

QUYẾT ĐỊNH

Về việc phê duyệt Chương trình phát triển năng lượng xanh đáp ứng nhu cầu trung tâm dữ liệu tại Việt Nam

BỘ TRƯỞNG BỘ CÔNG THƯƠNG

Căn cứ Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 của Bộ Chính trị về phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia;

Căn cứ Nghị quyết số 03/NQ-CP ngày 09 tháng 01 năm 2025 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 của Bộ Chính trị về phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia;

Căn cứ Nghị quyết số 71/NQ-CP ngày 01 tháng 4 năm 2025 của Chính phủ về sửa đổi, bổ sung cập nhật Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia;

Căn cứ Nghị quyết số 175/NQ-CP ngày 30 tháng 10 năm 2023 của Chính phủ về việc phê duyệt Đề án Trung tâm dữ liệu quốc gia;

Căn cứ Quyết định số 36/QĐ-TTg ngày 11 tháng 01 năm 2024 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt quy hoạch hạ tầng thông tin và truyền thông thời kỳ 202-2030, tầm nhìn đến năm 2050;

Căn cứ Nghị định số 40/2025/NĐ-CP ngày 26 tháng 02 năm 2025 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Công Thương;

Xét đề nghị của Cục trưởng Cục Điện lực,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành kèm theo Quyết định này Chương trình phát triển năng lượng xanh đáp ứng nhu cầu trung tâm dữ liệu tại Việt Nam.

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký.

Điều 3. Chánh Văn phòng Bộ, Cục trưởng Cục Điện lực, Cục trưởng Cục Đồi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công, Cục trưởng Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số, Vụ trưởng Vụ Kế hoạch, Tài chính và Quản lý doanh nghiệp, Giám đốc Sở Công Thương các tỉnh, thành phố, Tổng giám đốc Tập đoàn Điện lực Việt Nam, Tổng giám đốc Tập đoàn Công nghiệp - Năng lượng quốc gia Việt Nam, Tổng giám đốc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng giám đốc Công ty TNHH MTV Vận hành Hệ thống điện và Thị trường điện quốc gia và các tổ chức, cá nhân có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- Thủ tướng Chính phủ (để b/c);
- PTTgCP Bùi Thanh Sơn (để b/c);
- Bộ trưởng (để b/c);
- Văn phòng Chính phủ;
- Bộ Tài chính (để phối hợp);
- Bộ Khoa học và Công nghệ (để phối hợp);
- Bộ Nông nghiệp và Môi trường (để phối hợp);
- UBND các tỉnh, thành phố (để phối hợp);
- SCT các tỉnh, thành phố;
- Lưu: VT, ĐL.



Nguyễn Hoàng Long



CHƯƠNG TRÌNH

PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG XANH ĐÁP ỨNG NHU CẦU TRUNG TÂM DỮ LIỆU TẠI VIỆT NAM

(Ban hành kèm theo Quyết định số 33 0 4 QĐ/BCT ngày 11 tháng 11 năm 2025)

I. MỤC TIÊU

1. Mục tiêu tổng quát

- Triển khai đồng bộ các giải pháp kỹ thuật, công nghệ, thúc đẩy đầu tư phát triển nguồn điện và lưới điện để đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng cho các Trung tâm dữ liệu (TTDL).
- Tích hợp nhu cầu điện của các TTDL vào quy hoạch phát triển điện lực và các quy hoạch có liên quan, thực hiện các cập nhật, bổ sung cần thiết.
- Nghiên cứu, xây dựng các giải pháp, mô hình cung cấp năng lượng xanh cho các TTDL phù hợp với định hướng phát triển khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.

2. Mục tiêu cụ thể

2.1. Giai đoạn đến năm 2030

- Bổ sung, cập nhật đầy đủ nhu cầu điện của các TTDL vào quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh và kế hoạch thực hiện quy hoạch.
- Đảm bảo đáp ứng tiêu chí cung cấp điện cho TTDL vùng và quốc gia theo tiêu chuẩn Uptime Tier 3 hoặc ANSI/TIA 942-B rated 3 hoặc tiêu chuẩn Việt Nam tương đương trở lên, tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn của cơ quan có thẩm quyền ban hành.
- Xây dựng mô hình thí điểm cung cấp điện xanh (kết hợp năng lượng tái tạo và hệ thống lưu trữ năng lượng) tại 01 hoặc 01 cụm TTDL.
- Triển khai các giải pháp nâng cao tỷ lệ sử dụng năng lượng tái tạo, hiệu quả sử dụng năng lượng tại các TTDL: phấn đấu có ít nhất 11 TTDL đầu tư xây dựng mới đạt chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng (PUE) dưới 1,4.

2.2. Giai đoạn sau năm 2030

- Đảm bảo đáp ứng tiêu chí cung cấp điện cho TTDL vùng và quốc gia theo tiêu chuẩn mới nhất của tiêu chuẩn Uptime Tier 3 hoặc ANSI/TIA 942-B rated 3 hoặc tiêu chuẩn Việt Nam tương đương trở lên, tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn của cơ quan nhà nước có thẩm quyền ban hành.
- Tiếp tục mở rộng mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL trên cơ sở đánh giá kết quả thực hiện thí điểm.

c) Tiếp tục triển khai đồng bộ các giải pháp nâng cao nâng cao tỷ lệ sử dụng năng lượng tái tạo và hiệu quả sử dụng năng lượng tại các TTDL: phần đầu chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng trung bình của các TTDL trên toàn quốc dưới 1,4.

II. NHIỆM VỤ

Thực hiện các nhiệm vụ của Bộ Chính trị và Chính phủ giao, Bộ trưởng Bộ Công Thương đã ban hành Quyết định số 116/QĐ-BCT ngày 13/01/2025 về việc ban hành Kế hoạch của Bộ Công Thương thực hiện Nghị quyết số 03/NQ-CP ngày 09/01/2025 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW, trong đó giao thực hiện nhiệm vụ xây dựng Chương trình phát triển năng lượng xanh đáp ứng nhu cầu trung tâm dữ liệu tại Việt Nam (sau đây gọi tắt là Chương trình). Trên cơ sở quy định hiện hành, nhu cầu của Việt Nam và tham khảo các kinh nghiệm quốc tế; các nhiệm vụ chính trong Chương trình bao gồm:

1. Rà soát, cập nhật nhu cầu sử dụng điện của TTDL trong quy hoạch

a) Rà soát nhu cầu phát triển TTDL tại quy hoạch cấp tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan; tổng hợp các đề xuất, dự kiến phát triển TTDL có tính khả thi cao và nhu cầu điện tương ứng.

b) Rà soát quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch; tổng hợp đề xuất của các địa phương về phát triển TTDL để tính toán nhu cầu phụ tải của các TTDL, cập nhật vào quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch và các quy hoạch khác có liên quan.

2. Xây dựng, hoàn thiện chính sách cung cấp điện cho TTDL

a) Rà soát, nghiên cứu, bổ sung và cập nhật các quy định hệ thống điện truyền tải, hệ thống điện phân phối liên quan đến đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định cho TTDL.

b) Nghiên cứu, đề xuất áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế, hướng dẫn kỹ thuật về nguồn điện cung cấp cho TTDL, bao gồm các yêu cầu về độ tin cậy cung cấp điện, chất lượng điện năng, an toàn, an ninh của hệ thống cung cấp điện, khả năng tích hợp hệ thống lưu trữ năng lượng của các TTDL.

c) Nghiên cứu, xây dựng các tiêu chí “xanh” đối với TTDL và nguồn điện cung cấp cho các TTDL, bao gồm hiệu quả sử dụng năng lượng, chỉ số sử dụng năng lượng tái tạo.

d) Nghiên cứu, đề xuất các chính sách khuyến khích các doanh nghiệp đầu tư TTDL áp dụng các giải pháp tự đầu tư xây dựng nguồn điện xanh thông qua hệ thống điện năng lượng tái tạo tự sản xuất, tự tiêu thụ kết hợp các giải pháp lưu trữ điện.

đ) Nghiên cứu, đề xuất cơ chế TTDL quốc gia là phụ tải quan trọng cần được ưu tiên cấp điện xanh, ổn định và triển khai thí điểm các giải pháp năng lượng mới, năng lượng tái tạo.

3. Đảm bảo cung cấp điện cho các TTDL

a) Thúc đẩy đầu tư phát triển các nguồn điện, đặc biệt là nguồn điện năng lượng tái tạo và các công trình lưới điện liên quan theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch phát triển điện lực, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan đến cung cấp điện cho các TTDL.

b) Xây dựng kế hoạch vận hành hệ thống điện và thị trường điện có tính toán đầy đủ nhu cầu và chất lượng điện của các TTDL.

c) Nghiên cứu các yêu cầu kỹ thuật và giải pháp cung cấp điện cho TTDL theo tiêu chuẩn Uptime Tier 3 hoặc tiêu chuẩn Việt Nam tương đương trở lên, tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn của cơ quan nhà nước có thẩm quyền ban hành và liên thông với các tiêu chuẩn quốc tế.

III. GIẢI PHÁP THỰC HIỆN

1. Phát triển nguồn lực

a) Rà soát, đánh giá và xác định nhu cầu về nhân lực để triển khai thực hiện Chương trình.

b) Xây dựng, tổ chức thực hiện các chương trình đào tạo, khóa đào tạo, tập huấn để tăng cường năng lực cho các cơ quan quản lý nhà nước và doanh nghiệp triển khai thực hiện Chương trình.

c) Nghiên cứu, xác định nhu cầu đầu tư trang thiết bị, công cụ, phần cứng, phần mềm cần thiết phục vụ công tác đào tạo, tập huấn và triển khai thực hiện Chương trình.

2. Hoàn thiện khung chính sách

a) Nghiên cứu xây dựng chính sách khuyến khích, hỗ trợ hoặc ưu đãi đối với các dự án phát triển nguồn điện năng lượng tái tạo để cung cấp cho các TTDL xanh.

b) Nghiên cứu xây dựng lộ trình áp dụng chứng chỉ xanh, chứng chỉ sử dụng năng lượng tái tạo cho các TTDL theo thông lệ quốc tế.

c) Nghiên cứu, đề xuất chính sách ưu đãi đối với các dự án đầu tư TTDL mua điện trực tiếp từ nhà máy điện năng lượng tái tạo.

d) Nghiên cứu, đề xuất chính sách ưu đãi đối với các dự án đầu tư TTDL kết hợp phát triển nguồn điện năng lượng tái tạo tự sản xuất, tự tiêu thụ, có kết hợp hệ thống lưu trữ điện.

3. Xây dựng các cơ chế phối hợp

a) Phối hợp với Bộ Tài chính để nghiên cứu, xây dựng cơ chế khuyến khích, ưu đãi để thu hút đầu tư phát triển TTDL xanh và nguồn điện xanh cung ứng cho các TTDL.

b) Phối hợp với Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Nông nghiệp và Môi trường và các Bộ liên quan khác nghiên cứu, đánh giá nhu cầu, xác định các khu vực, vị trí tiềm năng phát triển TTDL xanh và phương án cung cấp điện liên quan, có tính đến tác động an ninh cung cấp điện và an ninh nguồn nước; nghiên cứu áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế, hướng dẫn kỹ thuật liên quan.

c) Phối hợp với các UBND tỉnh, thành phố để xác định nhu cầu và dự kiến phát triển TTDL phù hợp tại các địa phương.

4. Nghiên cứu xây dựng mô hình thí điểm

a) Nghiên cứu, xây dựng tiêu chí về mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL.

b) Nghiên cứu, ứng dụng các mô hình thí điểm TTDL sử dụng điện theo cơ chế mua bán điện trực tiếp từ các dự án điện năng lượng tái tạo và áp dụng các chứng chỉ xanh.

c) Nghiên cứu, ứng dụng mô hình thí điểm TTDL kết hợp nguồn năng lượng tái tạo với hệ thống lưu trữ năng lượng.

d) Nghiên cứu, ứng dụng các giải pháp công nghệ cao để tiết kiệm và tối ưu hiệu quả sử dụng năng lượng cho các TTDL như ứng dụng quản lý bằng AI, hệ thống quản lý năng lượng thông minh,...

5. Hợp tác quốc tế

a) Thúc đẩy và mở rộng hợp tác quốc tế trong lĩnh vực phát triển năng lượng xanh và TTDL xanh phù hợp định hướng phát triển kinh tế - xã hội của Việt Nam trong từng thời kỳ, quy định pháp luật của Việt Nam và thông lệ quốc tế.

b) Đẩy mạnh, tăng cường trao đổi, chia sẻ kinh nghiệm với các quốc gia phát triển, các tổ chức quốc tế, đối tác phát triển, định chế tài chính và các tập đoàn công nghệ hàng đầu về phát triển TTDL xanh và cung cấp năng lượng xanh cho các TTDL.

c) Tăng cường tiếp nhận các chương trình, dự án hỗ trợ kỹ thuật, chuyển giao công nghệ và đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực phát triển năng lượng xanh, TTDL xanh.

d) Tăng cường công tác trao đổi kinh nghiệm, thông tin, hợp tác phát triển, kết nối doanh nghiệp trong nước với các doanh nghiệp nước ngoài, tổ chức quốc tế, viện nghiên cứu, trường đại học có thế mạnh và tiềm lực trong nghiên cứu, đầu tư, phát triển giải pháp năng lượng xanh cho TTDL.

đ) Thúc đẩy các hoạt động hợp tác, nghiên cứu, học hỏi các mô hình thành công; hài hòa tiêu chuẩn quy chuẩn; ứng dụng các giải pháp công nghệ; thu hút đầu tư, phát triển nguồn điện xanh cung cấp cho các TTDL đảm bảo theo kịp trình độ phát triển của thế giới và phù hợp với Việt Nam.

IV. KINH PHÍ THỰC HIỆN

a) Kinh phí chi thường xuyên theo phân cấp ngân sách và chi đầu tư phát triển được cân đối hàng năm cho các Bộ, ngành, địa phương từ ngân sách nhà nước theo quy định.

b) Kinh phí trong các Chương trình quốc gia và các chương trình, dự án đầu tư công giai đoạn 2026 – 2030 và giai đoạn 2031-2035; kinh phí lồng ghép trong các chương trình, đề án liên quan đã được phê duyệt.

c) Kinh phí huy động hợp pháp từ các tổ chức quốc tế, các doanh nghiệp, tổ chức, cá nhân trong, ngoài nước.

d) Các nguồn huy động hợp pháp khác phục vụ triển khai thực hiện Chương trình.

