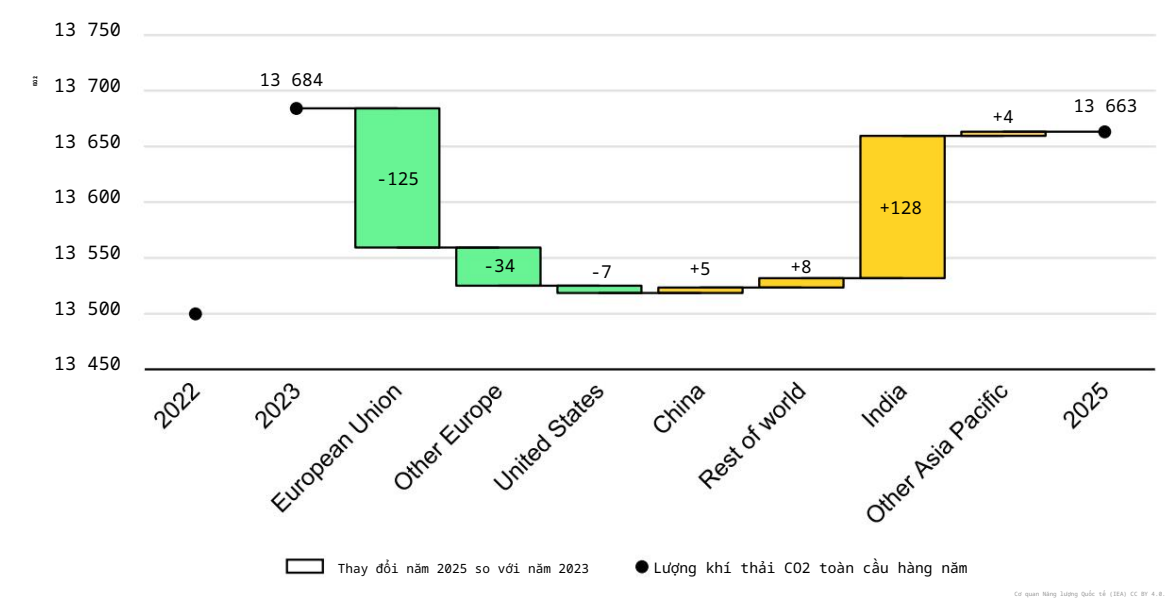
Lượng khí thải tăng ở Ấn Độ được bù đắp nhiều hơn bởi lượng khí thải giảm ở Châu Âu và Hoa Kỳ

Các tiểu bang

Nhiều khu vực trên thế giới dự kiến sẽ bắt đầu chứng kiến lượng khí thải từ sản xuất điện giảm cho đến năm 2025. Sự suy giảm lớn nhất dự kiến đến từ Liên minh châu Âu, chiếm phần lớn tổng mức suy giảm, tiếp theo là các nước châu Âu khác. Lượng khí thải của ngành điện Hoa Kỳ dự kiến sẽ ghi nhận mức giảm nhẹ, trong khi ở Trung Quốc, lượng khí thải dự kiến sẽ tăng nhẹ. Ấn Độ và Đông Nam Á sẽ tiếp tục ghi nhận lượng khí thải cao hơn từ ngành điện do sản xuất điện từ than tăng.

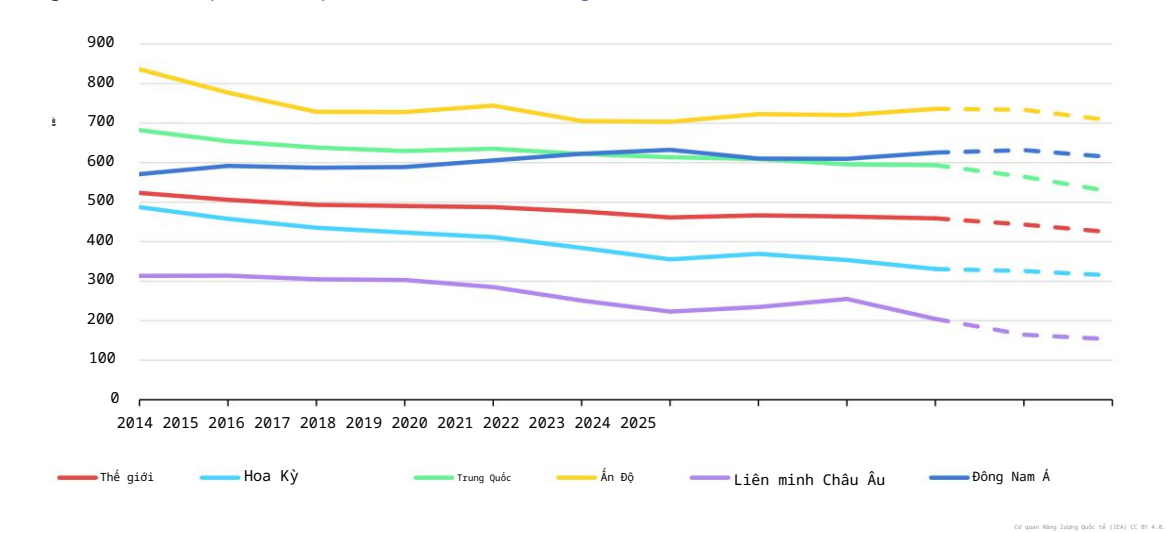
Hoa Kỳ dự kiến sẽ là một trong số ít nền kinh tế tiên tiến vào năm 2024 nơi lượng khí thải của ngành điện tăng theo từng năm, tăng nhẹ dưới 2%. Sự gia tăng phát thải này diễn ra sau mức giảm mạnh 8% vào năm 2023 và là do tăng trưởng theo năm về sản lượng điện đốt than, được thúc đẩy bởi nhu cầu điện phục hồi sau đợt suy giảm năm 2023 và động lực giá khí đốt. Những xu hướng này sẽ nhạy cảm với tác động của thời tiết và giá thị trường đối với khí đốt tự nhiên trong nửa cuối năm.

Thay đổi trong lượng khí thải CO2 toàn cầu từ sản xuất điện, năm 2025 so với năm 2023



Với việc tăng tỷ lệ các nguồn phát thải thấp, cường độ phát thải của Sản lượng điện của thế giới dự kiến sẽ giảm với tốc độ trung bình hàng năm là 4% từ 460 g CO2/kWh vào năm 2023 xuống 425 g CO2/kWh vào năm 2025. Liên minh Châu Âu dự kiến sẽ chứng kiến tốc độ giảm cường độ phát thải cao nhất, với mức giảm trung bình hàng năm là 13%, từ 205 g CO2/kWh vào năm 2023 xuống 155 g CO2/kWh vào năm 2025. Trung Quốc cũng dự kiến sẽ chứng kiến sự suy giảm mạnh (trung bình 6%), từ 595 g CO2/kWh vào năm 2023 xuống 525 g CO2/kWh vào năm 2025.

Cường độ CO2 của quá trình phát điện ở một số vùng được chọn, 2014-2025



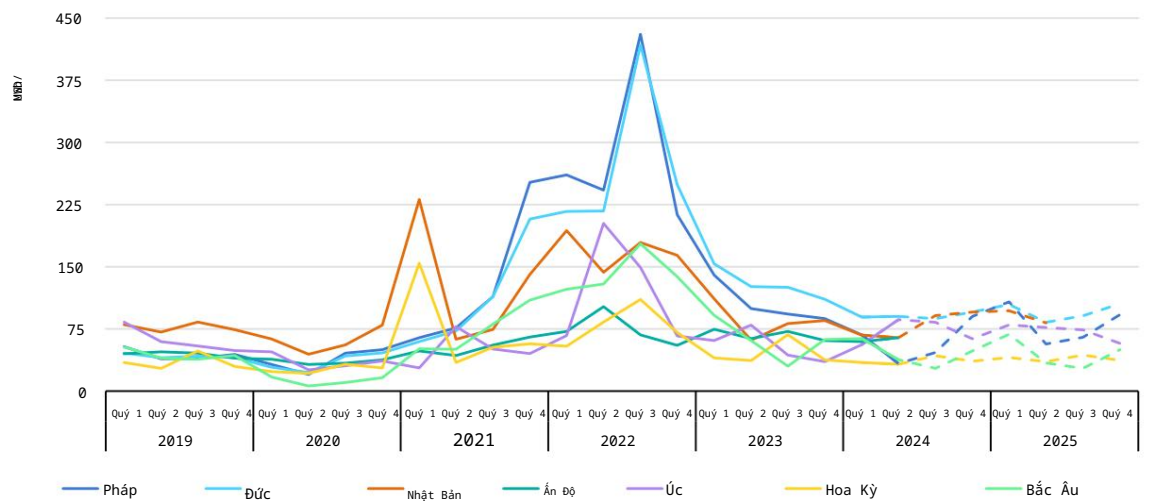
Lưu ý: Cường độ CO2 được tính bằng tổng lượng phát thải CO2 chia cho tổng lượng phát thải.

Giá cả: Giá điện bán buôn tiếp tục khác nhau giữa các khu vực

Thị trường hàng hóa năng lượng có sự giảm nhẹ trong nửa đầu năm 2024 so với năm 2023. Điều này gây áp lực giảm giá điện bán buôn ở nhiều thị trường so với năm trước, một xu hướng cũng được hỗ trợ bởi việc sản xuất mạnh mẽ từ năng lượng tái tạo ở một số khu vực nhất định. Trong khi giá bán buôn trung bình đã trở lại mức trước năm 2021 ở một số thị trường, thì chúng vẫn ở mức cao ở những thị trường khác. Các đợt nắng nóng dữ dội mà nhiều khu vực hiện đang trải qua có thể gây áp lực tăng giá vào mùa hè do nhu cầu điện để làm mát tăng.

Khí đốt đẩy giá điện tăng cao ở châu Âu, trong khi thị trường Hoa Kỳ vẫn ổn định ở mức trung bình

Giá bán buôn trung bình theo quý cho một số khu vực được chọn, 2019-2025



Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) CC BY 4.0

Ghi chú: Giá cho Úc và Hoa Kỳ được tính theo giá trung bình có trọng số theo nhu cầu của giá có sẵn tại thị trường khu vực của họ. Đường liên tục hiển thị dữ liệu lịch sử và đường đứt nét biểu thị giá kỳ hạn.
Nguồn: Phân tích của IEA dựa trên dữ liệu từ RTE (Pháp) - truy cập thông qua Nền tảng minh bạch ENTSO-E; Bundesnetzagentur (2024), [SMARD.de](#); AEMO (2024), [Dữ liệu tổng hợp về giá và nhu cầu](#); EIA (2024), [Triển vọng năng lượng ngắn hạn, tháng 7 năm 2024](#); IEX (2023), [Giá khu vực](#); EEX (2024), [Tương lai năng lượng](#); ASX (2024), [Hợp đồng tương lai điện](#) © ASX Limited ABN 98 008 624 691 (ASX) 2020. Mọi quyền được bảo lưu. Tài liệu này được sao chép với sự cho phép của ASX. Tài liệu này không được sao chép, lưu trữ trong hệ thống truy xuất hoặc truyền tải dưới bất kỳ hình thức nào, dù là toàn bộ hay một phần, mà không có sự cho phép trước bằng văn bản của ASX. Cập nhật mới nhất: Ngày 11 tháng 7 năm 2024.

Tại nhiều nước châu Âu, bao gồm Pháp và Đức, giá điện bán buôn tiếp tục giảm trong nửa đầu năm 2024. Giá trung bình ở châu Âu vào khoảng 70 USD/MWh, giảm trở lại mức của nửa đầu năm 2021 nhưng vẫn cao hơn 40% so với mức trung bình của nửa đầu năm 2019.

Giá điện tại Pháp trong nửa đầu năm 2024 tiếp tục giảm do [mức tiêu thụ điện theo mùa thấp và cung vượt cầu](#). Thị trường điện trước đây vốn eo hẹp ở Pháp đã dịu đi khi sản lượng từ các nhà máy điện hạt nhân tiếp tục tăng, xương sống của ngành sản xuất điện của đất nước. Kể từ giữa tháng 3 năm 2024, [truyền tải xuyên vùng](#) bị hạn chế do [lo ngại về an toàn. Với](#) khả năng xuất nhập khẩu hạn chế, điều này đã cô lập một phần giá bán buôn trong nước.

Giá tại Pháp trung bình thấp hơn khoảng 55 USD/MWh so với Đức trong quý 2 năm 2024. Trong khi giá tương lai cho thấy kỳ vọng rằng chênh lệch giá bán buôn sẽ thu hẹp, chúng cũng cho thấy giá cao hơn ở Đức so với ở Pháp. Chênh lệch giá giữa hai thị trường thậm chí còn thu hẹp hơn nữa đối với các kỳ giao hàng vào mùa đông do nhu cầu điện cao hơn trong mùa đông và giá tăng đối với khí đốt tự nhiên, thường xuyên thiết lập giá thị trường như nhiên liệu cận biên.

Tại Hoa Kỳ, giá điện bán buôn trung bình trong H1 2024 vào khoảng 30 USD/MWh, giảm gần 15% so với cùng kỳ năm 2023. Giá trong sáu tháng đầu năm đã đạt mức gần nhất được thấy trong nửa đầu năm 2019. Mặc dù trải qua một [mùa đông ôn hòa trung bình](#), Hoa Kỳ [phải đối mặt với](#) tình trạng thời tiết khắc nghiệt trong thời gian ngắn và giá điện tăng đột biến ở một số tiểu bang như New York và khu vực New England do [khí đốt tự nhiên bị đóng băng](#) giáng vào đầu [năm 2024. Trong giai đoạn](#) triển vọng, giá kỳ hạn cho năm 2024 và 2025 cho thấy mức giá ổn định, với giá mùa hè tương đối cao hơn (Quý 3 năm 2024) chủ yếu do kỳ vọng nhu cầu điện tăng cao vào mùa hè ở nhiều khu vực của Hoa Kỳ do đợt nắng nóng.

Giá bán buôn của Nhật Bản đã giảm 35% so với cùng kỳ năm ngoái trong nửa đầu năm 2024, trung bình dưới 70 USD/MWh trong quý 2 năm 2024. Sự sụt giảm này là do giá LNG thấp hơn, mùa đông ôn hòa và việc khởi động lại dần dần đội tàu điện hạt nhân. Giá điện tương lai cho thấy giá điện bán buôn sẽ tăng vào mùa đông năm 2024/25 sắp tới, với mức giá khoảng 90 USD/MWh, do giá khí đốt tương lai tăng.

Giá điện bán buôn tại Úc trong nửa đầu năm 2024 vẫn tương tự như cùng kỳ năm trước, ở mức trung bình khoảng 70 đô la Mỹ/MWh. Chủ yếu được thúc đẩy bởi giá than ổn định và công suất các nguồn năng lượng tái tạo (RES) ngày càng tăng, giá điện bán buôn vẫn ổn định mặc dù Úc chứng kiến [nhu cầu điện tăng trưởng](#) và điều kiện thời tiết [khắc nghiệt thỉnh thoảng xảy ra](#). Vào giữa tháng 2 năm 2024, Victoria đã trải qua một [cơn bão nghiêm trọng](#) gây ra tình trạng [mất điện, dẫn](#) đến giá tăng đột biến. Giá điện tương lai cho thấy mức giá tương đối ổn định nhưng có mức đáy vào quý IV năm 2024 và 2025.

Tại Ấn Độ, giá điện đã giảm 10% so với cùng kỳ năm ngoái trong nửa đầu năm 2024. Các biện pháp chủ động được chính phủ và các cơ quan quản lý thực hiện, bao gồm cả việc bán điện thặng dư được trưng dụng trên các sàn giao dịch điện, tăng nguồn cung nhiên liệu và đảm bảo tính khả dụng cao hơn của các đơn vị phát điện, tạo ra tính thanh khoản lớn hơn trên các sàn giao dịch, gây áp lực giảm giá. Tuy nhiên, giá vẫn Cao hơn 40% so với mức trung bình năm 2019, nhờ nhu cầu điện tăng cao do tăng trưởng kinh tế và nhu cầu làm mát ngày càng tăng.