V. TỔ CHỨC THỰC HIỆN

1. Các đơn vị thuộc, trực thuộc Bộ Công Thương

a) Có trách nhiệm tổ chức phổ biến Chương trình này tới toàn thể công chức, viên chức, người lao động đơn vị mình.

b) Cử đầu mối để cung cấp thông tin, phối hợp với Cục Điện lực và các cá nhân, tổ chức liên quan trong quá trình triển khai thực hiện các nhiệm vụ thuộc Chương trình.

c) Căn cứ chức năng, nhiệm vụ được giao, phối hợp chặt chẽ với Cục Điện lực trong việc triển khai các nhiệm vụ của Chương trình; Căn cứ mục tiêu, nhiệm vụ, giải pháp của Chương trình để cụ thể hóa các nội dung triển khai trong các đề án, chương trình, kế hoạch thực hiện hàng năm và từng giai đoạn của cơ quan, đơn vị; đề xuất các chính sách, cơ chế phát triển nguồn lực để triển khai hiệu quả Chương trình.

d) Định kỳ 06 tháng (trước ngày 01/6 và ngày 15/11 hàng năm) hoặc đột xuất khi có yêu cầu của cấp có thẩm quyền, các đơn vị có liên quan gửi báo cáo về kết quả thực hiện và đề xuất các giải pháp, nhiệm vụ gửi Cục Điện lực để tổng hợp báo cáo.

đ) Trong quá trình tổ chức thực hiện, nếu có vướng mắc, các đơn vị chủ động đề xuất, báo cáo Lãnh đạo Bộ xem xét, quyết định, đồng thời gửi Cục Điện lực để tổng hợp, theo dõi.

2. Cục Điện lực

Cục Điện lực chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan:

a) Rà soát quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch; tổng hợp đề xuất của các địa phương về phát triển TTDL để tính toán nhu cầu phụ tải của các TTDL, cập nhật vào quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch.

b) Rà soát, nghiên cứu, bổ sung và cập nhật các quy định hệ thống điện truyền tải, hệ thống điện phân phối liên quan để đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định cho các TTDL.

c) Nghiên cứu, áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế, hướng dẫn kỹ thuật về nguồn điện cung cấp cho TTDL bao gồm các yêu cầu về độ tin cậy cung cấp điện, chất lượng điện năng, an toàn, an ninh của hệ thống cung cấp điện, khả năng tích hợp hệ thống lưu trữ năng lượng.

d) Nghiên cứu xây dựng mô hình thí điểm cung cấp điện xanh cho TTDL.

đ) Đề xuất, triển khai các hoạt động đào tạo, phát triển nguồn nhân lực và hợp tác quốc tế trong khuôn khổ nội dung Chương trình.

e) Nghiên cứu, đề xuất cơ chế khuyến khích, ưu đãi để thu hút đầu tư phát triển nguồn điện xanh cung ứng cho các TTDL.

g) Rà soát tiến độ thực hiện các dự án phát triển các nguồn điện năng lượng tái tạo và các công trình lưới điện liên quan đến cung cấp điện cho các TTDL theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch; thực hiện các cập nhật, bổ sung cần thiết.

h) Rà soát giải pháp đảm bảo nhu cầu điện của các TTDL khi xem xét, phê duyệt kế hoạch vận hành hệ thống điện và thị trường điện.

3. Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công

Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan:

a) Nghiên cứu, xây dựng và hướng dẫn các tiêu chí “xanh” đối với TTDL và nguồn năng lượng cung cấp, bao gồm hiệu suất sử dụng năng lượng tối thiểu.

b) Nghiên cứu, lồng ghép các nội dung phù hợp trong khuôn khổ Chương trình vào các chương trình, đề án, nhiệm vụ nghiên cứu khoa học và phát triển, ứng dụng, chuyển giao công nghệ, đổi mới sáng tạo trong ngành Công Thương.

c) Xây dựng, triển khai các hoạt động thúc đẩy chuyển đổi xanh, sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả cho các TTDL.

d) Phối hợp với các đơn vị thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ và các đơn vị liên quan nghiên cứu, xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn liên quan đến TTDL xanh.

đ) Phối hợp với Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số, Cục Điện lực để hướng dẫn các tổ chức khoa học và công nghệ trực thuộc Bộ, đề xuất các hoạt động nghiên cứu và ứng dụng các công nghệ tiết kiệm năng lượng và tăng cường hiệu quả sử dụng năng lượng cho các TTDL.

4. Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số

Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên

quan:

a) Nghiên cứu, đề xuất cơ chế, chính sách, giải pháp hỗ trợ, khuyến khích phát triển TTDL xanh phục vụ lĩnh vực thương mại điện tử, kinh tế số và chuyển đổi số ngành Công Thương.

b) Rà soát, tổng hợp kế hoạch, nhu cầu, quy mô phát triển TTDL thuộc ngành Công Thương.

c) Phối hợp với các đơn vị liên quan thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ: tổng hợp kế hoạch, nhu cầu phát triển các TTDL trên toàn quốc trong từng giai đoạn để hỗ trợ việc tính toán, xác định nhu cầu sử dụng năng lượng của các TTDL, đảm bảo tính khả thi theo định hướng phát triển kinh tế - xã hội, có tính đến tác động đối với an ninh cung cấp điện và an ninh nguồn nước.

d) Phối hợp với các đơn vị liên quan thuộc Bộ Công an và các cơ quan khác có liên quan để nghiên cứu, xây dựng các quy định, hướng dẫn liên quan đến an toàn, an ninh thông tin của hệ thống cung cấp điện cho các TTDL thuộc phạm vi quản lý của Bộ Công Thương.

5. Vụ Kế hoạch, Tài chính và Quản lý doanh nghiệp

Vụ Kế hoạch, Tài chính và Quản lý doanh nghiệp chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan:

a) Cân đối, thực hiện cấp phát kinh phí đã được cân đối trong dự toán chi ngân sách năm, kinh phí lồng ghép trong các chương trình, đề án liên quan đã được phê duyệt;

b) Hướng dẫn các đơn vị liên quan công tác đăng ký, cấp phát vốn đầu tư công để triển khai các nhiệm vụ trong Chương trình đúng tiến độ và tuân thủ theo các quy định pháp luật;

c) Hướng dẫn các đơn vị liên quan về công tác tài chính - kế hoạch nhằm thực hiện các nhiệm vụ trong Chương trình đúng tiến độ và tuân theo các quy định của pháp luật.

6. Sở Công Thương các tỉnh, thành phố:

Sở Công Thương các tỉnh, thành phố chủ trì, phối hợp với các cơ quan, tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Nghiên cứu, tham mưu cho Ủy ban nhân dân tỉnh, thành phố đề xuất bổ sung, điều chỉnh quy hoạch các dự án nguồn điện, lưới điện trong quy hoạch tỉnh để đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định cho các TTDL.

b) Rà soát nhu cầu phát triển TTDL, bao gồm các TTDL quốc tế trong các kế hoạch, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội tại địa phương, quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan để tổng hợp, báo cáo.

c) Phối hợp với Sở Khoa học và Công nghệ, Sở Nông nghiệp và Môi trường, các Sở, ngành liên quan và các nhà đầu tư TTDL để đánh giá, lựa chọn khu vực tiềm năng phát triển TTDL tại địa phương, đảm bảo tính khả thi và phù hợp định hướng phát triển kinh tế - xã hội, có tính đến tác động đối với an ninh cung cấp điện và an ninh nguồn nước.

d) Định kỳ 06 tháng (trước ngày 01/6 và ngày 15/11 hàng năm) hoặc khi có yêu cầu của Bộ Công Thương: thực hiện tổng hợp số liệu, báo cáo hiện trạng, kế hoạch phát triển các TTDL tại địa phương và nhu cầu điện tương ứng theo mẫu báo cáo tại Phụ lục 1, gửi Bộ Công Thương (Cục Điện lực) tổng hợp, theo dõi.

7. Tập đoàn Điện lực Việt Nam

Tập đoàn Điện lực Việt Nam chủ trì, phối hợp với các tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Đầu tư kịp thời, đúng tiến độ các dự án nguồn điện, bao gồm điện năng lượng tái tạo và nâng cấp lưới điện thuộc phạm vi quản lý theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh, kế hoạch thực hiện quy hoạch, quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan.

b) Xây dựng, triển khai thực hiện các phương án, giải pháp quản lý vận hành lưới điện để đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định cho các TTDL.

c) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp cung cấp điện, đảm bảo khả năng cung cấp điện cho các TTDL vùng và quốc gia, tuân thủ các quy định của cơ quan nhà nước có thẩm quyền ban hành.

d) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp, mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL theo tiêu chuẩn quốc tế và tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng.

đ) Tổng hợp, báo cáo Bộ Công Thương (Cục Điện lực) theo mẫu tại Phụ lục 2, báo cáo về hiện trạng, kế hoạch và quá trình triển khai thực hiện; khó khăn, vướng mắc liên quan và đề xuất giải pháp khắc phục.

8. Tập đoàn Công nghiệp – Năng lượng quốc gia Việt Nam

Tập đoàn Công nghiệp – Năng lượng quốc gia Việt Nam chủ trì, phối hợp với các tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Đầu tư kịp thời, đúng tiến độ các dự án nguồn điện, bao gồm điện năng lượng tái tạo thuộc phạm vi quản lý theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh, quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan.

b) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp, mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL theo tiêu chuẩn quốc tế và tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng.

c) Tổng hợp, báo cáo Bộ Công Thương (Cục Điện lực) theo mẫu tại Phụ lục 2, báo cáo về hiện trạng, kế hoạch và quá trình triển khai thực hiện; khó khăn, vướng mắc liên quan và đề xuất giải pháp khắc phục.

9. Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam

Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam chủ trì, phối hợp với các tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Đầu tư kịp thời, đúng tiến độ các dự án nguồn điện bao gồm điện năng lượng tái tạo thuộc phạm vi quản lý theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh, kế hoạch thực hiện quy hoạch, quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan.

b) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp, mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL theo tiêu chuẩn quốc tế và tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng.

c) Tổng hợp, báo cáo Bộ Công Thương (Cục Điện lực) theo mẫu tại Phụ lục 2, báo cáo về hiện trạng, kế hoạch và quá trình triển khai thực hiện; khó khăn, vướng mắc liên quan và đề xuất giải pháp khắc phục.

10. Công ty TNHH MTV Vận hành hệ thống điện và thị trường điện quốc gia

Công ty TNHH MTV Vận hành hệ thống điện và thị trường điện quốc gia chủ trì, phối hợp với các tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Đề xuất phương án, giải pháp đảm bảo nhu cầu điện cho các TTDL khi xây dựng kế hoạch vận hành hệ thống điện và thị trường điện.

b) Điều độ, vận hành hệ thống điện và thị trường điện quốc gia, trong đó bao gồm xây dựng phương thức vận hành đảm bảo cung cấp điện an toàn, ổn định, liên tục và đạt yêu cầu chất lượng cho các TTDL.

c) Tổng hợp, báo cáo Bộ Công Thương (Cục Điện lực) về hiện trạng, kế hoạch và quá trình triển khai thực hiện; khó khăn, vướng mắc liên quan và đề xuất giải pháp khắc phục.

BỘ CÔNG THƯƠNG

ĐỀ ÁN

**CHƯƠNG TRÌNH PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG XANH ĐÁP
ỨNG NHU CẦU TRUNG TÂM DỮ LIỆU TẠI VIỆT NAM**

Hà Nội, tháng năm 2025

ii
MỤC LỤC

DANH MỤC BẢNG	iii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	iv
I. SỰ CẦN THIẾT	1
1. Cơ sở pháp lý	1
2. Cơ sở thực tiễn	1
II. HIỆN TRẠNG VIỆT NAM VÀ KINH NGHIỆM QUỐC TẾ	2
1. Tổng quan	2
1.1. Hiện trạng phát triển trung tâm dữ liệu tại Việt Nam	3
1.2. Khung chính sách và định hướng	5
1.3. Nhu cầu năng lượng xanh cho trung tâm dữ liệu	7
2. Kinh nghiệm quốc tế	9
2.1. Xu hướng phát triển trung tâm dữ liệu xanh trên thế giới	9
2.2. Nhu cầu năng lượng và làm mát	10
2.3. Yêu cầu kỹ thuật và giải pháp cấp điện xanh cho trung tâm dữ liệu trên thế giới	12
3. Yêu cầu đặt ra đối với Việt Nam	15
3.1. Đồng bộ quy hoạch phát triển điện lực và các quy hoạch khác có liên quan để đảm bảo tính bền vững	15
3.2. Điện tái tạo là nguồn cung cấp điện chính cho các trung tâm dữ liệu	16
3.3. Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả	16
3.4. Nghiên cứu áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế về TTDL xanh	16
III. MỤC TIÊU	17
1. Mục tiêu tổng quát	17
2. Mục tiêu cụ thể	17
IV. NHIỆM VỤ	17
1. Rà soát, cập nhật nhu cầu sử dụng điện của TTDL trong quy hoạch	18
2. Xây dựng, hoàn thiện chính sách cung cấp điện cho TTDL	18
3. Đảm bảo cung cấp điện cho các TTDL	18
V. GIẢI PHÁP THỰC HIỆN	19
1. Phát triển nguồn lực	19
2. Xây dựng các cơ chế phối hợp	19
3. Hoàn thiện khung chính sách	19
4. Nghiên cứu xây dựng mô hình thí điểm	20

5. Hợp tác quốc tế.....	20
VI. KINH PHÍ THỰC HIỆN.....	21
VII. TỔ CHỨC THỰC HIỆN	21
1. Các đơn vị thuộc, trực thuộc Bộ Công Thương	21
3. Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công.....	22
4. Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số	23
5. Vụ Kế hoạch, Tài chính và Quản lý doanh nghiệp	23
6. Sở Công Thương các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương:	23
7. Tập đoàn Điện lực Việt Nam	24
8. Công ty TNHH MTV Vận hành hệ thống điện và thị trường điện quốc gia.....	25
TÀI LIỆU THAM KHẢO	21
DANH MỤC BẢNG	
Bảng 1. Nhu cầu sử dụng điện của các TTDL tại Việt Nam.....	4
Bảng 2. So sánh tiêu chí của TTDL truyền thống và TTDL tích hợp AI.....	11
Bảng 3. Tiêu chí TTDL theo Uptime Tier 3 và Tier 4.....	13

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

AI	Artificial Intelligence - Trí tuệ nhân tạo
BESS	Battery Energy Storage System - Hệ thống pin lưu trữ năng lượng
ICT	Information & Communications Technology - Thông tin và truyền thông
IEA	International Energy Agency - Cơ quan Năng lượng quốc tế
PPA	Power Purchase Agreement - Hợp đồng mua bán điện
PUE	Power Usage Effectiveness - Chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng
TTDL	Trung tâm dữ liệu
GPU	Graphics Processing Unit - Bộ vi xử lý đồ họa
TPU	Tensor Processing Unit - Bộ vi xử lý được Google phát triển chuyên dụng cho các tác vụ học máy và trí tuệ nhân tạo
ANSI	American National Standards Institute – Viện Tiêu chuẩn quốc gia Hoa Kỳ

I. SỰ CẦN THIẾT

1. Cơ sở pháp lý

- Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 của Bộ Chính trị về phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.
- Nghị quyết số 03/NQ-CP ngày 09 tháng 01 năm 2025 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 của Bộ Chính trị về phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.
- Nghị quyết số 71/NQ-CP ngày 01 tháng 4 năm 2025 của Chính phủ về sửa đổi, bổ sung cập nhật Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.
- Nghị quyết số 175/NQ-CP ngày 30 tháng 10 năm 2023 của Chính phủ phê duyệt Đề án Trung tâm dữ liệu quốc gia.
- Quyết định số 36/QĐ-TTg ngày 11 tháng 01 năm 2024 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch hạ tầng thông tin và truyền thông thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến 2050.
- Quyết định số 1121/QĐ-TTg ngày 11 tháng 6 năm 2025 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chương trình hành động quốc gia về phát triển và chuyển đổi sang sử dụng nền tảng điện toán đám mây giai đoạn 2025 – 2030.
- Quyết định số 116/QĐ-BCT ngày 13 tháng 01 năm 2025 của Bộ trưởng Bộ Công Thương thực hiện Nghị quyết số 03/NQ-CP ngày 09 tháng 01 năm 2025 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 của Bộ Chính trị về phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.
- Quyết định số 1493/QĐ-BCT ngày 26 tháng 5 năm 2025 của Bộ trưởng Bộ Công Thương về việc ban hành Kế hoạch của Bộ Công Thương thực hiện Nghị quyết số 71/NQ-CP ngày 01 tháng 4 năm 2025 của Chính phủ về sửa đổi, bổ sung cập nhật Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.

2. Cơ sở thực tiễn

Trong kỷ nguyên Internet và số hóa hiện nay, dữ liệu đã trở thành tài sản chiến lược ngày càng quan trọng và cần thiết dẫn đến các nhu cầu xử lý, lưu trữ rất lớn. Các trung tâm dữ liệu (TTDL) hay còn gọi là Data Center đóng vai trò trọng tâm trong hạ tầng số, cung cấp nền tảng cho điện toán đám mây, trí tuệ nhân tạo (AI), Internet vạn vật (IoT) và các dịch vụ số khác. Tại Việt Nam, quá trình chuyển đổi số quốc gia được Chính phủ thúc đẩy mạnh mẽ, kéo theo sự gia tăng

nhANH chóng số lượng và quy mô các TTDL nhằm đáp ứng nhu cầu lưu trữ, tính toán ngày càng lớn của nền kinh tế số.

Tuy nhiên, sự phát triển bùng nổ của các TTDL cũng đặt ra thách thức đáng kể về nguồn cung năng lượng. Theo thống kê của McKinsey – Công ty tư vấn quản lý chiến lược hàng đầu thế giới, TTDL tiêu thụ lượng điện năng rất lớn để vận hành máy chủ và hệ thống làm mát 24/7; cụ thể, một TTDL cỡ siêu lớn (hyperscale) có thể sử dụng lượng điện tương đương 80.000 hộ gia đình (McKinsey, 2023). Nếu nguồn điện cho các TTDL này chủ yếu đến từ nguồn nhiên liệu hóa thạch, việc mở rộng TTDL ngoài gây áp lực đáng kể đến an ninh năng lượng sẽ làm gia tăng phát thải khí nhà kính. Điều này sẽ trở thành một trở ngại đối với cam kết của Việt Nam tại Hội nghị COP26 về mục tiêu đạt phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050. Do đó, phát triển năng lượng xanh để đáp ứng nhu cầu của các TTDL là yêu cầu cấp thiết nhằm đảm bảo tăng trưởng số bền vững đồng thời đảm bảo các cam kết khí hậu của Việt Nam với quốc tế.

Hiện tại, nhiều quốc gia và tập đoàn công nghệ trên thế giới đã triển khai các chiến lược “xanh hóa” TTDL. Các doanh nghiệp có các TTDL siêu lớn như Google, Microsoft, Amazon, Meta đã cam kết sử dụng 100% năng lượng tái tạo cho các TTDL của mình trước năm 2030 (McKinsey, 2024). Chính phủ một số nước cũng ban hành chính sách ưu tiên TTDL xanh, ví dụ Singapore chỉ cho phép xây dựng TTDL mới nếu đáp ứng tiêu chuẩn hiệu quả năng lượng khắt khe và có kế hoạch sử dụng năng lượng tái tạo. Những xu hướng này cho thấy việc phát triển TTDL phải gắn liền với chuyển đổi năng lượng xanh.

Trong bối cảnh đó, Đề án “*Chương trình Phát triển năng lượng xanh đáp ứng nhu cầu trung tâm dữ liệu tại Việt Nam*” được xây dựng nhằm nghiên cứu, đề xuất các giải pháp tổng thể để bảo đảm cung cấp điện bền vững, thân thiện với môi trường cho hệ thống TTDL đặt tại Việt Nam bao gồm cả các TTDL của Việt Nam và của quốc tế. Đề án tập trung phân tích hiện trạng phát triển TTDL ở Việt Nam, nghiên cứu các kinh nghiệm quốc tế về TTDL xanh, từ đó xác định nhu cầu, định hướng và đề xuất các nhiệm vụ, giải pháp nhằm đáp ứng nhu cầu năng lượng xanh cho các TTDL. Mục tiêu là vừa đáp ứng nhu cầu hạ tầng số đang bùng nổ, vừa thực hiện cam kết của Việt Nam với quốc tế về chuyển dịch năng lượng và biến đổi khí hậu, góp phần phát triển hạ tầng kinh tế số theo hướng bền vững, thân thiện với môi trường.

II. HIỆN TRẠNG VIỆT NAM VÀ KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

1. Tổng quan

Những năm gần đây, Việt Nam nổi lên như một điểm sáng về chuyển đổi số với tốc độ tăng trưởng kinh tế số cao. Bộ Chính trị và Chính phủ đã ban hành nhiều chiến lược và chính sách quan trọng nhằm thúc đẩy kinh tế số, chính phủ số và xã hội số. Đặc biệt, Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, tầm nhìn 2030 (Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03/6/2020 của Thủ tướng Chính

phủ) đặt mục tiêu hình thành 3 trụ cột, gồm: Chính phủ số, Kinh tế số và Xã hội số; trong đó nhấn mạnh việc chuyển dịch hạ tầng công nghệ thông tin lên điện toán đám mây như một giải pháp quan trọng. Điều này tạo ra nhu cầu lớn đối với các dịch vụ trung tâm dữ liệu và điện toán đám mây trong nước.

Cùng với đó, xu hướng bùng nổ của công nghệ AI, dữ liệu lớn và IoT đòi hỏi hạ tầng tính toán mạnh mẽ hơn. Các mô hình AI hiện đại (như học máy, học sâu) cần năng lực xử lý đặc biệt lớn, thúc đẩy nhu cầu xây dựng các TTDL quy mô lớn và hiệu năng cao. Với xu thế phát triển và tầm quan trọng của dữ liệu và AI, Bộ Chính trị đã ban hành Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 về phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia. Trong đó, đề ra chủ trương thu hút các doanh nghiệp trong và ngoài nước đầu tư xây dựng TTDL, điện toán đám mây tại Việt Nam; đồng thời hình thành hạ tầng lưu trữ, tính toán đạt tiêu chuẩn quốc tế, tiêu chuẩn xanh. Mục tiêu đến năm 2025 là hoàn thành đưa vào vận hành TTDL quốc gia và phát triển thêm các TTDL vùng, tiến tới xây dựng Việt Nam thành một cứ điểm về TTDL, công nghiệp số của khu vực.

1.1. Hiện trạng phát triển trung tâm dữ liệu tại Việt Nam

Hiện nay, thị trường TTDL Việt Nam được đánh giá là phát triển nhanh hàng đầu khu vực các nước ASEAN. Theo Hiệp hội Internet Việt Nam, hiện có khoảng hơn 50 doanh nghiệp trong nước và quốc tế cung cấp dịch vụ trung tâm dữ liệu và đám mây tại Việt Nam. Các doanh nghiệp viễn thông và công nghệ thông tin lớn trong nước như Viettel, VNPT, FPT, CMC... đã đầu tư xây dựng nhiều TTDL hiện đại đạt chuẩn quốc tế để đáp ứng nhu cầu thị trường. Các TTDL lớn tập trung chủ yếu tại các đô thị như Hà Nội, TP.HCM, Đà Nẵng và một số vùng phụ cận (Bình Dương), nơi có hạ tầng điện và viễn thông tốt.

Theo Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam hiện có khoảng 41 TTDL thương mại với tổng công suất theo thiết kế lên tới 221 MW. Nhiều tập đoàn nước ngoài đã và đang đầu tư vào hạ tầng TTDL Việt Nam: điển hình như NTT Global Data Centers (Nhật Bản) hợp tác với VNPT, Telehouse (Nhật Bản) hợp tác với FPT; các quỹ đầu tư như Gaw Capital (Hong Kong) cũng dự kiến rót vốn vào các dự án TTDL. Thành phố Hồ Chí Minh gần đây nhận được đề xuất dự án siêu TTDL trị giá khoảng 2 tỷ USD phục vụ trí tuệ nhân tạo, do liên doanh gồm tập đoàn G42 (UAE, có Microsoft tham gia), FPT, VinaCapital và Việt Thái đề xuất. Điều này cho thấy sức hút của thị trường Việt Nam đối với các nhà đầu tư quốc tế trong lĩnh vực TTDL.

Về quy mô thị trường, giá trị ngành TTDL Việt Nam năm 2022 ước đạt khoảng 561 triệu USD, và tăng lên khoảng 620 triệu USD năm 2023. Tốc độ tăng trưởng doanh thu giai đoạn 2022 - 2028 dự báo đạt trung bình khoảng 10,7% mỗi năm, quy mô thị trường có thể đạt trên 1 tỷ USD vào năm 2028 (Research and Markets, 2023). Mặc dù mở rộng nhanh, thị phần của các nhà cung cấp trong nước hiện vẫn ở mức khiêm tốn, tổng doanh thu 6 doanh nghiệp TTDL hàng đầu trong

nước chỉ chiếm khoảng 17 – 18% thị trường năm 2022 – 2023. Phần còn lại chủ yếu do các nhà cung cấp dịch vụ quốc tế nắm giữ (ví dụ: Amazon Web Services, Google Cloud, Microsoft Azure cung cấp dịch vụ cho khách hàng Việt Nam thông qua hạ tầng khu vực). Các doanh nghiệp TTDL nội địa đang tăng trưởng 15%/năm và mở rộng hạ tầng, nhưng cần thời gian để có thể cạnh tranh với các tập đoàn quốc tế.

- Về nhu cầu sử dụng điện, theo số liệu thống kê của Cục Viễn thông, Bộ Khoa học và Công nghệ, cả nước hiện có 41 TTDL với tổng công suất theo thiết kế 221 MW và 12 doanh nghiệp cung cấp dịch vụ TTDL, trong đó, Hà Nội là địa phương có số TTDL nhiều nhất gồm 21 trung tâm, tổng công suất thiết kế 121 MW, tiếp đến là TP. HCM với 16 TTDL. Trong giai đoạn tới, theo Quyết định số 912/QĐ-BKHCN ngày 18/5/2025 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ phê duyệt Kế hoạch phát triển hạ tầng số Việt Nam thời kỳ 2025- 2030, tổng công suất sử dụng điện theo thiết kế của các TTDL trên toàn quốc đạt tối thiểu 241,5 MW vào năm 2025 và 788 MW vào năm 2030.

Bảng 1. Nhu cầu sử dụng điện của các TTDL tại Việt Nam

Giai đoạn	Công suất (MW)
Đang vận hành	221
Mục tiêu năm 2025	241,5
Mục tiêu đến năm 2030	788

Với chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng (PUE - Power Usage Effectiveness)¹ phổ biến từ 1,4 - 1,6 và công suất của các TTDL đạt 788MW, có thể tính toán sơ bộ mức tiêu thụ điện tối đa của các TTDL ở Việt Nam vào năm 2030 có thể lên tới 10,3 TWh/năm, tương đương khoảng 1,8 - 2% tổng sản lượng điện thương phẩm toàn quốc (theo Quyết định số 768/QĐ-TTg ngày 15/4/2025 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt điều chỉnh Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021–2030, tầm nhìn đến năm 2050 - Điều chỉnh Quy hoạch điện VIII, điện thương phẩm năm 2030 đạt khoảng 500,4 – 557,8 tỷ kWh). Điều này cho thấy, nhu cầu điện phục vụ hạ tầng dữ liệu đang ngày càng lớn và đòi hỏi các giải pháp cung cấp điện ổn định, hiệu quả và bền vững cho các TTDL trong tương lai gần.

Trong giai đoạn tới, các doanh nghiệp Việt Nam đã và đang có kế hoạch tiếp tục mở rộng năng lực xây dựng và vận hành TTDL. Tháng 4/2025, Viettel khởi công TTDL và nghiên cứu công nghệ cao tại TP.HCM với quy mô “siêu lớn”,

¹ Chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng (PUE) là một chỉ số được sử dụng để đo lường hiệu suất sử dụng năng lượng của trung tâm dữ liệu. PUE là tỷ lệ tổng năng lượng tiêu thụ của toàn TTDL trên năng lượng tiêu thụ cho thiết bị công nghệ thông tin.

công suất thiết kế tới 140 MW điện, khoảng 10.000 rack², trở thành TTDL lớn nhất Việt Nam và thuộc top 10 Đông Nam Á (VnEconomy, 2025). Trung tâm này được thiết kế đạt tiêu chuẩn Uptime Tier (cấp độ) 3³, với mật độ công suất trung bình 10 kW/rack, cao gấp 2,5 lần mức trung bình tại Việt Nam và có thể hỗ trợ các rack công suất lên tới 60 kW để phục vụ các ứng dụng AI hiệu năng cao. Dự kiến giai đoạn 1 của dự án sẽ vận hành năm 2026 và hoàn thành toàn bộ trước 2030. Đây là dấu mốc quan trọng, cho thấy Việt Nam bắt đầu xuất hiện những trung tâm dữ liệu thế hệ mới, quy mô siêu lớn ngang tầm khu vực, sẵn sàng cho các yêu cầu tính toán liên quan AI và điện toán đám mây đòi hỏi năng lực xử lý cao.