Giá điện âm đang ngày càng phổ biến ở một số vùng

Mặc dù giá âm vẫn chưa phổ biến ở nhiều thị trường điện, nhưng đã có sự gia tăng đáng kể vào năm 2024 về tần suất các sự kiện giá bán buôn âm ở nhiều khu vực khác nhau. Ở một số thị trường, chẳng hạn như Nam Úc, giờ có giá âm dường như đã trở thành chuẩn mực mới, với tỷ lệ khoảng 20% kể từ năm 2023. Ở một số thị trường khác như Nam California và

một số khu vực của Texas có mức giá âm trên 5% cũng đã trở nên phổ biến.

Hiện tượng giá âm không chỉ xảy ra ở thị trường điện mà còn phổ biến hơn nhiều do đặc điểm của nó. Trong thị trường điện, cung và cầu phải liên tục cân bằng trước tình trạng năng lực lưu trữ hạn chế

và tính linh hoạt không đủ về phía cầu, trong khi cùng lúc đó một số nguồn phát điện phải tuân theo các quy định về kỹ thuật, kinh tế, hợp đồng hoặc quy định ràng buộc. Điều này có thể dẫn đến tình huống mà một người nào đó sẵn sàng trả tiền cho người khác để lấy năng lượng của họ thay vì ngừng sản xuất. Theo nghĩa này, giá âm là một tín hiệu thị trường quan trọng khuyến khích tất cả những người có khả năng làm như vậy giảm sản xuất và tăng tiêu thụ.

Có thể có nhiều yếu tố góp phần vào giá âm. Các chương trình hỗ trợ đối với thế hệ năng lượng tái tạo, ví dụ, dưới hình thức thuế suất thu mua điện và giấy chứng nhận xuất xứ, hoặc các thỏa thuận hợp đồng khác khuyến khích khối lượng phát ra phải được tối đa hóa, có thể góp phần làm giá âm. Do đó, năng lượng tái tạo máy phát điện theo các chương trình như vậy có thể tiếp tục sản xuất mặc dù giá giảm xuống dưới 0. Mặt khác, các mô-đun quang điện mặt trời trên mái nhà (hoặc tua-bin gió thế hệ cũ) thường không bị cắt giảm kinh tế do hạn chế về mặt kỹ thuật, vì vậy chúng không phản ứng với các tín hiệu giá.

Đối với một số nhà máy điện nhiệt, việc đóng cửa và sau đó khởi động lại sau có thể chậm và tốn kém, do đó, họ có thể thích trả tiền để duy trì hoạt động trong thời gian giá điện thấp (tức là thấp hơn chi phí cận biên của họ). Sự tồn tại của các cam kết ngoài thị trường của các máy phát điện thông thường cũng có thể đóng một vai trò, chẳng hạn như một số nhà máy hoạt động bất chấp giá năng lượng âm để cung cấp các dịch vụ phụ trợ cho hệ thống. Tình trạng tắc nghẽn lưới điện hoặc khả năng nhập khẩu và xuất khẩu điện hạn chế (hoặc thiếu) giữa các khu vực cân bằng có thể góp phần làm giá điện âm.

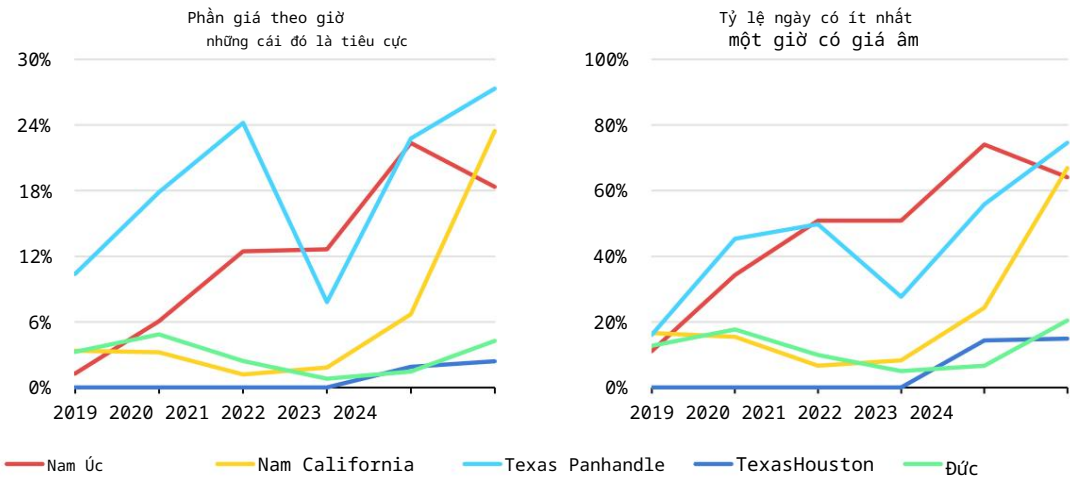
Giá âm đã trở thành chuẩn mực mới ở một số thị trường, trong khi ở những thị trường khác, những trường hợp đầu tiên đang xuất hiện

Sự gia tăng đột biến về số giờ có giá âm là xu hướng chung ở nhiều thị trường trong nửa đầu năm 2024. Trong nửa đầu năm, tỷ lệ giờ âm ở Nam California là trên 20%, tăng gấp ba lần so với mức 7% trong nửa đầu năm 2023.

Vào tháng 4 năm 2024, giá bán buôn ở Nam California và khu vực Texas Panhandle là âm trong 40% thời gian. Ở Nam Úc, giá là âm 18% thời gian trong nửa đầu năm 2024, ít hơn một chút so với năm 2023.

Ở những khu vực này, hiện nay, việc có một ngày có ít nhất một số khoảng giá âm phổ biến hơn nhiều so với một ngày chỉ có giá dương. Ví dụ, ở Nam Úc, chỉ có 75 ngày không có giờ nào có giá âm trong toàn bộ năm 2023. Giá giao ngay trung bình theo khối lượng có trọng số của hàng xuất khẩu liên vùng từ Nam Úc sang Victoria là âm vào năm 2023. Điều này có nghĩa là, nhìn chung, Nam Úc không chỉ trả tiền để nhập khẩu điện mà còn để xuất khẩu điện.

Xu hướng giá bán buôn âm tại một số khu vực trong nửa đầu năm 2019-2024



Lưu ý: Nam California tương ứng với khu vực SP15.

Tại Châu Âu, kỷ lục về thời gian kéo dài tối đa của sự kiện giá âm đã bị phá vỡ tại 16 quốc gia, bao gồm Thụy Điển, Phần Lan, Estonia, Latvia, Litva, Hà Lan, Ba Lan và Slovenia. Một số khu vực đấu thầu của Na Uy đã trải qua sự kiện giá âm dài nhất từ trước đến nay của Châu Âu là 44 giờ vào ngày 19-21 tháng 9 năm 2023, do sản lượng thủy điện dồi dào vào thời điểm năng lượng mặt trời và gió cao ở Lục địa Châu Âu hạn chế các cơ hội xuất khẩu.