1.2. Khung chính sách và định hướng

Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành các nghị quyết, quyết định liên quan đến quy hoạch, định hướng phát triển quan trọng nhằm thúc đẩy hạ tầng TTDL đồng bộ, hiện đại và bền vững trong giai đoạn tới. Nghị quyết số 175/NQ-CP ngày 30/10/2023 của Chính phủ đã chính thức xác lập định hướng xây dựng Trung tâm dữ liệu quốc gia (National Data Center - NDC). Theo đó:

- Đến năm 2025: Hoàn thành xây dựng kho dữ liệu tổng hợp từ các cơ sở dữ liệu quốc gia;
- Từ năm 2026: Triển khai phân tích dữ liệu chuyên sâu hỗ trợ xây dựng chính sách;
- Đến năm 2030: Hoàn tất kết nối và chia sẻ dữ liệu liên thông trong và ngoài nước, thay thế trên 90% quy trình hành chính bằng trao đổi số.

Theo Quyết định số 36/QĐ-TTg ngày 11/01/2024 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển hạ tầng thông tin và truyền thông (ICT) giai đoạn 2021–2030, tầm nhìn 2050, mục tiêu đến năm 2025 – 2030 là xây dựng ít nhất 3 cụm TTDL cấp quốc gia và cấp vùng, hoàn thành 1 – 2 TTDL quốc gia có diện tích và công suất lớn, đồng thời thúc đẩy mô hình trung tâm dữ liệu xanh, thân thiện với môi trường và tiết kiệm năng lượng. Đến năm 2050, sẽ phát triển 2 trung tâm dữ liệu quốc gia có diện tích khoảng 70.000 m² (79 MW) và 3 cụm trung tâm dữ liệu vùng với tổng diện tích 310.000 m² (375 MW). Quyết định số 36/QĐ-TTg cũng đưa ra một số yêu cầu về phát triển TTDL xanh và TTDL gắn với hạ tầng năng lượng, cụ thể như sau:

- TTDL đạt tiêu chuẩn xanh theo các tiêu chuẩn quốc tế, trong đó chỉ số

² Rack là một khung tiêu chuẩn (thường cao khoảng 2m) dùng để lắp đặt và tổ chức các thiết bị công nghệ thông tin như máy chủ (server), thiết bị lưu trữ (storage), thiết bị mạng (switch, router)...

³ Uptime Institute là một tổ chức quốc tế có trụ sở tại Hoa Kỳ, nổi tiếng toàn cầu trong việc thiết lập các tiêu chuẩn xếp hạng độ tin cậy và khả năng sẵn sàng vận hành của TTDL. Tiêu chuẩn Tier của Uptime Institute là hệ thống đánh giá TTDL được công nhận và sử dụng rộng rãi nhất trên thế giới.

hiệu quả sử dụng năng lượng (PUE) của TTDL được đầu tư xây dựng mới không vượt quá 1,4;

- Phát triển mạng lưới TTDL trên cơ sở hài hòa với quy hoạch năng lượng, tận dụng lợi thế vùng về hạ tầng kết nối, hạ tầng giao thông;

- Tiêu chí xác định vị trí các TTDL: gần các điểm nút mạng đường trục hệ thống điện quốc gia; khả năng cung cấp đủ nguồn điện, bảo đảm tính ổn định, liên tục (có tối thiểu 02 nguồn cung cấp điện từ các trạm biến áp phân phối khác nhau, ưu tiên các vị trí đặt gần hoặc có kết nối đường dây điện cao áp đủ khả năng truyền tải công suất với các công trình thủy điện hoặc năng lượng tái tạo, bảo đảm đồng bộ với quy hoạch điện và năng lượng quốc gia);...

Căn cứ Quyết định số 36/QĐ-TTg ngày 11/01/2024 của Thủ tướng Chính phủ, Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ đã ban hành Quyết định số 912/QĐ-BKHCN ngày 18/5/2025 phê duyệt Kế hoạch phát triển hạ tầng số Việt Nam thời kỳ 2025- 2030. Trong đó, đề ra mục tiêu phát triển các TTDL đến năm 2030 như sau:

- Đến năm 2025, hình thành 1 - 1 cụm TTDL mới đạt tiêu chuẩn xanh (chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng (PUE) dưới 1,4), trong đó ít nhất 01 TTDL đạt chuẩn hỗ trợ các ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI data center - có công suất/rack tối thiểu 20kw). Tổng công suất điện thiết kế của các TTDL toàn quốc đạt tối thiểu 241,5 MW.

- Đến năm 2030, hình thành thêm tối thiểu 11 TTDL mới đạt tiêu chuẩn xanh (chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng (PUE) dưới 1,4), trong đó ít nhất 05 TTDL đạt chuẩn hỗ trợ các ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI data center). Tổng công suất điện thiết kế của các TTDL đạt tối thiểu 788 MW.

Về tiêu chuẩn kỹ thuật, theo phương án phát triển TTDL tại Quyết định Quyết định số 36/QĐ-TTg ngày 11/01/2024 của Thủ tướng Chính phủ, chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật công trình TTDL quốc gia và vùng theo tiêu chuẩn Uptime Tier 3 (độ tin cậy ~99,98%, tiêu chuẩn Tier 3 đòi hỏi hệ thống cấp điện và làm mát phải có dự phòng N+1, cho phép bảo trì mà không gián đoạn) hoặc ANSI/TIA 942-B rated 3⁴ hoặc tiêu chuẩn Việt Nam tương đương trở lên, tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn của cơ quan nhà nước có thẩm quyền ban hành.

Hiện nay, một số các TTDL quy mô lớn như VNG Tân Thuận, CMC Telecom, EcoDC (Khu công nghệ cao Láng - Hòa Lạc) đã đạt chứng nhận Uptime Tier 3. Tuy nhiên, các tiêu chí về “xanh” và tiết kiệm năng lượng cho TTDL chưa được cụ thể hóa thành quy chuẩn, tiêu chuẩn hoặc yêu cầu kỹ thuật (Uptime Institute, 2022). Trong bối cảnh quốc tế thúc đẩy TTDL xanh, đây là vấn đề quan

⁴ ANSI/TIA-942 là tiêu chuẩn dùng để đánh giá tất cả các khía cạnh của trung tâm dữ liệu vật lý bao gồm vị trí, kiến trúc, an ninh, an toàn chống cháy, điện, cơ khí và viễn thông

trọng cần được xem xét, hoàn thiện trong thời gian tới để phát triển TTDL xanh, tích hợp yếu tố hiệu quả năng lượng và sử dụng năng lượng tái tạo.

1.3. Nhu cầu năng lượng xanh cho trung tâm dữ liệu

Sự phát triển của kinh tế số kéo theo nhu cầu mạnh mẽ về TTDL an toàn, ổn định. Các ngành như tài chính, ngân hàng, thương mại điện tử, sản xuất thông minh, thanh toán điện tử, dịch vụ số... đều yêu cầu hạ tầng dữ liệu trong nước để đảm bảo độ trễ thấp và tuân thủ quy định về dữ liệu (ví dụ: dữ liệu người dùng phải lưu trữ tại Việt Nam). Nhiều doanh nghiệp lớn của Việt Nam, bao gồm cả những Fintech phổ biến như MoMo, đã chuyển từ mô hình tự xây dựng máy chủ (server) riêng sang thuê dịch vụ TTDL và điện toán đám mây (cloud) chuyên nghiệp để tối ưu chi phí và bảo mật. Ngoài ra, xu hướng chuyển dịch lên cloud trong khối cơ quan nhà nước cũng đang diễn ra, với Chương trình hành động quốc gia về chuyển đổi sang sử dụng nền tảng điện toán đám mây (Quyết định số 1121/QĐ-TTg ngày 11 tháng 6 năm 2025 của Thủ tướng Chính phủ) được ban hành nhằm khuyến khích cơ quan công lập dùng dịch vụ đám mây thay cho tự xây dựng các TTDL nhỏ lẻ, tuy nhiên cần đảm bảo các yêu cầu bảo mật và an toàn thông tin.

Như đã nêu trên, tại Quy hoạch tổng thể phát triển hạ tầng thông tin và truyền thông (Quyết định số 36/QĐ-TTg ngày 11/01/2024 của Thủ tướng Chính phủ), cũng đưa ra yêu cầu về phát triển TTDL xanh: đến năm 2025, TTDL đạt tiêu chuẩn xanh theo các tiêu chuẩn quốc tế, trong đó chỉ số PUE của TTDL được đầu tư xây dựng mới không vượt quá 1,4; đến năm 2030, phát triển các cụm TTDL quy mô lớn theo tiêu chuẩn xanh, kết nối và chia sẻ tạo thành mạng lưới các cụm trung tâm dữ liệu nhằm thúc đẩy công nghiệp dữ liệu lớn,...

Bên cạnh đó, các tập đoàn công nghệ toàn cầu cũng bày tỏ sự quan tâm đến thị trường Việt Nam. Do có hỗ trợ mạnh mẽ từ Chính phủ, giá điện phù hợp và chi phí nhân công cạnh tranh, Việt Nam được đánh giá có lợi thế chi phí xây dựng và vận hành TTDL thấp hơn đáng kể so với nhiều nước trong khu vực, giúp giá dịch vụ cạnh tranh hơn.

Trong bối cảnh dòng dịch chuyển hạ tầng số sang Đông Nam Á, Việt Nam nổi lên như một điểm đến hấp dẫn. Tuy nhiên, các nhà đầu tư nước ngoài cũng đưa ra các yêu cầu cao về nguồn điện: họ ưu tiên những địa điểm có năng lượng tái tạo dồi dào hoặc cam kết cung cấp điện ổn định, xanh để đạt mục tiêu phát triển bền vững (McKinsey, 2023). Do đó, để thu hút các dự án TTDL lớn và đáp ứng yêu cầu của các "Big Tech"⁵, Việt Nam cần chuẩn bị hạ tầng năng lượng xanh

⁵ Big Tech (hay còn gọi là những gã khổng lồ công nghệ), là thuật ngữ để chỉ nhóm các công ty công nghệ thông tin lớn nhất ở Hoa Kỳ, bao gồm Google (Alphabet), Amazon, Facebook (Meta), Apple và Microsoft.

tương xứng.

Từ các phân tích trên, có thể thấy Việt Nam đang đứng trước nhu cầu lớn và cần thiết để phát triển các TTDL nói chung và TTDL theo hướng xanh và bền vững nói riêng. Những yêu cầu chính bao gồm:

- **Đảm bảo cung ứng đủ điện cho hạ tầng số:** Nhu cầu điện của các TTDL đang tăng mạnh cùng với tiến trình chuyển đổi số và ứng dụng AI. Nếu không phát triển nguồn điện kịp thời, đặc biệt là năng lượng tái tạo, sẽ khó đáp ứng được yêu cầu của các TTDL lớn trong tương lai gần. Thực tế năm 2023, một số thời điểm đã xảy ra thiếu điện cục bộ ở miền Bắc, gây lo ngại về khả năng cung ứng điện liên tục cho các dịch vụ số quan trọng. Phát triển năng lượng xanh (điện gió, mặt trời) kết hợp với hệ thống lưu trữ năng lượng sẽ bổ sung đáng kể nguồn điện, giảm áp lực cho lưới điện quốc gia trong bối cảnh tốc độ tăng trưởng phụ tải vẫn ở mức cao.

- **Thực hiện cam kết giảm phát thải:** Việt Nam cam kết đạt phát thải ròng bằng “0” vào 2050. Trong khi đó, ngành năng lượng chiếm tỷ trọng tương đối lớn trong cơ cấu phát thải, do đó chuyển đổi sang năng lượng sạch là vô cùng cần thiết. Các TTDL nếu sử dụng điện từ các nguồn năng lượng truyền thống như than, dầu, khí sẽ phát thải khí CO₂ đáng kể. Vì vậy, để phù hợp với mục tiêu quốc gia về khí hậu, các TTDL mới được cấp điện từ nguồn năng lượng tái tạo sẽ đóng góp vào mục tiêu chung về chuyển dịch năng lượng cũng như cam kết giảm phát thải. Đây cũng là xu hướng chung của thế giới: trung hòa carbon trong vận hành TTDL vào 2030 theo mục tiêu các Big Tech đưa ra.

- **Nâng cao năng lực cạnh tranh và thu hút đầu tư:** Các khách hàng dịch vụ số lớn (ngân hàng, tập đoàn đa quốc gia) ngày càng ưu tiên sử dụng dịch vụ từ các TTDL xanh để đáp ứng tiêu chí ESG⁶. Nếu Việt Nam sớm phát triển được các TTDL xanh, đạt chứng chỉ quốc tế về môi trường, sẽ tăng sức hấp dẫn trong việc thu hút các doanh nghiệp này. Ngược lại, nếu hạ tầng cung cấp điện cho TTDL dựa vào các nguồn điện than, hiệu suất thấp thì có nguy cơ mất cơ hội thu hút dòng vốn FDI chất lượng cao vào lĩnh vực công nghệ. Chẳng hạn, dự án 2 tỷ USD siêu TTDL AI (Hyperscale Data Center) tại TP.HCM do liên danh đầu tư quốc tế gồm G42 (UAE), Microsoft, FPT, VinaCapital và Việt Thái vừa đề xuất mới đây cũng đặt vấn đề về khung pháp lý cho lưu trữ dữ liệu xuyên biên giới và khả năng cung cấp điện ổn định và xanh, cho thấy nhà đầu tư rất quan tâm đến môi trường hoạt động của TTDL.

- **Phát triển bền vững, giảm chi phí dài hạn:** Trung tâm dữ liệu xanh không chỉ giảm phát thải mà về lâu dài còn giúp tiết kiệm chi phí vận hành nhờ

⁶ ESG là viết tắt của ba tiêu chí: Environmental (Môi trường), Social (Xã hội), và Governance (Quản trị): được sử dụng để đánh giá mức độ bền vững và trách nhiệm của một doanh nghiệp hoặc dự án đối với các yếu tố ngoài tài chính

hiệu quả năng lượng cao. Chi phí điện thường chiếm khoảng 20% tổng chi phí vận hành TTDL; do đó, nếu tận dụng nguồn điện mặt trời, điện gió rẻ hơn và các giải pháp tiết kiệm điện, doanh nghiệp sẽ hưởng lợi. Hơn nữa, việc chủ động nguồn điện (qua đầu tư trang trại điện tái tạo) sẽ giảm phụ thuộc vào biến động giá điện lưới và tăng tính chủ động khi mở rộng quy mô TTDL.

Tổng hợp các yếu tố trên, có thể kết luận rằng phát triển TTDL xanh không còn là lựa chọn mà là một trong những nhu cầu tất yếu tại Việt Nam. Đây là điều kiện để các TTDL phát triển, phù hợp với các mục tiêu an ninh năng lượng và phát triển bền vững quốc gia.

2. Kinh nghiệm quốc tế

2.1. Xu hướng phát triển trung tâm dữ liệu xanh trên thế giới

Trên phạm vi toàn cầu, tiêu thụ điện của các TTDL đang trở thành một vấn đề lớn. Năm 2024, các TTDL ước tính chiếm khoảng 1,5% tổng điện năng tiêu thụ toàn cầu và tỷ lệ này có thể tăng gấp đôi lên khoảng 3% vào năm 2030 (Scientific American, 2024). Theo IEA, điện năng tiêu thụ cho TTDL toàn cầu dự kiến sẽ tăng hơn gấp đôi, đạt khoảng 945 TWh vào năm 2030, tương đương mức tiêu thụ điện của cả nước Nhật Bản hiện nay (IEA, 2025). Động lực chính của mức tăng này là sự bùng nổ của trí tuệ nhân tạo. Tại Mỹ, dự báo đến 2030 các TTDL sẽ chiếm gần một nửa mức tăng nhu cầu điện của cả nước, vượt xa nhiều ngành công nghiệp nặng truyền thống. Trước áp lực đó, xu hướng “xanh hóa” TTDL đang diễn ra mạnh mẽ. Liên minh châu Âu đã đặt mục tiêu các TTDL đạt trung hòa carbon vào năm 2030; nhiều quốc gia như Hà Lan, Đan Mạch yêu cầu dự án TTDL mới phải có giải pháp sử dụng năng lượng tái tạo và tận dụng nhiệt thải cho sưởi ấm cộng đồng.

Các tập đoàn công nghệ hàng đầu - nhóm vận hành phần lớn các TTDL siêu lớn trên thế giới đều đã công bố lộ trình chuyển sang năng lượng sạch. Google từ năm 2017 đã đạt mục tiêu sử dụng 100% điện năng lượng tái tạo (thông qua các hợp đồng mua bán điện năng lượng tái tạo - PPA và chứng chỉ năng lượng tái tạo) để phục vụ nhu cầu tiêu thụ điện của các TTDL, và đặt tham vọng vận hành toàn bộ bằng năng lượng không phát thải carbon 24/7 (24/7 carbon free energy) trước năm 2030 (Google, 2020). Microsoft cũng cam kết sử dụng 100% năng lượng tái tạo vào năm 2025 cho các TTDL và tiến tới mục tiêu phát thải ròng bằng “0” (Net Zero) vào năm 2030 (Microsoft, 2020). Apple đã đạt mục tiêu sử dụng 100% năng lượng tái tạo và Net Zero năm 2020. Trong khi đó, Meta (Facebook), Amazon đều đã đạt mục tiêu sử dụng 100% năng lượng tái tạo và hướng tới mục tiêu Net Zero trong giai đoạn sắp tới. Như vậy, về phía doanh nghiệp, đặc biệt là các tập đoàn lớn từ các quốc gia phát triển, động lực chuyển đổi xanh rất rõ rệt thông qua các chiến lược, kế hoạch và lộ trình chi tiết: các doanh nghiệp không chỉ mua và sử dụng điện năng lượng tái tạo mà còn tự đầu tư các nguồn điện năng lượng tái tạo,

các cơ sở giảm phát thải và thu giữ carbon (IEA, 2025).

Chính phủ nhiều nước cũng ban hành chính sách khuyến khích và quy định bắt buộc đối với TTDL xanh. Singapore là một ví dụ điển hình: do hạn chế về tài nguyên đất đai và năng lượng, Singapore đã tạm dừng cấp phép TTDL trong giai đoạn 2019 - 2022 để xây dựng tiêu chuẩn xanh. Hiện nay, Singapore chỉ cho phép phát triển thêm các TTDL mới nếu đáp ứng tiêu chuẩn PUE dưới 1,3 và ưu tiên sử dụng năng lượng tái tạo (mặc dù Singapore phải nhập khẩu điện sạch) (Singapore EDB, 2023; Mayer Brown, 2024). Nhờ vậy, Singapore quản lý được mức tiêu thụ điện của các TTDL trong giới hạn khoảng 7% tổng điện năng quốc gia và vẫn thu hút được các dự án TTDL chất lượng cao (Datacenter Dynamics, 2023). Tại châu Âu, một số quốc gia như Hà Lan áp thuế cao với điện năng sử dụng cho TTDL nếu không đến từ nguồn tái tạo, qua đó thúc đẩy các TTDL ký kết hợp đồng mua điện dài hạn (PPA) với các dự án điện gió, mặt trời.

2.2. Nhu cầu năng lượng và làm mát

Sự phát triển nhanh chóng của các ứng dụng AI quy mô lớn đang thay đổi cách thiết kế và vận hành TTDL. Trước đây, phần lớn khối lượng công việc tại TTDL là lưu trữ dữ liệu và các ứng dụng web, doanh nghiệp thông thường – những ứng dụng này yêu cầu mật độ tính toán và năng lượng vừa phải. Tuy nhiên, sự xuất hiện của các cơ sở đào tiên kỹ thuật số và đặc biệt là các trung tâm dữ liệu phục vụ AI (ví dụ: đào tạo mô hình học sâu, xử lý ngôn ngữ tự nhiên lớn như GPT) đòi hỏi hạ tầng đặc thù với mật độ tính toán rất cao. Một máy chủ AI chuyên dụng có thể có công suất từ 10 kW tới 30 kW, thậm chí lên đến 100 - 120 kW mỗi máy (với các GPU/TPU hiệu năng cao) – cao hơn hàng chục lần so với máy chủ thông thường. Do đó, các TTDL AI phải thiết kế hệ thống cấp điện và làm mát vượt trội: sử dụng các rack công suất rất cao, triển khai công nghệ làm mát bằng chất lỏng hoặc làm mát dạng ngâm trong môi trường làm mát (immersion cooling) thay vì chỉ sử dụng điều hòa không khí truyền thống.

Tỷ trọng AI trong trung tâm dữ liệu được dự báo sẽ tăng mạnh. Hiện nay, ước tính các ứng dụng truyền thống (web, lưu trữ, email, v.v.) chiếm khoảng 55% khối lượng công việc trong TTDL, còn ứng dụng AI mới khoảng dưới 10% (Goldman Sachs Research, 2025). Gần đây tại Việt Nam, đã có đề xuất hợp tác phát triển khu phức hợp TTDL ứng dụng AI có quy mô công suất khoảng 200MW dự kiến đặt tại Khu công nghiệp Tân Phú Trung (TP.HCM). Dự kiến đến năm 2030, khối lượng công việc tính toán liên quan đến AI có thể tăng gấp khoảng 3 lần, dần trở thành một phần có tỷ trọng tương đương với ứng dụng truyền thống (McKinsey & Company, 2024). Theo IEA, một kịch bản đến năm 2030 với khoảng 70% công suất TTDL toàn cầu sẽ được dành cho AI. Điều này đồng nghĩa nhu cầu điện năng và giải nhiệt/làm mát của các TTDL sẽ tăng vọt, đặt ra thách

thức rất lớn về năng lượng và khả năng làm mát.

Bảng 2. So sánh tiêu chí của TTDL truyền thống và TTDL tích hợp AI

Tiêu chí	TTDL truyền thống	TTDL tích hợp AI
Công suất	20-30 MW	200-300 MW
PUE	1.5-2.0	≤ 1.3
Mật độ rack	5-10 kW/rack	50-100 kW/rack
Làm mát	Air cooling	Liquid cooling
Đầu tư	\$5-7 triệu/MW	\$50-70 triệu/MW

(Goldman Sachs Research, 2025; Datacenter Dynamics, 2024; Uptime Institute, 2023)

Một ví dụ cụ thể về tác động của TTDL đến nhu cầu điện là Công ty vận hành lưới điện lớn nhất Hoa Kỳ (PJM Interconnection) đang chịu áp lực rất lớn vì nhu cầu cung cấp điện từ TTDL AI và các ứng dụng như ChatGPT đang làm tăng nhanh hơn tốc độ xây dựng nguồn và lưới điện mới. Một số khu vực như các bang Ohio, New Jersey, Pennsylvania chứng kiến hóa đơn tiền điện sinh hoạt tăng đến 20% từ đầu năm, phần lớn do chi phí công suất bị ảnh hưởng (đầu giá công suất trong năm 2024 tăng hơn 800%) bởi nhu cầu gia tăng rất lớn từ các TTDL. Dù giá điện cao là động lực để đầu tư thêm các nhà máy điện nhưng quá trình này diễn ra khá chậm, các nhà máy điện cũ liên tục đóng cửa, trong khi các dự án mới bị trì hoãn do quy trình thủ tục phức tạp, phản đối từ địa phương, tắc nghẽn chuỗi cung ứng và thiếu vốn đầu tư (Business Insider, 2025). Điều này dẫn đến nguy cơ hệ thống điện không theo kịp nhu cầu phát triển của các TTDL, đồng thời giá điện tăng cao dẫn tới tăng chi phí sử dụng điện của khách hàng khi cơ chế giá điện theo thị trường.

Để đáp ứng nhu cầu tiêu thụ điện ngày càng tăng cao, bên cạnh việc đầu tư phát triển nguồn điện mới và nâng cấp lưới điện từ phía các công ty cung cấp điện, các trung tâm dữ liệu AI cũng thực hiện các giải pháp nâng cấp công nghệ quản lý năng lượng thông minh để chủ động hơn, tối ưu hơn trong việc sử dụng điện. Ví dụ, do phụ tải AI tiêu thụ điện rất lớn nhưng có thể không chạy liên tục 100% thời gian, các TTDL có thể phối hợp với lưới điện để tham gia điều chỉnh phụ tải điện (Demand Response), tạm thời giảm hoặc chuyển sang nguồn dự phòng khi lưới thiếu điện. Các hệ thống lưu trữ năng lượng cũng đang được tích hợp để hỗ trợ cấp điện ổn định cho cụm máy chủ AI, đồng thời tăng khả năng hấp thụ năng lượng tái tạo. Về làm mát, nhiều dự án nghiên cứu nâng nhiệt độ hoạt động của máy chủ (ví dụ: Singapore thử nghiệm nâng nhiệt độ phòng máy lên 26°C thay vì 18–20°C) nhằm giảm tiêu thụ điện của hệ thống điều hòa. Như vậy, xu hướng quốc tế là áp dụng các biện pháp kỹ thuật để giảm chỉ số PUE của TTDL và chuyển dịch sang nguồn năng lượng sạch và năng lượng tái tạo.

Bên cạnh vấn đề về cung cấp điện/năng lượng, sự phát triển nhanh chóng

của các TTDL phục vụ AI cũng đang tạo ra nhu cầu đáng kể đối với hệ thống cấp nước tại nhiều quốc gia. Các TTDL sử dụng lượng lớn nước để làm mát hệ thống máy chủ, đặc biệt trong các mô hình xử lý tính toán phục vụ AI yêu cầu nhu cầu công suất điện năng cao và vận hành liên tục. Theo IEA, một TTDL công suất 100 MW có thể tiêu thụ tới khoảng 2 triệu lít nước mỗi ngày, tương đương nhu cầu nước sinh hoạt của khoảng 6.500 hộ gia đình. Tại Mỹ và châu Âu, một số trung tâm được xây dựng ở các khu vực có mức độ căng thẳng cung cấp nước cao (ví dụ tại Hoa Kỳ, hơn 65% các TTDL mới từ năm 2022 được xây dựng tại các khu vực có mức độ căng thẳng cung cấp nước cao như Texas, Arizona, California và Virginia) dẫn đến nguy cơ tranh chấp tài nguyên nước giữa các ngành, đồng thời đòi hỏi các cơ quan quản lý phải siết chặt quy hoạch và cấp phép (Bloomberg, 2025). Có thể thấy, mô hình AI Data Center với mức độ căng ngày càng phổ biến sẽ làm gia tăng đồng thời cả nhu cầu điện và nước sạch, đặc biệt trong bối cảnh khô hạn và biến đổi khí hậu và do đó cần phải đánh giá tác động kỹ lưỡng trong quá trình lựa chọn vị trí.

2.3. Yêu cầu kỹ thuật và giải pháp cấp điện xanh cho trung tâm dữ liệu trên thế giới

2.3.1. Yêu cầu kỹ thuật

TTDL là một trong những hạ tầng trọng yếu với yêu cầu hệ thống phải đáp ứng các tiêu chí khắt khe về độ sẵn sàng, ổn định, liên tục, khả năng chịu lỗi và phục hồi nhanh. Theo phân loại của Uptime Institute, trung tâm dữ liệu được chia thành 4 cấp độ (Tier), dựa trên ba tiêu chí chính: (i) độ tin cậy, (ii) mức độ dự phòng và (iii) khả năng chịu lỗi. Cụ thể như sau:

- Cấp độ 1 là cấp độ cơ bản, dành cho trung tâm dữ liệu quy mô nhỏ với mức độ khả dụng đạt khoảng 99.671%. Tuy nhiên cấp độ này dễ bị gián đoạn khi có sự cố hoặc trong quá trình bảo trì.

- Cấp độ 2 bổ sung dự phòng cho các thành phần quan trọng như hệ thống cấp điện và hệ thống làm mát. Với mức khả dụng 99.741%, TTDL vẫn có thể tiến hành bảo trì từng phần mà không phải dừng toàn bộ hệ thống.

- Cấp độ 3 đạt mức khả dụng 99.982% và thường được triển khai dưới cấu hình N+1 hoặc tương đương, tức là có ít nhất một thiết bị dự phòng cho mỗi hệ thống quan trọng. Điểm nổi bật của cấp độ này là khả năng bảo trì đồng thời, cho phép thực hiện bảo trì mà không gây gián đoạn hoạt động, rất phù hợp với các TTDL cần vận hành liên tục 24/7. Tiêu chí đánh giá cốt lõi của cấp độ 3 là khả năng bảo trì đồng thời.