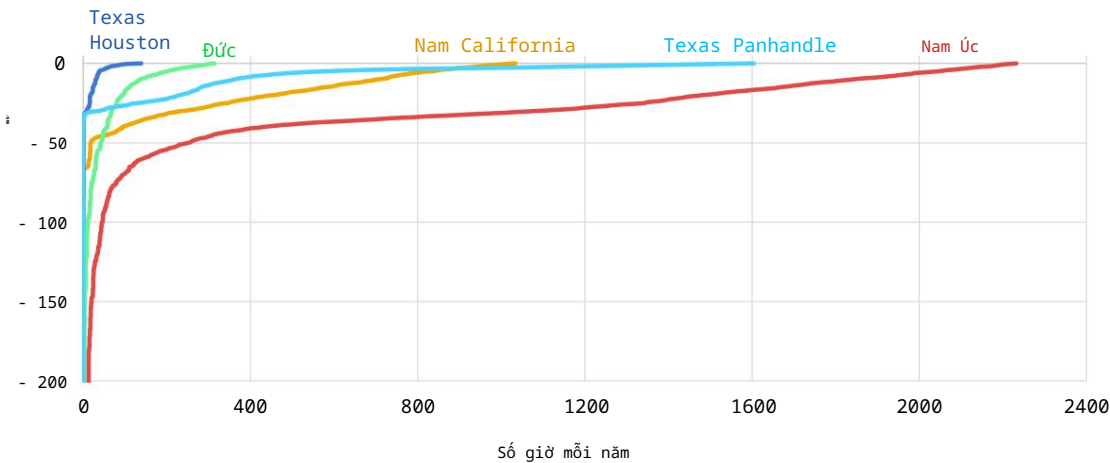
Tây Ban Nha đã trải qua mức giá âm đầu tiên trên thị trường ngày tới vào tháng 4 năm 2024, sau khi thực hiện [các Quy tắc cập nhật về hoạt động của thị trường điện vào tháng 12 năm 2023](#), cho phép giá âm phù hợp với

Quy định của Châu Âu. Ở Nhật Bản, giá thấp nhất mức cho phép là 0,1 Yên/kWh. Tương tự như vậy, ở New Zealand, mức tối thiểu giá thầu được phép là 0,01 NZD/MWh, tuy nhiên cần xem xét lại trong thiết kế thị trường của họ vào tháng 12 năm 2023 đã khuyến nghị thay đổi các quy tắc để cho phép giá âm.

Giá âm cho đến nay vẫn ở mức vừa phải, với mức giá cực thấp hiếm khi xảy ra

Mặc dù tần suất các sự kiện giá tiêu cực ngày càng tăng, nhưng phần lớn chỉ hơi thấp hơn 0. Sau quyết định hướng dẫn từ cơ quan quản lý EU _____ ACER vào tháng 1 năm 2023, giá thanh toán tối thiểu cho các thị trường ngày trước trên khắp châu Âu đã được chuẩn hóa ở mức -500 EUR/MWh. Tuy nhiên, giá cực kỳ âm vẫn còn hiếm. Trong khoảng thời gian 12 tháng kết thúc vào tháng 5 năm 2024, giá ở Hà Lan đã âm trong 377 giờ. Giá chạm mức sàn là -500 EUR/MWh chỉ trong 3 giờ, so với 239 giờ giữa -10 EUR/MWh và EUR 0/MWh. Tại Đức, giá theo giờ đã giảm xuống mức thấp nhất là EUR -258/MWh, nhưng gần 80% giá âm đều ở mức trên EUR -15/MWh. Ở Úc, giá tối thiểu được phép là AUD -1.000/MWh (USD -665/MWh). Giá điện đã đạt mức này trong 26 giờ tại Nam Úc vào năm 2019 và 21 giờ tại Queensland vào năm 2021, nhưng chỉ đạt chưa đến 1 giờ tại mỗi khu vực trong giai đoạn 12 tháng kết thúc vào tháng 5 năm 2024. Tại Texas, có 29 giờ có giá điện âm, một số giờ thấp tới -84 USD/MWh, nhưng khoảng 70% có giá trên -3 USD/MWh.

Đường cong thời gian cho giá âm ở một số khu vực được chọn, từ tháng 6 năm 2023 đến tháng 5 năm 2024



Ghi chú: Nam California tương ứng với khu vực SP15. Giá tối thiểu được quan sát là -67 USD/MWh cho Nam California, -84 USD/MWh cho Texas Houston, -36 USD/MWh cho Texas Panhandle, -370 AUD/MWh (trung bình theo giờ) cho Nam Úc và -258 EUR/MWh cho Đức. Lưu ý rằng các giá trị được biểu thị trong hình bằng USD/MWh.

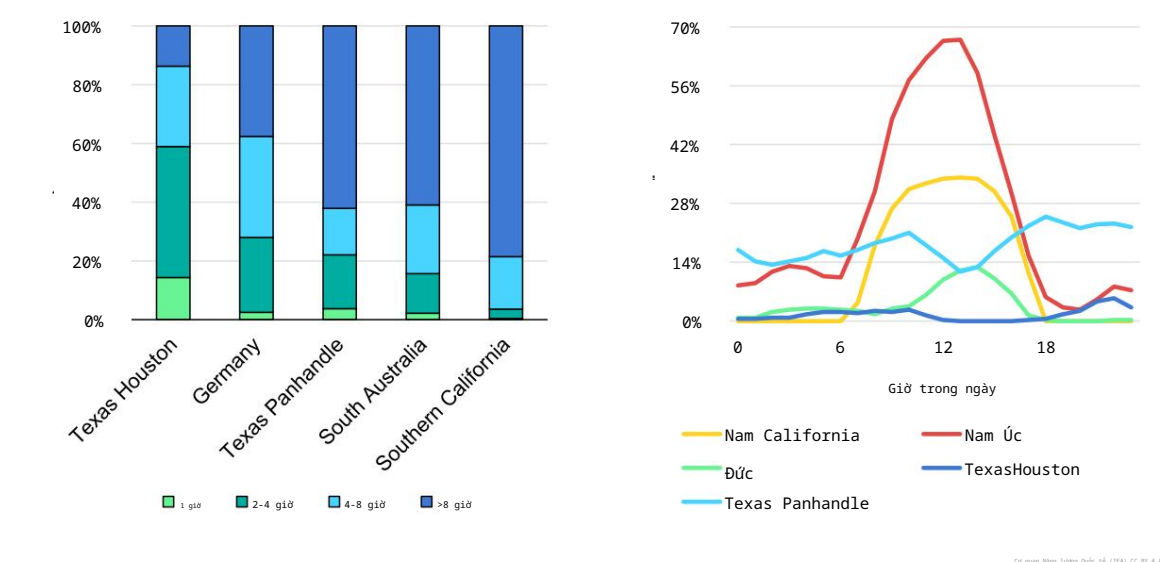
Giá âm thường xảy ra vào giờ nắng, trong khi điện mặt trời PV ngày càng phải đối mặt với tình trạng cạnh tranh giá

Khả năng giá âm cao hơn vào ban ngày ở nhiều khu vực, chẳng hạn như Nam Úc, California và Đức. Điều này được thúc đẩy bởi tỷ lệ ngày càng tăng của sản xuất điện mặt trời PV không được tích hợp hoàn toàn vào thị trường, phải đối mặt với không nhu cầu đáp ứng đủ về giá cũng như lưu trữ năng lượng hạn chế. Ví dụ, ở Nam Úc, nơi điện mặt trời chiếm gần 20% tổng sản lượng điện, khả năng có giá âm trong giai đoạn này

Tháng 6 năm 2023-tháng 5 năm 2024 là trên 60% vào khoảng giờ trưa. Ở Nam California, với tỷ lệ PV mặt trời cao tương tự trong sản xuất, khả năng này là trên 30% vào buổi trưa.

Thời gian kéo dài của các sự kiện giá âm cũng có xu hướng tăng khi có tỷ lệ cung cấp điện mặt trời PV cao hơn. Ở Nam California, từ tháng 6 năm 2023 đến tháng 5 năm 2024, 80% tổng số các sự kiện giá âm với giá liên tiếp dưới 0 có thời gian kéo dài hơn 8 giờ. Tỷ lệ này là 60% ở Nam Úc và 40% ở Đức.