- Cấp độ 4 là cấp độ cao nhất với mức khả dụng 99.995%, thường được triển khai dưới cấu hình 2N, 2N+1 hoặc giải pháp tương đương, và có hệ thống cấp điện, làm mát độc lập hoàn toàn. Điều này cho phép TTDL vận hành liên tục ngay cả khi xảy ra sự cố nghiêm trọng (Uptime Institute, n.d.; PhoenixNAP,

2023). Trong đó, tiêu chí đánh giá cốt lõi của cấp độ 4 là khả năng bảo trì đồng thời.

Bảng 3. Tiêu chí TTDL theo Uptime Tier 3 và Tier 4

Tiêu chí	Mức yêu cầu theo Tier 3	Mức yêu cầu theo Tier 4
Độ sẵn sàng	$\geq 99,982\%$	$\geq 99,995\%$
Thời gian gián đoạn tối đa/năm	$\leq 1,6$ giờ	$\leq 0,4$ giờ
Nguồn điện	Cấp nguồn kép, bảo trì không gián đoạn	Cấp nguồn kép hoàn toàn, cách ly sự cố
Dự phòng	N+1	2N hoặc 2N+1

Các yêu cầu kỹ thuật chính:

- Nguồn cấp điện từ hai (02) trạm biến áp hoặc hai (02) tuyến cáp ngầm độc lập.
- Tích hợp UPS công nghiệp (Uninterruptible Power Supply, online double conversion)⁷, thời gian lưu điện tối thiểu 10 - 15 phút.
- Máy phát điện dự phòng sử dụng nhiên liệu Diesel/Gas, công suất $\geq 110\%$ phụ tải tối đa. (Một số quốc gia chuyển sang sử dụng hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) thay cho máy phát điện Diesel).
- Hệ thống chuyển mạch tự động (ATS – Automatic Transfer Switch) với thời gian chuyển mạch ≤ 10 giây.
- Hệ thống BESS kết hợp (tùy chọn) để giảm phụ thuộc vào máy phát điện sử dụng nhiên liệu Diesel.
- Kết nối trực tiếp với lưới điện 110kV hoặc 220kV đối với các TTDL lớn (có công suất trên 10MW).

Hiện nay, cấp độ 3 hiện là lựa chọn phổ biến nhất do đáp ứng được yêu cầu cao về độ sẵn sàng với chi phí đầu tư hợp lý. Ngoài ra, các quốc gia đi đầu như Hoa Kỳ, Singapore, Đức, Phần Lan và Thụy Điển cũng triển khai nhiều mô hình tiên tiến nhằm đảm bảo cấp điện ổn định, hiệu quả và bền vững cho các TTDL. Đặc biệt, các TTDL quy mô lớn như của Google, Microsoft, AWS ứng dụng mô hình lưới điện siêu nhỏ (microgrid) nội bộ, tích hợp nguồn điện tái tạo, hệ thống BESS và nền tảng điều khiển thông minh để nâng cao tính tự chủ năng lượng,

⁷ Uninterruptible Power Supply (UPS) là hệ thống nguồn điện liên tục, được thiết kế để cung cấp nguồn điện khẩn cấp cho thiết bị khi xảy ra sự cố mất điện hoặc điện áp không ổn định. UPS giúp duy trì hoạt động liên tục và bảo vệ thiết bị khỏi các hiện tượng như sụt áp, quá áp..., đóng vai trò quan trọng trong các TTDL, bệnh viện, nhà máy hoặc hệ thống điều khiển tự động.

giảm phụ thuộc vào lưới điện. Trong khi đó, cấp độ 4 hiện vẫn chưa được áp dụng phổ biến do chi phí đầu tư và vận hành, bảo trì cao. Về chứng nhận, Uptime Institute có 03 loại chứng nhận, bao gồm Thiết kế - TCCD, Xây dựng - TCCF và Vận hành - TCOS.

2.3.2. Một số giải pháp năng lượng xanh cho trung tâm dữ liệu đang được ứng dụng trên thế giới

Cùng với xu hướng và mục tiêu trung hòa carbon tại nhiều quốc gia, các TTDL hiện nay đều tích cực theo đuổi mô hình "Trung tâm dữ liệu trung hòa carbon". Một số ví dụ cụ thể như:

- Tại Hoa Kỳ, các tập đoàn công nghệ lớn ký kết hợp đồng mua điện tái tạo dài hạn với nhà máy điện gió, mặt trời, đồng thời tích hợp BESS công suất lớn (ví dụ: Google sử dụng hệ thống pin 1,2 MW tại Nevada); kỹ thuật điều hòa thông minh kết hợp AI được triển khai để tối ưu hóa điện năng làm mát.

- Tại Singapore, TTDL kết nối trực tiếp lưới điện cấp điện áp 66 kV, yêu cầu cấp điện kép và kiểm soát nghiêm ngặt hiệu suất sử dụng điện ($PUE \leq 1.3$); các dự án mới phải chứng minh sử dụng điện xanh hoặc tích hợp BESS.

- Tại Phần Lan và Thụy Điển, TTDL của Google và Facebook sử dụng công nghệ free cooling (làm mát bằng không khí ngoài trời nhờ khí hậu ôn đới), kết hợp sử dụng điện năng lượng tái tạo từ lưới điện quốc gia.

Tóm tắt một số giải pháp nổi bật trên thế giới như sau:

- **Mua điện xanh thông qua hợp đồng PPA năng lượng tái tạo:** Các công ty như Amazon, Microsoft ký hợp đồng mua bán điện dài hạn (15 - 20 năm) để sử dụng 100% điện năng lượng tái tạo (điện gió, điện mặt trời). Ví dụ: Dự án TTDL của Google tại Oklahoma sử dụng toàn bộ điện từ một trang trại điện gió công suất 150 MW (NextEra Energy Resources, 2011).

- **Sử dụng hệ thống lưu trữ điện - BESS:** Tại Bỉ, Google triển khai hệ thống BESS với công suất 2.75 MW/5.5 MWh để thay thế một phần máy phát diesel tại trung tâm dữ liệu ở St. Ghislain với mục tiêu vừa cung cấp điện khẩn cấp vừa hỗ trợ ổn định lưới điện (Data Centre Dynamics, 2022).

- **Tối ưu hiệu quả sử dụng năng lượng (PUE):** Mục tiêu trung bình toàn cầu khoảng 1.6; Trung tâm dữ liệu xanh tiên tiến: ≤ 1.2 . Các giải pháp giảm PUE: Làm mát bằng không khí tự nhiên (free cooling); Tái sử dụng nhiệt thải để sưởi ấm; Làm mát bằng chất lỏng (liquid immersion cooling) cho máy chủ AI (Uptime Institute, 2024).

2.3.3. Cơ chế khuyến khích đối với chủ đầu tư nguồn năng lượng tái tạo và các đơn vị truyền tải, phân phối điện

Hiện nay, nhiều quốc gia trên thế giới đã ban hành các quy định và cơ chế chính sách nhằm khuyến khích hoặc bắt buộc TTDL chuyển đổi sang sử dụng

năng lượng xanh. Các chính sách này chủ yếu tập trung vào việc xây dựng lộ trình, mục tiêu và yêu cầu về tỷ lệ sử dụng năng lượng tái tạo, nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng, đồng thời khuyến khích áp dụng các cơ chế mua điện xanh thông qua hợp đồng mua bán điện trực tiếp (PPA) với các dự án năng lượng tái tạo. Tuy nhiên, hầu hết vẫn chưa có quy định riêng biệt hướng trực tiếp đến việc khuyến khích các nhà đầu tư năng lượng tái tạo hay các đơn vị truyền tải, phân phối điện tham gia cung cấp điện xanh cho TTDL.

Một số ví dụ như ở Đức, Đạo luật Hiệu quả năng lượng yêu cầu các TTDL có công suất sử dụng điện từ 300 kW trở lên phải sử dụng tối thiểu 50% điện năng lượng tái tạo từ năm 2024 và đạt 100% từ năm 2027, tạo động lực để các công ty điện lực ký hợp đồng PPA và ưu tiên điện xanh cho TTDL (White & Case, 2023). Singapore triển khai “Lộ trình TTDL xanh (Green Data Centre Roadmap)”, theo đó chỉ cấp phép bổ sung công suất TTDL mới nếu đáp ứng tiêu chuẩn sử dụng năng lượng các-bon thấp, đồng thời hỗ trợ tài chính cho việc nâng cấp hiệu suất và mở rộng các hợp đồng PPA với các nguồn năng lượng tái tạo (IMDA, 2024). Nhật Bản chú trọng chiến lược tăng trưởng xanh, khuyến khích phân tán TTDL gần nguồn năng lượng sạch và thúc đẩy cơ chế PPA cùng các giải pháp lưới điện thông minh, quản lý phụ tải điện nhằm gia tăng tỷ lệ tích hợp năng lượng tái tạo (METI, 2024). Trong khi đó, Hàn Quốc xác định TTDL là một trong những phụ tải then chốt cần gắn liền với mục tiêu chuyển dịch năng lượng và đặt mục tiêu nâng tỷ lệ điện tái tạo cung cấp cho các TTDL xanh lên khoảng 20% vào năm 2030 và 35% vào năm 2040 (FM, 2025). Để thực hiện mục tiêu này, một trong các giải pháp được Hàn Quốc áp dụng là khuyến khích dịch chuyển các TTDL ra ngoài khu vực đô thị lớn như Seoul, hướng đến những khu vực lưới điện chưa chịu áp lực về cung cấp điện và có tiềm năng phát triển năng lượng tái tạo (FM, 2025).

Như vậy, mặc dù chưa có chính sách chuyên biệt trực tiếp cho các đơn vị phát điện, truyền tải hay phân phối điện tham gia cung cấp điện xanh cho TTDL, việc đặt ra các mục tiêu và yêu cầu đối với TTDL về tỷ lệ năng lượng tái tạo và hiệu suất sử dụng năng lượng đã gián tiếp thúc đẩy nhu cầu đầu tư vào nguồn điện năng lượng tái tạo, hạ tầng lưới điện và công nghệ lưới điện thông minh. Đây là cơ hội cho các nhà đầu tư trong lĩnh vực năng lượng tái tạo cũng như các đơn vị truyền tải, phân phối điện nâng cấp, hiện đại hóa hệ thống lưới điện và cải thiện chất lượng dịch vụ khách hàng theo hướng xanh, bền vững. Qua đó, các quốc gia không chỉ đáp ứng nhu cầu phát triển hạ tầng số mà còn tiến gần hơn tới mục tiêu chuyển dịch năng lượng và cam kết giảm phát thải khí nhà kính toàn cầu.

3. Yêu cầu đặt ra đối với Việt Nam

3.1. Đồng bộ quy hoạch phát triển điện lực và các quy hoạch khác có liên quan để đảm bảo tính bền vững

Quy mô và nhu cầu tiêu thụ điện của các TTDL ngày càng lớn, đặc biệt kể

từ khi công nghệ AI được phát triển mạnh và ứng dụng rộng rãi, tác động đáng kể đến khả năng đảm bảo an ninh năng lượng và khả năng cung ứng điện của hệ thống điện quốc gia. Bên cạnh đó, mô hình TTDL AI không chỉ gây áp lực lên nguồn cấp điện mà còn làm gia tăng đáng kể nhu cầu nước sạch làm mát, và do đó sẽ tác động đến an ninh cung cấp nước tại khu vực đặt TTDL, đặc biệt tại các khu vực khô hạn hoặc tương lai sẽ khô hạn dần do biến đổi khí hậu. Nếu không được kiểm soát, đánh giá kỹ lưỡng tác động trong quá trình xác định vị trí các TTDL, nhu cầu nước tăng nhanh có thể gây khan hiếm nghiêm trọng, ảnh hưởng đến sinh hoạt của người dân, sản xuất nông nghiệp và cạnh tranh nguồn nước với các ngành công nghiệp khác. Do đó, trong quá trình xây dựng quy hoạch các TTDL, việc xác định quy mô, lựa chọn vị trí của các TTDL dự kiến phát triển trong từng thời kỳ cần tính đến khả năng đảm bảo an ninh năng lượng và an ninh nguồn nước và cung cấp số liệu về nhu cầu điện, nhu cầu nước như là số liệu đầu vào cần thiết và phân tích kỹ lưỡng về chi phí – lợi ích trong quá trình xây dựng, cập nhật các quy hoạch liên quan bao gồm Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, Quy hoạch tài nguyên nước, Quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan trong từng thời kỳ.

3.2. Điện tái tạo là nguồn cung cấp điện chính cho các trung tâm dữ liệu

Ưu tiên xây dựng các TTDL gần các khu vực tập trung nhiều nguồn điện năng lượng tái tạo hoặc có kết nối (đường dây truyền tải điện) đủ mạnh và thuận tiện với các trung tâm điện năng lượng tái tạo; thúc đẩy áp dụng cơ chế mua bán điện trực tiếp giữa các doanh nghiệp TTDL và các nhà máy điện năng lượng tái tạo; khuyến khích các TTDL lắp đặt các nguồn điện năng lượng tái tạo tự sản xuất, tự tiêu thụ như điện mặt trời mái nhà, điện gió quy mô nhỏ... kết hợp với hệ thống lưu trữ điện năng.

3.3. Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả

Trong bối cảnh nhu cầu điện của Việt Nam liên tục tăng cao để phục vụ phát triển kinh tế xã hội, Việt Nam đã trở thành quốc gia nhập khẩu ròng năng lượng từ năm 2015, có tiềm ẩn nguy cơ thiếu nguồn điện trong giai đoạn 2025-2030, việc ứng dụng các giải pháp và công nghệ tiết kiệm điện và hiệu quả năng lượng là cần thiết. Do đó, cần tăng cường áp dụng các giải pháp sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả bao gồm: lựa chọn công nghệ hiện đại, hệ thống làm mát tiên tiến, tận dụng gió tự nhiên, làm mát bằng nước ở độ sâu (nếu điều kiện công nghệ cho phép), sử dụng các vật liệu xây dựng hiệu quả năng lượng, ứng dụng AI trong quản lý tòa nhà để tiết kiệm và tăng cường hiệu quả sử dụng điện...

3.4. Nghiên cứu áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế về TTDL xanh

Nghiên cứu áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế, yêu cầu kỹ thuật và/hoặc hướng dẫn kỹ thuật về “Trung tâm dữ liệu xanh”, các yêu cầu kỹ thuật về nhu cầu điện, hiệu suất sử dụng năng lượng tối thiểu, tỷ lệ điện năng lượng tái tạo tối thiểu, khả năng và lộ trình áp dụng có liên quan.