Tỷ lệ các sự kiện giá âm theo thời gian (bên trái) và khả năng xảy ra giá âm trong một ngày (bên phải) ở một số khu vực được chọn, từ tháng 6 năm 2023 đến tháng 5 năm 2024



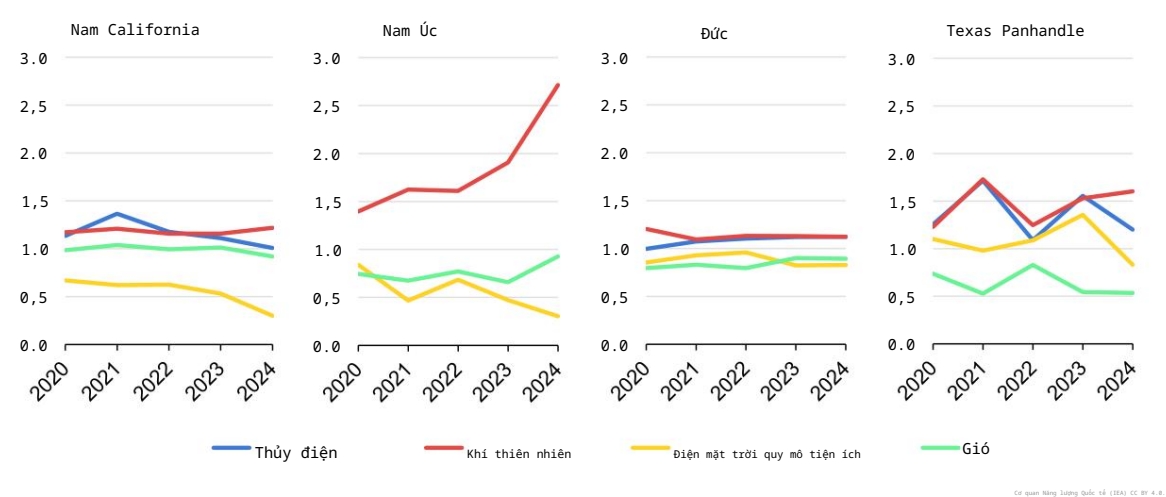
Ghi chú: Đối với phân tích bên trái, mỗi lần giá giảm xuống mức âm, thời gian trôi qua cho đến khi giá trở lại mức trên 0 USD/MWh được tính. Hai sự kiện giá âm cách nhau bởi một khoảng thời gian giá dương duy nhất được tính là các sự kiện riêng biệt. Tỷ lệ phần trăm dựa trên tổng số giờ có giá âm. Giá ở các thị trường dưới giờ được tổng hợp thành giá theo giờ. Nam California tương ứng với khu vực SP15.

Tại Texas, nơi tỷ lệ chung của PV mặt trời trong tổng sản lượng điện dưới 10%, thời gian giá âm ở khu vực Houston thường kéo dài từ 2-4 giờ và xảy ra ngoài giờ cao điểm giữa trưa vào buổi sáng và buổi tối. Ngược lại, ở khu vực Panhandle có tỷ lệ năng lượng gió cao trong điện

thể hệ nhưng có giới hạn so với khả năng xuất khẩu điện sang các khu vực khác, phần lớn các sự kiện giá tiêu cực kéo dài hơn 8 giờ.

Xu hướng tần suất giá âm cao hơn vào ban ngày và giá trị hệ thống giảm của PV mặt trời thường đi đôi với nhau ở nhiều khu vực. Tại các thị trường mà thị phần PV mặt trời trong sản xuất điện đang tăng nhanh chóng, chẳng hạn như Nam Úc, Đức, Hà Lan và Tây Ban Nha, giá 'thu được' của năng lượng mặt trời quy mô tiện ích đã giảm trong vài năm qua. Trước năm 2019, tỷ lệ thu được¹ của PV mặt trời ở những khu vực này thường lớn hơn 1, cho thấy sản lượng trùng với các giai đoạn giá cao hơn. Tuy nhiên, khi công suất lắp đặt tiếp tục tăng, vị thế thuận lợi này đã xấu đi do cái gọi là hiệu ứng 'ăn thịt lẫn nhau'. Sự suy giảm ít rõ rệt hơn đối với gió, vì tốc độ của nó cục bộ hơn ánh sáng mặt trời và các máy phát điện gió có thể sản xuất nhiều hơn vào các thời điểm nhu cầu cao điểm vào buổi tối. Ngược lại, đối với các nguồn có thể điều độ như thủy điện và các nhà máy đốt khí đốt tự nhiên, tỷ lệ thu giữ vẫn mạnh mẽ hơn và trong trường hợp của Nam Úc, đã tăng đáng kể trong những năm gần đây.

Tỷ lệ thu hồi của máy phát điện theo loại nhiên liệu tại một số khu vực trong nửa đầu năm, 2020-2024



Ghi chú: Tỷ lệ thu thập là thước đo hiệu suất của một máy phát điện (hoặc một nhóm máy phát điện) so với thị trường chung. Tỷ lệ nhỏ hơn 1 cho thấy máy phát điện chủ yếu phát điện trong thời gian giá thấp. Tỷ lệ lớn hơn 1 cho thấy sản lượng của máy phát điện trùng với thời kỳ giá cao hơn. Nam California tương ứng với khu vực SP15.

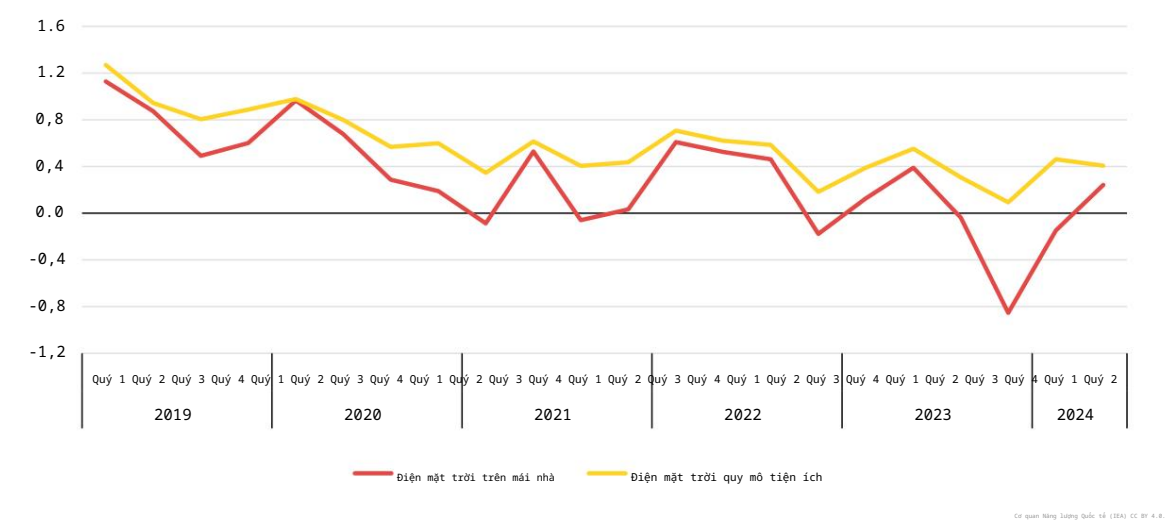
¹ Tỷ lệ thu giữ là thước đo hiệu suất của một máy phát điện (hoặc một nhóm máy phát điện) về mặt thời điểm phát điện để phù hợp với giá cao. Tỷ lệ thu giữ là giá trung bình theo khối lượng của một máy phát điện (hoặc một nhóm máy phát điện) chia cho giá trung bình (không có khối lượng) của khu vực. Nói cách khác, đó là tổng doanh thu giao ngay của một hoặc nhiều máy phát điện (USD) chia cho tổng khối lượng (MWh) để có được USD/MWh, chia cho giá trung bình (cũng là USD/MWh). Nếu một máy phát điện tạo ra công suất đầu ra không đổi trong toàn bộ khoảng thời gian, thì tỷ lệ thu giữ sẽ là 1. Các nhà máy điện cao điểm bật vào các khoảng thời gian giá cao và tắt vào các khoảng thời gian giá thấp, do đó, chúng có xu hướng có tỷ lệ thu giữ trên 1. Tỷ lệ nhỏ hơn 1 cho thấy máy phát điện chủ yếu phát điện trong thời gian giá thấp.

Điện mặt trời trên mái nhà không linh hoạt đang góp phần làm giá giảm và giảm tỷ lệ thu năng lượng mặt trời

Ở nhiều khu vực đang chứng kiến số giờ có giá âm lớn, việc sản xuất điện mặt trời trên mái nhà không linh hoạt là một yếu tố góp phần đáng kể vào giá âm và giảm tỷ lệ thu năng lượng mặt trời. Ở nhiều thị trường trên thế giới, điện mặt trời quy mô lưới điện có xu hướng được quản lý tích cực, cho phép cắt giảm kinh tế khi giá giao ngay giảm xuống mức âm. Nếu máy phát điện tắt bất cứ khi nào giá âm, tỷ lệ thu năng lượng mặt trời của chúng không thể giảm xuống dưới 0. Tuy nhiên, nhiều hệ thống điện mặt trời trên mái nhà tạo ra công suất tối đa bất kể giá giao ngay có âm hay không, dẫn đến giảm tỷ lệ thu năng lượng mặt trời. Điều này thường là do những hạn chế về mặt kỹ thuật trong việc cắt giảm sản lượng điện mặt trời trên mái nhà (ví dụ: máy phát điện phân tán không thể quan sát và không thể kiểm soát). Trong những trường hợp có thể cắt giảm về mặt kỹ thuật, những đơn vị này thường được khuyến khích tiếp tục sản xuất do các chương trình hỗ trợ như đo đếm ròng, chứng chỉ và biểu giá mua điện mặt trời, cùng với các sáng kiến khác.

Ví dụ, ở Nam Úc, tỷ lệ thu được điện mặt trời trên mái nhà thực sự đã giảm xuống dưới mức không trong một số quý. Điều này có nghĩa là trong hơn một vài tháng, điện mặt trời trên mái nhà khiến các nhà bán lẻ tốn nhiều tiền hơn trên thị trường giao ngay để sản xuất trong các giai đoạn giá âm so với số tiền họ kiếm được từ lượng điện còn lại, mặc dù các tấm pin mặt trời vẫn có thể kiếm được tiền nói chung sau khi tính đến các nguồn doanh thu khác như thuế suất ưu đãi và Chứng chỉ công nghệ quy mô nhỏ (STC).

Tỷ lệ thu năng lượng mặt trời ở Nam Úc, 2019-2024



Ghi chú: Tỷ lệ thu hồi là thước đo hiệu suất hoạt động của một máy phát điện (hoặc một nhóm máy phát điện) so với thị trường chung. Tỷ lệ nhỏ hơn 1 cho thấy máy phát điện chủ yếu phát điện trong thời gian giá thấp. Tỷ lệ lớn hơn 1 cho thấy sản lượng của máy phát điện trùng với thời kỳ giá cao hơn. Tỷ lệ thu hồi âm có nghĩa là máy phát điện phải chịu nhiều chi phí hơn để phát điện trong thời gian giá âm so với doanh thu kiếm được từ việc phát điện trong thời gian giá dương. Điều này không bao gồm doanh thu từ biểu giá điện hỗ trợ và chứng chỉ phát điện tái tạo quy mô nhỏ (chứng chỉ xuất xứ).

Để khắc phục tình trạng không linh hoạt, một số thị trường yêu cầu các tấm pin mặt trời trên mái nhà mới có thể được ngắt kết nối từ xa. Trong nhiều trường hợp, điều này thường dành cho [hệ thống Tuy nhiên](#), lý do về sức mạnh chứ không phải lý do kinh tế. Để tăng giá trị toàn bộ hệ thống, có thể thiết kế các chương trình hỗ trợ để khuyến khích sản xuất theo giá. Ngoài ra, thay vì định hướng Nam-Bắc thông thường nhằm mục đích tối đa hóa sản xuất và doanh thu, việc lựa chọn định hướng Đông-Tây cũng có thể được khuyến khích ở những thị trường có tỷ lệ thu năng lượng mặt trời thấp.

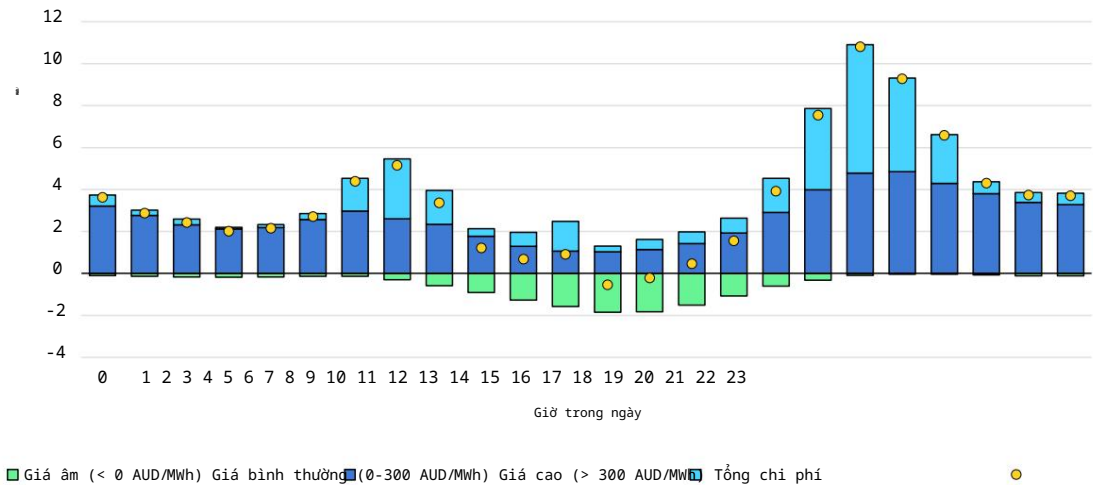
Giá âm hơn không nhất thiết tương ứng với giá điện chung thấp hơn

Giá âm có xu hướng xảy ra khi nhu cầu điện khá thấp. Do đó, tổng khối lượng năng lượng được giao dịch ở mức giá âm khá hạn chế, ngay cả khi tỷ lệ thời gian tương ứng với mức giá âm là cao. Hơn nữa, giá âm rất thấp khá hiếm và hầu hết các mức giá âm chỉ thấp hơn một chút so với mức không. Do đó, tác động của giá âm đối với tổng chi phí điện bán buôn là nhỏ. Tuy nhiên, những người tiêu dùng có quyền truy cập trực tiếp vào giá bán buôn, chẳng hạn như những người tiêu thụ năng lượng lớn trong ngành công nghiệp và dịch vụ

các ngành có thể hưởng lợi từ giá âm thông qua việc chuyển dịch tiêu dùng.

Chi phí điện trung bình theo giờ trên thị trường bán buôn ở Nam Úc,

Tháng 6 năm 2023 đến tháng 5 năm 2024



Ghi chú: Mỗi giai đoạn được phân loại dựa trên giá giao ngay là âm, cao (trên 300 đô la Úc/MWh) hoặc ở giữa. Khối lượng phát điện được nhân với giá thị trường giao ngay mỗi giai đoạn để tính trung bình có trọng số phát điện.

Trong trường hợp giá bán lẻ có thuế quan cố định, hiệu ứng không đơn giản như vậy. Trong khi giá âm có xu hướng làm giảm thành phần bán buôn tổng thể của hóa đơn bán lẻ, điều này có thể bị hủy bỏ bằng cách tăng thuế mà người tiêu dùng phải trả để hỗ trợ các chương trình trợ cấp năng lượng tái tạo. Điều này là do các máy phát điện này trong chương trình trợ cấp

các chương trình sẽ cần phải thu hồi chi phí phát điện trong các giai đoạn âm thông qua việc tăng phụ phí trong hóa đơn bán lẻ hoặc từ ngân sách nhà nước (do người nộp thuế tài trợ). Các giai đoạn giá âm cũng thường đi kèm với chi phí cân bằng cao hơn. Đến lượt mình, điều này thường được phản ánh trong hóa đơn của người tiêu dùng, chẳng hạn như dưới dạng thành phần chi phí lưới điện cao hơn.

Mặt khác, giá âm có thể giảm chi phí điện cho người tiêu dùng với mức tiêu thụ linh hoạt theo cơ cấu biểu giá phù hợp. Người tiêu dùng có biểu giá theo thời gian sử dụng có thể hưởng lợi từ mức giá thấp hơn và giảm hóa đơn tiền điện của họ bằng cách chuyển mức tiêu thụ của họ từ giai đoạn giá cao sang giai đoạn giá thấp (ví dụ: sạc xe điện của họ vào buổi trưa khi giá có nhiều khả năng thấp hoặc âm). Với việc đồng hồ đo thông minh ngày càng trở nên phổ biến ở nhiều thị trường trên thế giới, thiết kế thuế quan phù hợp có thể giúp đảm bảo rằng tiêu thụ bán lẻ có giá cao hơn đáp ứng tốt hơn và phù hợp hơn với nhu cầu của hệ thống.