III. MỤC TIÊU

1. Mục tiêu tổng quát

a) Triển khai đồng bộ các giải pháp kỹ thuật, công nghệ, thúc đẩy đầu tư phát triển nguồn điện và lưới điện để đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng cho các TTDL.

b) Tích hợp nhu cầu điện của các TTDL vào quy hoạch phát triển điện lực và các quy hoạch có liên quan.

c) Nghiên cứu, xây dựng các giải pháp, mô hình cung cấp năng lượng xanh cho các TTDL phù hợp với định hướng phát triển khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.

2. Mục tiêu cụ thể

2.1. Giai đoạn đến năm 2030

a) Bổ sung, cập nhật đầy đủ nhu cầu điện của các TTDL vào quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh và kế hoạch thực hiện quy hoạch.

b) Đảm bảo đáp ứng tiêu chí cung cấp điện cho TTDL vùng và quốc gia theo tiêu chuẩn Uptime Tier 3 hoặc ANSI/TIA 942-B rated 3 hoặc tiêu chuẩn Việt Nam tương đương trở lên, tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn của cơ quan có thẩm quyền ban hành.

c) Xây dựng mô hình thí điểm cung cấp điện xanh (kết hợp năng lượng tái tạo và hệ thống lưu trữ năng lượng) tại 1 hoặc 1 cụm TTDL.

d) Triển khai các giải pháp nâng cao tỷ lệ sử dụng năng lượng tái tạo, hiệu quả sử dụng năng lượng tại các TTDL: phần đầu có ít nhất 11 TTDL đầu tư xây dựng mới đạt chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng dưới 1,4.

2.2. Giai đoạn sau năm 2030

a) Đảm bảo đáp ứng tiêu chí cung cấp điện cho TTDL vùng và quốc gia theo tiêu chuẩn Uptime Tier 3 hoặc ANSI/TIA 942-B rated 3 hoặc tiêu chuẩn Việt Nam tương đương trở lên, tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn của cơ quan nhà nước có thẩm quyền ban hành.

b) Tiếp tục mở rộng mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL trên cơ sở đánh giá kết quả thực hiện thí điểm.

c) Tiếp tục triển khai đồng bộ các giải pháp nâng cao tỷ lệ sử dụng năng lượng tái tạo và hiệu quả sử dụng năng lượng tại các TTDL: phần đầu chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng trung bình của các TTDL trên toàn quốc dưới 1,4.

IV. NHIỆM VỤ

Thực hiện các yêu cầu của Bộ Chính trị và Chính phủ giao, Bộ trưởng Bộ Công Thương đã ban hành Quyết định số 116/QĐ-BCT ngày 13/01/2025 về việc ban hành Kế hoạch của Bộ Công Thương thực hiện Nghị quyết số 03/NQ-CP ngày 09/01/2025 của Chính phủ ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW, trong đó giao thực hiện nhiệm vụ xây dựng Chương trình phát triển năng lượng xanh đáp ứng nhu cầu TTDL tại Việt Nam (sau đây gọi tắt là Chương trình). Trên cơ sở quy định hiện hành, nhu cầu của Việt Nam và tham khảo các kinh nghiệm quốc tế; các nhiệm vụ chính trong Chương trình bao gồm:

1. Rà soát, cập nhật nhu cầu sử dụng điện của TTDL trong quy hoạch

a) Rà soát nhu cầu phát triển TTDL tại quy hoạch cấp tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan; tổng hợp các đề xuất, dự kiến phát triển TTDL có tính khả thi cao và nhu cầu điện tương ứng.

b) Rà soát quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch; tổng hợp đề xuất của các địa phương về phát triển TTDL để tính toán nhu cầu phụ tải của các TTDL, cập nhật vào quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch và các quy hoạch khác có liên quan.

2. Xây dựng, hoàn thiện chính sách cung cấp điện cho TTDL

a) Rà soát, nghiên cứu, bổ sung và cập nhật các quy định hệ thống điện truyền tải, hệ thống điện phân phối liên quan đến đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định cho TTDL.

b) Nghiên cứu, đề xuất áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế, hướng dẫn kỹ thuật về nguồn điện cung cấp cho TTDL bao gồm các yêu cầu về độ tin cậy cung cấp điện, chất lượng điện năng, an toàn, an ninh của hệ thống cung cấp điện, khả năng tích hợp hệ thống lưu trữ năng lượng của các TTDL.

c) Nghiên cứu, xây dựng các tiêu chí “xanh” đối với TTDL và nguồn điện cung cấp cho các TTDL, bao gồm hiệu quả sử dụng năng lượng, chỉ số sử dụng năng lượng tái tạo.

d) Nghiên cứu, đề xuất các chính sách khuyến khích các doanh nghiệp TTDL áp dụng các giải pháp tự đầu tư xây dựng nguồn điện xanh thông qua đầu tư hệ thống điện năng lượng tái tạo tự sản xuất, tự tiêu thụ kết hợp các giải pháp lưu trữ điện.

đ) Nghiên cứu, đề xuất cơ chế TTDL quốc gia là phụ tải quan trọng cần được ưu tiên cấp điện xanh, ổn định và triển khai thí điểm các giải pháp năng lượng mới, năng lượng tái tạo.

3. Đảm bảo cung cấp điện cho các TTDL

a) Thúc đẩy đầu tư phát triển các nguồn điện, đặc biệt là nguồn điện năng lượng tái tạo và các công trình lưới điện liên quan theo quy hoạch phát triển điện

lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch phát triển điện lực, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan đến cung cấp điện cho các TTDL.

b) Xây dựng kế hoạch vận hành hệ thống điện và thị trường điện có tính toán đầy đủ nhu cầu và chất lượng điện của các TTDL.

c) Nghiên cứu các yêu cầu kỹ thuật và giải pháp cung cấp điện cho TTDL theo tiêu chuẩn Uptime Tier 3 hoặc tiêu chuẩn Việt Nam tương đương trở lên, tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn của cơ quan nhà nước có thẩm quyền ban hành và liên thông với các tiêu chuẩn quốc tế.

V. GIẢI PHÁP THỰC HIỆN

1. Phát triển nguồn lực

a) Rà soát, đánh giá và xác định nhu cầu về nhân lực để triển khai thực hiện Chương trình.

b) Xây dựng, tổ chức thực hiện các chương trình đào tạo, khóa đào tạo, tập huấn để nâng cao năng lực cho các cơ quan quản lý nhà nước và doanh nghiệp triển khai thực hiện Chương trình.

c) Nghiên cứu, xác định nhu cầu đầu tư trang thiết bị, công cụ, phần cứng, phần mềm cần thiết phục vụ công tác đào tạo, tập huấn và triển khai thực hiện.

2. Hoàn thiện khung chính sách

a) Nghiên cứu xây dựng chính sách ưu đãi, hỗ trợ đối với các dự án phát triển nguồn điện năng lượng tái tạo để cung cấp cho các TTDL xanh.

b) Nghiên cứu xây dựng lộ trình áp dụng chứng chỉ xanh (ví dụ: chứng chỉ LEED⁸, chứng chỉ năng lượng tái tạo REC⁹) đối với các TTDL theo thông lệ quốc tế.

c) Nghiên cứu, đề xuất chính sách ưu đãi đối với các dự án đầu tư TTDL mua điện trực tiếp từ nhà máy điện năng lượng tái tạo.

d) Nghiên cứu, đề xuất chính sách ưu đãi đối với các dự án đầu tư TTDL kết hợp phát triển nguồn điện năng lượng tái tạo tự sản xuất, tự tiêu thụ, có kết hợp hệ thống lưu trữ điện.

3. Xây dựng các cơ chế phối hợp

⁸ LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) là một giấy chứng nhận cho các công trình xây dựng xanh được cấp bởi Hội đồng Công trình xanh Hoa Kỳ (USGBC) ra đời năm 1995 tại Mỹ. Đây là tiêu chuẩn quốc tế tiên phong về vấn đề xây dựng các công trình tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường sống của con người.

⁹ REC là một loại chứng chỉ về năng lượng (Energy Attribute Certificate – EAC) được sử dụng để chứng minh lượng điện năng được sản xuất từ các nguồn năng lượng tái tạo.

a) Phối hợp với Bộ Tài chính để nghiên cứu, xây dựng cơ chế khuyến khích, ưu đãi để thu hút đầu tư phát triển TTDL xanh và nguồn điện xanh cung ứng cho các TTDL.

b) Phối hợp với Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Nông nghiệp và Môi trường và các Bộ liên quan khác nghiên cứu, đánh giá các khu vực, vị trí tiềm năng phát triển TTDL xanh và phương án cung cấp điện liên quan, có tính đến tác động an ninh cung cấp điện và an ninh nguồn nước; nghiên cứu áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế, hướng dẫn kỹ thuật liên quan.

c) Phối hợp với các UBND tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương để xác định nhu cầu và dự kiến phát triển TTDL phù hợp tại các địa phương.

4. Nghiên cứu xây dựng mô hình thí điểm

a) Nghiên cứu, xây dựng tiêu chí về mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL.

b) Nghiên cứu, ứng dụng các mô hình thí điểm TTDL sử dụng điện theo cơ chế mua bán điện trực tiếp từ các dự án điện năng lượng tái tạo và áp dụng các chứng chỉ xanh.

c) Nghiên cứu, ứng dụng mô hình thí điểm TTDL kết hợp nguồn năng lượng tái tạo với hệ thống lưu trữ năng lượng.

d) Nghiên cứu, ứng dụng các giải pháp công nghệ cao để tiết kiệm và tối ưu hiệu quả sử dụng năng lượng cho các TTDL như ứng dụng quản lý bằng AI, hệ thống quản lý năng lượng thông minh,...

5. Hợp tác quốc tế

a) Thúc đẩy và mở rộng hợp tác quốc tế trong lĩnh vực phát triển năng lượng xanh và TTDL xanh phù hợp định hướng phát triển kinh tế - xã hội của Việt Nam trong từng thời kỳ, quy định pháp luật của Việt Nam và thông lệ quốc tế.

b) Đẩy mạnh, tăng cường trao đổi, chia sẻ kinh nghiệm với các quốc gia phát triển, các tổ chức quốc tế, đối tác phát triển, định chế tài chính và các tập đoàn công nghệ hàng đầu về phát triển TTDL xanh, cung cấp năng lượng xanh cho các TTDL.

c) Tăng cường tiếp nhận các chương trình, dự án hỗ trợ kỹ thuật, chuyển giao công nghệ và đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực phát triển năng lượng xanh, TTDL xanh.

d) Tăng cường công tác trao đổi kinh nghiệm, thông tin, hợp tác phát triển, kết nối doanh nghiệp trong nước với các doanh nghiệp nước ngoài, tổ chức quốc tế, viện nghiên cứu, trường đại học có thế mạnh và tiềm lực trong nghiên cứu, đầu tư, phát triển giải pháp năng lượng xanh cho TTDL.

đ) Thúc đẩy các hoạt động hợp tác, nghiên cứu, học hỏi các mô hình thành công; hài hòa tiêu chuẩn quy chuẩn; ứng dụng các giải pháp công nghệ; thu hút đầu tư, phát triển nguồn điện xanh cung cấp cho các TTDL đảm bảo theo kịp trình độ phát triển của thế giới và phù hợp với Việt Nam.

VI. KINH PHÍ THỰC HIỆN

a) Kinh phí chi thường xuyên theo phân cấp ngân sách và chi đầu tư phát triển được cân đối hàng năm cho các Bộ, ngành, địa phương từ ngân sách nhà nước theo quy định.

b) Kinh phí trong các Chương trình quốc gia và các chương trình, dự án đầu tư công giai đoạn 2021 – 2030; kinh phí lồng ghép trong các chương trình, đề án liên quan đã được phê duyệt.

c) Kinh phí huy động hợp pháp từ các tổ chức quốc tế, các doanh nghiệp, tổ chức, cá nhân trong, ngoài nước.

d) Các nguồn huy động hợp pháp khác phục vụ triển khai thực hiện Chương trình.

VII. TỔ CHỨC THỰC HIỆN

1. Các đơn vị thuộc, trực thuộc Bộ Công Thương

a) Có trách nhiệm tổ chức phổ biến Chương trình này tới toàn thể công chức, viên chức, người lao động đơn vị mình.

b) Cử đầu mối để cung cấp thông tin, phối hợp với Cục Điện lực và các cá nhân, tổ chức liên quan trong quá trình triển khai thực hiện các nhiệm vụ thuộc Chương trình.

c) Căn cứ chức năng, nhiệm vụ được giao, phối hợp chặt chẽ với Cục Điện lực trong việc triển khai các nhiệm vụ của Chương trình; Căn cứ mục tiêu, nhiệm vụ, giải pháp của Chương trình để cụ thể hóa các nội dung triển khai trong các đề án, chương trình, kế hoạch thực hiện hàng năm và từng giai đoạn của cơ quan, đơn vị; đề xuất các chính sách, cơ chế phát triển nguồn lực để triển khai hiệu quả Chương trình.

đ) Định kỳ 06 tháng (trước ngày 01/6 và ngày 15/11) hoặc đột xuất khi có yêu cầu của cấp có thẩm quyền, các đơn vị có liên quan gửi báo cáo về kết quả thực hiện và đề xuất các giải pháp, nhiệm vụ gửi Cục Điện lực để tổng hợp báo cáo.

đ) Trong quá trình tổ chức thực hiện, nếu có vướng mắc, các đơn vị chủ động đề xuất, báo cáo Lãnh đạo Bộ xem xét quyết định, đồng thời gửi Cục Điện lực để tổng hợp, theo dõi.

2. Cục Điện lực

Cục Điện lực chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan:

a) Rà soát quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch; tổng hợp đề xuất của các địa phương về phát triển TTDL để tính toán nhu cầu phụ tải của các TTDL, cập nhật vào quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch.

b) Rà soát, nghiên cứu, bổ sung và cập nhật các quy định hệ thống điện truyền tải, hệ thống điện phân phối liên quan để đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định cho các TTDL.

c) Nghiên cứu, áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế, hướng dẫn kỹ thuật về nguồn điện cung cấp cho TTDL bao gồm các yêu cầu về độ tin cậy cung cấp điện, chất lượng điện năng, an toàn, an ninh của hệ thống cung cấp điện, khả năng tích hợp hệ thống lưu trữ năng lượng.

d) Nghiên cứu xây dựng mô hình thí điểm cung cấp điện xanh cho TTDL.

đ) Đề xuất, triển khai các hoạt động đào tạo, phát triển nguồn nhân lực và hợp tác quốc tế trong khuôn khổ nội dung Chương trình.

e) Nghiên cứu, đề xuất cơ chế khuyến khích, ưu đãi để thu hút đầu tư phát triển nguồn điện xanh cung ứng cho các TTDL.

g) Rà soát tiến độ thực hiện các dự án phát triển các nguồn điện năng lượng tái tạo và các công trình lưới điện liên quan đến cung cấp điện cho các TTDL theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch; ; thực hiện các cập nhật, bổ sung cần thiết.

h) Rà soát giải pháp đảm bảo nhu cầu điện của các TTDL khi xem xét, phê duyệt kế hoạch vận hành hệ thống điện và thị trường điện.

3. Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công

Cục Đổi mới sáng tạo, Chuyển đổi xanh và Khuyến công chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan:

a) Nghiên cứu, xây dựng và hướng dẫn các tiêu chí “xanh” đối với TTDL và nguồn năng lượng cung cấp, bao gồm hiệu suất sử dụng năng lượng tối thiểu.

b) Nghiên cứu, lồng ghép các nội dung phù hợp trong khuôn khổ Chương trình vào các chương trình, đề án, nhiệm vụ nghiên cứu khoa học và phát triển, ứng dụng, chuyển giao công nghệ, đổi mới sáng tạo trong ngành Công Thương.

c) Xây dựng, triển khai các hoạt động thúc đẩy chuyển đổi xanh, sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả cho các TTDL.

d) Phối hợp với các đơn vị thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ và các đơn vị liên quan nghiên cứu, xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn liên quan đến TTDL xanh.

đ) Phối hợp với Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số, Cục Điện lực để hướng dẫn các tổ chức khoa học và công nghệ trực thuộc Bộ, đề xuất các hoạt động nghiên

cứu và ứng dụng các công nghệ tiết kiệm năng lượng và tăng cường hiệu quả sử dụng năng lượng cho các TTDL.

4. Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số

Cục Thương mại điện tử và Kinh tế số chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan:

a) Nghiên cứu, đề xuất cơ chế, chính sách, giải pháp hỗ trợ, khuyến khích phát triển TTDL xanh phục vụ lĩnh vực thương mại điện tử, kinh tế số, chuyển đổi số ngành Công Thương.

b) Rà soát, tổng hợp kế hoạch, nhu cầu, quy mô phát triển TTDL thuộc ngành Công Thương.

c) Phối hợp với các đơn vị liên quan thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ: (i) tổng hợp kế hoạch, nhu cầu phát triển các TTDL trên toàn quốc trong từng giai đoạn để hỗ trợ việc tính toán, xác định nhu cầu sử dụng năng lượng của các TTDL, đảm bảo tính khả thi theo định hướng phát triển kinh tế - xã hội, có tính đến tác động đối với an ninh cung cấp điện và an ninh nguồn nước.

d) Phối hợp với các đơn vị liên quan thuộc Bộ Công an và các cơ quan khác có liên quan để nghiên cứu, xây dựng các quy định, hướng dẫn liên quan đến an toàn, an ninh thông tin của hệ thống cung cấp điện cho các TTDL thuộc phạm vi quản lý của Bộ Công Thương.

5. Vụ Kế hoạch, Tài chính và Quản lý doanh nghiệp

Vụ Kế hoạch, Tài chính và Quản lý doanh nghiệp chủ trì, phối hợp với các đơn vị liên quan:

a) Cân đối, thực hiện cấp phát kinh phí đã được cân đối trong dự toán chi ngân sách năm, kinh phí lồng ghép trong các chương trình, đề án liên quan đã được phê duyệt;

b) Hướng dẫn các đơn vị liên quan công tác đăng ký, cấp phát vốn đầu tư công để triển khai các nhiệm vụ trong Chương trình đúng tiến độ và tuân thủ theo các quy định pháp luật;

c) Hướng dẫn các đơn vị liên quan về công tác tài chính - kế hoạch nhằm thực hiện các nhiệm vụ trong Chương trình đúng tiến độ và tuân theo các quy định của pháp luật.

6. Sở Công Thương các tỉnh, thành phố:

Sở Công Thương các tỉnh, thành phố chủ trì, phối hợp với các cơ quan, tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Nghiên cứu, tham mưu cho Ủy ban nhân dân tỉnh, thành phố đề xuất bổ sung, điều chỉnh quy hoạch các dự án nguồn điện, lưới điện trong quy hoạch tỉnh để đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định cho các TTDL.

b) Rà soát nhu cầu phát triển TTDL, bao gồm các TTDL quốc tế trong các kế hoạch, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội tại địa phương, quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan để tổng hợp, báo cáo.

c) Phối hợp với Sở Khoa học và Công nghệ, Sở Nông nghiệp và Môi trường, các Sở, ngành liên quan và các nhà đầu tư TTDL để đánh giá, lựa chọn khu vực tiềm năng phát triển TTDL tại địa phương, đảm bảo tính khả thi và phù hợp định hướng phát triển kinh tế - xã hội, có tính đến tác động đối với an ninh cung cấp điện và an ninh nguồn nước.

d) Định kỳ 06 tháng (trước ngày 01/6 và ngày 15/11) hoặc khi có yêu cầu của Bộ Công Thương: thực hiện tổng hợp số liệu, báo cáo hiện trạng, kế hoạch phát triển các TTDL tại địa phương và nhu cầu điện tương ứng, gửi Bộ Công Thương (Cục Điện lực) tổng hợp, theo dõi.

7. Tập đoàn Điện lực Việt Nam

Tập đoàn Điện lực Việt Nam chủ trì, phối hợp với các tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Đầu tư kịp thời, đúng tiến độ các dự án nguồn điện bao gồm điện năng lượng tái tạo và nâng cấp lưới điện thuộc phạm vi quản lý theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh, kế hoạch thực hiện quy hoạch, quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan.

b) Xây dựng, triển khai thực hiện các phương án, giải pháp quản lý vận hành lưới điện để đảm bảo cung cấp điện an toàn, liên tục, ổn định cho các TTDL.

c) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp cung cấp điện, đảm bảo khả năng cung cấp điện cho các TTDL vùng và quốc gia, tuân thủ các quy định của cơ quan nhà nước có thẩm quyền ban hành.

d) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp, mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL theo tiêu chuẩn quốc tế và tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng.

đ) Tổng hợp, báo cáo Bộ Công Thương (Cục Điện lực) về hiện trạng, kế hoạch và quá trình triển khai thực hiện; khó khăn, vướng mắc liên quan và đề xuất giải pháp khắc phục.

8. Tập đoàn Công nghiệp – Năng lượng quốc gia Việt Nam

Tập đoàn Công nghiệp – Năng lượng quốc gia Việt Nam chủ trì, phối hợp với các tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Đầu tư kịp thời, đúng tiến độ các dự án nguồn điện bao gồm điện năng lượng tái tạo thuộc phạm vi quản lý theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh, quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan.

b) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp, mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL theo tiêu chuẩn quốc tế và tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng.

c) Tổng hợp, báo cáo Bộ Công Thương (Cục Điện lực) về hiện trạng, kế hoạch và quá trình triển khai thực hiện; khó khăn, vướng mắc liên quan và đề xuất giải pháp khắc phục.

9. Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam

Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam chủ trì, phối hợp với các tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Đầu tư kịp thời, đúng tiến độ các dự án nguồn điện bao gồm điện năng lượng tái tạo thuộc phạm vi quản lý theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia, kế hoạch thực hiện quy hoạch, phương án phát triển mạng lưới cấp điện trong quy hoạch tỉnh, quy hoạch tỉnh và các quy hoạch khác có liên quan.

b) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp, mô hình cung cấp điện xanh cho các TTDL theo tiêu chuẩn quốc tế và tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng.

c) Tổng hợp, báo cáo Bộ Công Thương (Cục Điện lực) về hiện trạng, kế hoạch và quá trình triển khai thực hiện; khó khăn, vướng mắc liên quan và đề xuất giải pháp khắc phục.

10. Công ty TNHH MTV Vận hành hệ thống điện và thị trường điện quốc gia

Công ty TNHH MTV Vận hành hệ thống điện và thị trường điện quốc gia chủ trì, phối hợp với các tổ chức, cá nhân liên quan:

a) Đề xuất phương án, giải pháp đảm bảo nhu cầu điện cho các TTDL khi xây dựng kế hoạch vận hành hệ thống điện và thị trường điện.

b) Điều độ, vận hành hệ thống điện và thị trường điện quốc gia, trong đó bao gồm xây dựng phương thức vận hành đảm bảo cung cấp điện an toàn, ổn định, liên tục và đạt yêu cầu chất lượng cho các TTDL.

c) Tổng hợp, báo cáo Bộ Công Thương (Cục Điện lực) về hiện trạng, kế hoạch và quá trình triển khai thực hiện; khó khăn, vướng mắc liên quan và đề xuất giải pháp khắc phục.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Chính trị. (2024, 22 tháng 12). *Nghị quyết số 57-NQ/TW về phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia*.
2. Chính phủ. (2025, 9 tháng 01). *Nghị quyết số 03/NQ-CP ban hành Chương trình hành động của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22 tháng 12 năm 2024 của Bộ Chính trị*.
3. Chính phủ. (2025, 01 tháng 4). *Nghị quyết số 71/NQ-CP về sửa đổi, bổ sung Chương trình hành động thực hiện Nghị quyết số 57-NQ/TW về phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia*.
4. Chính phủ. (2023, 30 tháng 10). *Nghị quyết số 175/NQ-CP phê duyệt Đề án Trung tâm dữ liệu quốc gia*.
5. Thủ tướng Chính phủ. (2024, 11 tháng 01). *Quyết định số 36/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch hạ tầng thông tin và truyền thông thời kỳ 2021–2030, tầm nhìn đến 2050*.
6. Thủ tướng Chính phủ. (2025, 11 tháng 6). *Quyết định số 1121/QĐ-TTg phê duyệt Chương trình hành động quốc gia về phát triển và chuyển đổi sang sử dụng nền tảng điện toán đám mây giai đoạn 2025–2030*.
7. Bộ Công Thương. (2025, 13 tháng 01). *Quyết định số 116/QĐ-BCT ban hành Kế hoạch thực hiện Nghị quyết số 03/NQ-CP của Chính phủ về Chương trình hành động phát triển khoa học, công nghệ và chuyển đổi số*.
8. Bộ Công Thương. (2025, 26 tháng 5). *Quyết định số 1493/QĐ-BCT về việc ban hành Kế hoạch của Bộ Công Thương thực hiện Nghị quyết số 71/NQ-CP về đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia*.
9. Business Insider. (2025). *Lưới điện của Hoa Kỳ không theo kịp làn sóng bùng nổ AI, làm giá điện tăng đối với tất cả người dùng*. Truy cập từ <https://www.businessinsider.com/ai-boom-us-power-grid-struggling-capacity-data-centers-electricity-prices-2025-5>
10. Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA). (2024). *Trung tâm dữ liệu và mạng truyền tải dữ liệu*. Truy cập từ <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>
11. Cơ quan Thị trường Năng lượng Singapore (EMA). (2022). *Chuyển dịch năng lượng và phát triển trung tâm dữ liệu tại Singapore*. Truy cập từ <https://www.ema.gov.sg>
12. Data Center Dynamics. (2023, 14 tháng 8). *Google triển khai hệ thống pin 2,75 MW hỗ trợ lưới tại trung tâm dữ liệu ở Bỉ*. Truy cập từ <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/google-picks-fluence-for-275mw-grid-supporting-battery-system-in-belgium/>
13. FM Insights. (2025). *South Korea: Green data center targets 2030–2040*. Truy cập từ <https://www.fm.com/insights/the-rise-and-rise-of-south-koreas-data-center-industry>
14. Goldman Sachs Research. (2025). *Triển vọng hạ tầng AI: Mở rộng nhu cầu và nhu cầu vốn cho các trung tâm dữ liệu thế hệ tiếp theo*. Goldman Sachs Global Investment Research.
15. Google. (2011). *Google ký hợp đồng PPA 20 năm mua điện gió cho trung tâm dữ liệu tại Oklahoma*. Truy cập từ <https://www.google.com/about/datacenters/renewable/>

16. Haghshenas, K., Setz, B., Bloch, Y., & Aiello, M. (2022). *Công nghệ làm mát ngầm: Vai trò và tiềm năng trong trung tâm dữ liệu hiệu suất cao*. arXiv:2205.04257. Truy cập từ <https://arxiv.org/abs/2205.04257>
17. IMDA. (2024). *Green Data Centre Roadmap*. Singapore: Infocomm Media Development Authority. Truy cập từ imda.gov.sg/-/media/imda/files/how-we-can-help/green-dc-roadmap/green-dc-roadmap.pdf
18. McKinsey & Company. (2023). *Trung tâm dữ liệu và phi carbon hóa: Giải phóng giá trị thông qua vận hành thông minh và xanh hơn*. Truy cập từ <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/data-centers-and-decarbonization>
19. METI (Japan). (2024). *Japan Energy 2024: 10 Questions...*; IJ (2024). Truy cập từ https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2024.pdf?utm
20. PhoenixNAP. (2023, 25 tháng 11). *Phân loại trung tâm dữ liệu – Tier 1, 2, 3, 4*. Truy cập từ <https://phoenixnap.com/blog/data-center-tiers-classification>
21. Research and Markets. (2023). *Thị trường trung tâm dữ liệu Việt Nam – Dự báo giai đoạn 2023 đến 2028*. Truy cập từ <https://www.researchandmarkets.com/reports/5656599/vietnam-data-center-market-forecasts-from-2023>
22. The Green Grid. (2020). *PUE – Phân tích toàn diện chỉ số hiệu suất sử dụng năng lượng*. Truy cập từ <https://www.thegreengrid.org/en/resources/library-and-tools/25>
23. Uptime Institute. (n.d.). *Tiêu chuẩn phân loại trung tâm dữ liệu – Tier Standard: Topology*. Truy cập ngày 5 tháng 8 năm 2025 từ <https://uptimeinstitute.com/tiers>
24. Uptime Institute. (2024). *Khảo sát trung tâm dữ liệu toàn cầu năm 2024*. Truy cập từ <https://datacenter.uptimeinstitute.com/rs/711-RIA-145/images/2024.GlobalDataCenterSurvey.Report.pdf>
25. White & Case. (2023). *Data center requirements under the new German Energy Efficiency Act*. Truy cập từ <http://www.whitecase.com/insight-alert/data-center-requirements-under-new-german-energy-efficiency-act?utm>