Giá âm cung cấp tín hiệu giá để linh hoạt hơn, đặc biệt là đối với lưu trữ và phản ứng nhu cầu

Giá âm gửi một tín hiệu thị trường quan trọng cho cung và cầu linh hoạt, bao gồm cả lưu trữ, cần được kích hoạt thông qua các quy tắc thị trường phù hợp để đưa vào hệ thống điện. Trong bối cảnh này, giá âm có thể tạo động lực cho các nhà phát điện trở nên linh hoạt hơn để tránh mất tiền và để người tiêu dùng đầu tư vào công nghệ nhằm tăng hoặc chuyển hướng tiêu thụ của họ. Giá âm cũng có thể cung cấp tín hiệu thị trường để đầu tư vào lưu trữ, thông qua việc tăng cơ hội chênh lệch giá. Tại Nam Úc vào quý 4 năm 2023, pin (nói chung) nhận được nhiều tiền hơn để sạc trong thời gian giá âm so với thời gian giá dương. Sự phổ biến của giá âm ở Nam Úc đã biến việc sạc pin từ nguồn chi phí cho những loại pin này thành nguồn doanh thu.

Mặc dù giá âm có thể khuyến khích đầu tư vào tính linh hoạt, nhưng chúng có thể không đủ. Các khuôn khổ pháp lý và thiết kế thị trường phù hợp, cũng như các cấu trúc thuế quan được cập nhật để đảm bảo cạnh tranh công bằng giữa các tùy chọn linh hoạt khác nhau, sẽ rất quan trọng để cho phép áp dụng các giải pháp linh hoạt. Tăng cường số hóa và tổng hợp tính linh hoạt của nhu cầu thông qua các nhà máy điện ảo là những phương tiện tiếp theo để làm cho nhu cầu phản ứng với giá tốt hơn. Biểu giá theo thời gian sử dụng và sạc thông minh cho xe điện là những yếu tố quan trọng góp phần tạo nên tính linh hoạt hơn về phía nhu cầu. Xây dựng lưới điện để giải quyết các vấn đề tắc nghẽn và cải thiện kết nối với các khu vực cân bằng khác để mở khóa tính linh hoạt trong các hệ thống này cũng sẽ rất quan trọng để tăng tính linh hoạt của hệ thống.

Phụ lục chung

Bảng tóm tắt

Phân tích nhu cầu điện theo khu vực, 2022-2025

Twh	2022	2023	2024	2025	Tốc độ tăng trưởng 2022-2023	Tốc độ tăng trưởng 2023-2024	Tốc độ tăng trưởng 2024-2025
Châu phi	755	769	800	839	1,8%	4,0%	4,9%
Châu Mỹ	6 370	6 326	6 523	6 667	-0,7%	3,1%	2,2%
trong đó Hoa Kỳ	4 332	4 262	4 392	4 475	-1,6%	3,0%	1,9%
Châu Á Thái Bình Dương	13 869	14 612	15 435	16 273	5,4%	5,6%	5,4%
trong đó Trung Quốc	8 678	9 283	9 882	10 498	7,0%	6,5%	6,2%
Âu Á	1 328	1 348	1 369	1 390	1,5%	1,6%	1,5%
Châu Âu	3 682	3 596	3 667	3 762	-2,3%	2,0%	2,6%
trong đó Liên minh Châu Âu	2 663	2 578	2 623	2 692	-3,2%	1,7%	2,6%
Trung Đông	1 228	1 257	1 292	1 335	2,3%	2,8%	3,3%
Thế giới	27 233	27 907	29 085	30 267	2,5%	4,2%	4,1%

Ghi chú: Dữ liệu năm 2023 là dữ liệu sơ bộ; 2024-2025 là dữ liệu dự báo. Sự khác biệt về tổng số là do làm tròn.

Phân tích nguồn cung cấp điện toàn cầu, 2022-2025

TWh	2022	2023	2024	2025	Tốc độ tăng trưởng 2022- 2023	Tốc độ tăng trưởng 2023- 2024	Tốc độ tăng trưởng 2024- 2025
Hạt nhân	2 685 2	761 2 805		2 903 2,8%		1,6%	3,5%
Than đá	10 485 10 689	10 771 10 693	1,9%		0,8%	-0,7%	
Khí	6 512	6 576 6 652		6 690 1,0%		1,2%	0,6%
Các nguồn năng lượng không tái tạo khác	906	840	779	730	-7,3%	-7,2%	-6,4%
Tổng năng lượng tái tạo	8 531	8 958 10 017	11 218 5,0%	11,8%	12,0%		

Ghi chú: Dữ liệu năm 2023 là dữ liệu sơ bộ; 2024-2025 là dữ liệu dự báo. Sự khác biệt về tổng số là do làm tròn. Trừ khi có quy định khác, số thể hệ là tổng sản lượng.

Lượng khí thải CO2 toàn cầu từ sản xuất điện, 2022-2025

Núi CO2	2022	2023	2024	2025	Tốc độ tăng trưởng 2022- 2023	Tốc độ tăng trưởng 2023- 2024	Tốc độ tăng trưởng 2024- 2025
Tổng lượng khí thải	13 500 13 684	13 754 13 663	1,4%			0,5%	-0,7%

Nhóm khu vực và quốc gia

Châu Phi – Algeria, Angola, Benin, Botswana, Cameroon, Congo, Cộng hòa Dân chủ Congo, Bờ Biển Ngà, Ai Cập, Guinea Xích Đạo, Eritrea, Ethiopia, Gabon, Ghana, Kenya, Libya, Mauritius, Morocco, Mozambique, Namibia, Niger, Nigeria, Senegal, Nam Phi, Nam Sudan, Sudan, Cộng hòa Thống nhất Tanzania, Togo, Tunisia, Zambia a, Zimbabwe và các quốc gia và vùng lãnh thổ châu Phi khác

Châu Á – Bangladesh, Brunei Darussalam, Campuchia, Đài Loan, Ấn Độ, Indonesia, Nhật Bản, Hàn Quốc, Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Triều Tiên, Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Lào, Malaysia, Mông Cổ, Myanmar, Nepal, Pakistan, Cộng hòa Nhân dân Trung Hoa, 2 Philippines, Singapore, Sri Lanka, Thái Lan, Việt Nam và các quốc gia, vùng lãnh thổ và nền kinh tế Châu Á khác. 3

Châu Á Thái Bình Dương – Úc, Bangladesh, Brunei Darussalam, Campuchia, Đài Loan, Ấn Độ, Indonesia, Nhật Bản, Hàn Quốc, Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Triều Tiên, Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Lào, Malaysia, Mông Cổ, Myanmar, Nepal, New Zealand, Pakistan, Cộng hòa Nhân dân Trung Hoa, 2 Philippines, Singapore, Sri Lanka, Thái Lan, Việt Nam và các quốc gia, vùng lãnh thổ và nền kinh tế Châu Á khác. 4

Trung và Nam Mỹ – Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Curaçao, Cộng hòa Dominica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panama, Paraguay, Peru, Suriname, Trinidad và Tobago, Uruguay, Venezuela và các vùng lãnh thổ khác của Mỹ Latinh.

Âu Á – Armenia, Azerbaijan, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Liên bang Nga, Tajikistan, Turkmenistan và Uzbekistan.

Châu Âu – Albania, Áo, Bỉ, Belarus, Bosnia và Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Síp, 6,7 Cộng hòa Séc, Đan Mạch, Estonia, Phần Lan, Pháp, Đức, Gibraltar, Hy Lạp, Hungary, Iceland, Ireland, Ý, Kosovo 8 Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Montenegro, Hà Lan, Bắc Macedonia, Na Uy, Ba Lan, Bồ Đào Nha, Cộng hòa Moldova, Romania, Serbia, Cộng hòa Slovakia, Slovenia, Tây Ban Nha, Thụy Điển, Thụy Sĩ, Cộng hòa Thổ Nhĩ Kỳ, Ukraine và Vương quốc Anh.

Liên minh châu Âu – Áo, Bỉ, Bulgaria, Croatia, Síp, 6,7 Cộng hòa Séc, Đan Mạch, Estonia, Phần Lan, Pháp, Đức, Hy Lạp, Hungary, Ireland, Ý, Latvia, Litva, Luxembourg, Malta, Hà Lan, Ba Lan, Bồ Đào Nha, Romania, Cộng hòa Slovakia, Slovenia, Tây Ban Nha và Thụy Điển.

Trung Đông - Bahrain, Cộng hòa Hồi giáo Iran, Iraq, Israel¹, Jordan, Kuwait, Lebanon, Oman, Qatar, Ả Rập Xê Út, Cộng hòa Ả Rập Syria, Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất và Yemen.

Bắc Âu - Đan Mạch, Phần Lan, Na Uy, Thụy Điển

Bắc Phi - Algeria, Ai Cập, Libya, Morocco và Tunisia.

Bắc Mỹ - Canada, Mexico và Hoa Kỳ.

Đông Nam Á - Brunei Darussalam, Campuchia, Indonesia, Lào, Cộng hòa Dân chủ Nhân dân, Malaysia, Myanmar, Philippines, Singapore, Thái Lan và Việt Nam. Các quốc gia này đều là thành viên của Hiệp hội các quốc gia Đông Nam Á Các quốc gia (ASEAN).

Các nền kinh tế tiên tiến - các quốc gia thành viên OECD, cộng với Bulgaria, Croatia, Síp, Malta và Romania.

Các thị trường mới nổi và các nền kinh tế đang phát triển - Tất cả các quốc gia khác không nằm trong nhóm khu vực các nền kinh tế tiên tiến.

¹ Dữ liệu riêng lẻ không có sẵn và được ước tính tổng hợp cho: Burkina Faso, Burundi, Cape Verde, Cộng hòa Trung Phi, Chad, Comoros, Djibouti, Gambia, Guinea, Guinea-Bissau, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Reunion, Rwanda, Sao Tome và Príncipe, Seychelles, Sierra Leone, Somalia, Eswatini và Uganda.

² Bao gồm cả Hồng Kông.

³ Dữ liệu riêng lẻ không có sẵn và được ước tính tổng hợp cho: Afghanistan, Bhutan, Ma Cao (Trung Quốc), Maldives và Đông Timor.

⁴ Dữ liệu riêng lẻ không có sẵn và được ước tính tổng hợp cho: Afghanistan, Bhutan, Quần đảo Cook, Fiji, Polynésie thuộc Pháp, Kiribati, Ma Cao (Trung Quốc), Maldives, New Caledonia, Palau, Papua New Guinea, Samoa, Quần đảo Solomon, Timor-Leste, Tonga và Vanuatu.

⁵ Dữ liệu riêng lẻ không có sẵn và được ước tính tổng hợp cho: Anguilla, Antigua và Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbados, Belize, Bermuda, Quần đảo Virgin thuộc Anh, Quần đảo Cayman, Dominica, Quần đảo Falkland (Malvinas), Grenada, Guyana, Montserrat, Saba, Saint Eustatius, Saint Kitts và Nevis, Saint Lucia, Saint Pierre và Miquelon, Saint Vincent và Grenadines, Sint Maarten và Quần đảo Turks và Caicos.

⁶ Lưu ý của Türkiye: Thông tin trong tài liệu này liên quan đến "Síp" liên quan đến phần phía nam của Đảo.

Không có một cơ quan nào đại diện cho cả người Thổ Nhĩ Kỳ và người Síp Hy Lạp trên Đảo. Türkiye công nhận người Thổ Nhĩ Kỳ Cộng hòa Bắc Síp (TRNC). Cho đến khi tìm được giải pháp lâu dài và công bằng trong bối cảnh của Liên hợp quốc, Thổ Nhĩ Kỳ sẽ giữ nguyên lập trường của mình liên quan đến "vấn đề Síp".

⁷ Lưu ý của tất cả các quốc gia thành viên Liên minh châu Âu của OECD và Liên minh châu Âu: Cộng hòa Síp được tất cả các thành viên của Liên hợp quốc công nhận ngoại trừ Türkiye. Thông tin trong tài liệu này liên quan đến khu vực do Chính phủ Cộng hòa Síp kiểm soát thực tế.

⁸ Việc chỉ định này không ảnh hưởng đến quan điểm về tình trạng và phù hợp với Nghị quyết 1244/99 của Hội đồng Bảo an Liên hợp quốc và Ý kiến tư vấn của Tòa án Công lý Quốc tế về tuyên bố độc lập của Kosovo.

⁹ Dữ liệu thống kê của Israel được cung cấp bởi và chịu trách nhiệm bởi các cơ quan có thẩm quyền của Israel. Việc OECD và/hoặc IEA sử dụng dữ liệu đó không ảnh hưởng đến tình trạng của Cao nguyên Golan, Đông Jerusalem và các khu định cư của Israel ở Bờ Tây theo các điều khoản của luật pháp quốc tế.

Viết tắt và từ viết tắt

AEMO	Nhà điều hành thị trường năng lượng Úc
trí tuệ nhân tạo	
AWS	Dịch vụ web của Amazon
BNetzA	Bundesnetzagentur - Cơ quan mạng lưới liên bang Đức tỷ lệ tăng trưởng
CAGR	kép hàng năm lò hồ quang điện
EAf	
ERCOT	Hội đồng Độ tin cậy Điện của Texas
Liên minh châu Âu	
CÁI NẤY	xe điện
GDP	tổng sản phẩm quốc nội
GPU	đơn vị xử lý đồ họa
Cơ quan Năng lượng Quốc tế	
Thỏa thuận mua điện của Quỹ	
PPA	Tiền tệ Quốc tế
PUE	Hiệu quả sử dụng điện năng
PV	nguồn năng
ĐỊA LÝ	lượng tái tạo quang điện
STC	Giấy chứng nhận công nghệ quy mô nhỏ lò phản
SMR	ứng mô-đun nhỏ
đô la mỹ	Đô la Mỹ
ĐÚNG VẬY	năng lượng tái tạo biến đổi

Đơn vị đo lường

g CO2 gam cacbon dioxit	
g CO2/kWh gam carbon dioxide trên kilowatt giờ	
GW gigawatt	
kW	kilôoát
đơn vị đo lường	
MWh	megawatt-giờ
triệu tấn/năm	
Núi CO2	triệu tấn carbon dioxide
Mt CO2/năm	triệu tấn carbon dioxide mỗi năm
GW	gigawatt
GWh	giờ gigawatt
TWh	pengobatan-giờ

Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA)

Tác phẩm này phản ánh quan điểm của Ban thư ký IEA nhưng không nhất thiết phản ánh quan điểm của từng quốc gia thành viên của IEA hoặc của bất kỳ nhà tài trợ hoặc cộng tác viên cụ thể nào. Tác phẩm này không cấu thành lời khuyên chuyên môn về bất kỳ vấn đề hoặc tình huống cụ thể nào. IEA không đưa ra bất kỳ tuyên bố hoặc bảo đảm nào, dù rõ ràng hay ngụ ý, liên quan đến nội dung của tác phẩm (bao gồm tính đầy đủ hoặc chính xác) và sẽ không chịu trách nhiệm cho bất kỳ việc sử dụng hoặc dựa vào tác phẩm nào.



Theo Thông báo của IEA về Nội dung [được cấp phép CC](#), tác phẩm này được cấp phép theo [Creative Commons Attribution 4.0](#)

[Giấy phép quốc tế.](#)

Tài liệu này và mọi bản đồ có trong đó đều không ảnh hưởng đến tình trạng hoặc chủ quyền của bất kỳ lãnh thổ nào, đến việc phân định biên giới và ranh giới quốc tế và đến tên của bất kỳ lãnh thổ, thành phố hoặc khu vực nào.

Trừ khi có chỉ dẫn khác, mọi tài liệu trình bày trong hình ảnh và bảng đều được lấy từ dữ liệu và phân tích của IEA.

Ấn phẩm của IEA Trang

web của Cơ quan Năng lượng Quốc tế:

www.iea.org

Thông tin liên hệ: www.iea.org/contact

Sắp chữ tại Pháp bởi IEA - Tháng 7 năm 2024

Thiết kế bìa: IEA

Nguồn ảnh: © Shutterstock

