TCVN T I Ê U C H U Ẩ N Q U Ố C G I A

**TCVN ISO/IEC 30134-8:2024**

**ISO/IEC 30134-8:2022**

**CÔNG NGHỆ THÔNG TIN –**

**TRUNG TÂM DỮ LIỆU – CHỈ SỐ CHẤT LƯỢNG CHÍNH**

**PHẦN 8: HIỆU SUẤT SỬ DỤNG CARBON (CUE)**

***Information technology - Data centres - Key performance indicators -***

***Part 8: Carbon usage effectiveness***

**HÀ NỘI - 2024**

**Mục lục**

[1. Phạm vi áp dụng 3](#_Toc173375475)

[2. Tài liệu viện dẫn 3](#_Toc173375476)

[3. Thuật ngữ, định nghĩa, từ viết tắt và ký hiệu 3](#_Toc173375477)

[3.1. Thuật ngữ và định nghĩa 3](#_Toc173375478)

[3.2. Viết tắt 5](#_Toc173375479)

[3.3. Ký hiệu 5](#_Toc173375480)

[4. Phạm vi áp dụng của trung tâm dữ liệu 6](#_Toc173375481)

[5. Xác định CUE 7](#_Toc173375482)

[6. Đo lường CUE 7](#_Toc173375483)

[6.1. Tổng quan 7](#_Toc173375484)

[6.2. Phương pháp tính toán và đo lường CO2 7](#_Toc173375485)

[7. Ứng dụng của CUE 9](#_Toc173375486)

[8. Báo cáo CUE 9](#_Toc173375487)

[8.1. Yêu cầu 9](#_Toc173375488)

[8.2. Khuyến nghị 10](#_Toc173375489)

[8.3. Ví dụ về báo cáo giá trị CUE 10](#_Toc173375490)

[8.4. Các dẫn xuất CUE 11](#_Toc173375491)

[Phụ lục A (Tham khảo) Ví dụ sử dụng 13](#_Toc173375492)

[Phụ lục B (Tham khảo) Hệ số chuyển đổi năng lượng 15](#_Toc173375495)

[Phụ lục C (Quy định) Hệ số phát thải cho khí CO2 16](#_Toc173375498)

[Thư mục tài liệu tham khảo 20](#_Toc173375501)

|  |
| --- |
| **Lời nói đầu**TCVN ISO/IEC 30134-8:2024 hoàn toàn tương đương với ISO/IEC 30134-8:2022.TCVN ISO/IEC 30134-8:2024 do Học viện Công nghệ Bưu chính viễn thông biên soạn, Bộ Thông tin và Truyền thông đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố. |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **T I Ê U C H U Ẩ N Q U Ố C G I A** | **TCVN ISO/IEC 30134-8:2024** |

**Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 8: Hiệu suất sử dụng carbon (CUE)**

*Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 8: Carbon usage effectiveness (CUE)*

# Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định Hiệu suất sử dụng Carbon (CUE) như một chỉ số chất lượng chính (KPI) để định lượng lượng phát thải CO2 của trung tâm dữ liệu trong giai đoạn sử dụng của vòng đời trung tâm dữ liệu.

CUE là một phương pháp đơn giản để báo cáo cường độ CO2 khi vận hành trung tâm dữ liệu. Bằng cách báo cáo lượng phát thải CO2, có thể trình bày tác động của trung tâm dữ liệu đến biến đổi khí hậu (hiệu ứng nhà kính gia tăng).

Tiêu chuẩn này:

1. Định nghĩa CUE của một DC;
2. Giới thiệu các loại đo lường CUE;
3. Mô tả mối quan hệ của KPI này với cơ sở hạ tầng, thiết bị công nghệ thông tin và hoạt động công nghệ thông tin của trung tâm dữ liệu;
4. Định nghĩa việc đo lường, tính toán và báo cáo thông số; và
5. Cung cấp thông tin về việc giải thích chính xác CUE.

# Tài liệu viện dẫn

Tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung).

ISO/IEC 30134-1:2016, *Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 1: Tổng quan và yêu cầu chung.*

ISO 8601-1, *Ngày và giờ - Biểu diễn để trao đổi thông tin - Phần 1: Các quy tắc cơ bản*.

# Thuật ngữ, định nghĩa, từ viết tắt và ký hiệu

## Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong ISO/IEC 30134-1 và các thuật ngữ định nghĩa sau:

**3.1.1**

**hiệu suất sử dụng carbon (**carbon usage effectiveness)

**CUE**

tỉ số giữa lượng phát thải CO2 hàng năm của trung tâm dữ liệu và nhu cầu năng lượng của thiết bị IT.

**3.1.2**

**tổng mức tiêu thụ năng lượng của trung tâm dữ liệu (**total data centre energy consumption)

tổng mức tiêu thụ năng lượng hàng năm cho tất cả các loại năng lượng phục vụ trung tâm dữ liệu tại giới hạn của nó.

CHÚ THÍCH 1: Tổng năng lượng của trung tâm dữ liệu được đo bằng kWh; năng lượng được đo bằng các thiết bị đo năng lượng tại giới hạn của trung tâm dữ liệu hoặc tại các điểm phát điện bên trong giới hạn.

CHÚ THÍCH 2: Điều này bao gồm năng lượng thu được từ các nguồn như khí tự nhiên, hydro, bioethanol và tiện ích khu vực (ví dụ như nước lạnh, nước ngưng).

CHÚ THÍCH 3: Tổng năng lượng hàng năm bao gồm cả cơ sở hạ tầng hỗ trợ.

[NGUỒN: ISO/IEC 30134-2:2016, 3.1.7]

**3.1.3**

**mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT** (IT equipment energy consumption)

năng lượng tiêu thụ bởi các thiết bị được sử dụng để quản lý, xử lý, lưu trữ hoặc định tuyến dữ liệu trong không gian tính toán.

CHÚ THÍCH 1: Mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT được đo bằng kWh; ví dụ về thiết bị IT là máy chủ, thiết bị lưu trữ và thiết bị viễn thông.

[NGUỒN: ISO/IEC 30134-2:2016, 3.1.1]

**3.1.4**

**khả năng làm nóng toàn cầu** (global warming potential)

tác động bức xạ của một khí nhà kính nhất định so với carbon dioxide.

**3.1.5**

**khí nhà kính** (greenhouse gases)

**GHG**

thành phần khí của khí quyển hấp thụ và phát ra bức xạ ở các bước sóng cụ thể trong vùng bức xạ hồng ngoại do bề mặt trái đất, khí quyển và mây phát ra

CHÚ THÍCH 1: Trong tiêu chuẩn này, bảy loại khí nhà kính được xem xét: carbon dioxide (CO2), methane (CH4), nitrous oxide (N2O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), lưu huỳnh hexafluoride (SF6) và nitơ trifluoride (NF3).

CHÚ THÍCH 2: Danh sách các khí nhà kính với khả năng làm nóng toàn cầu được cung cấp trong ISO 14067.

**3.1.6**

**đương lượng khí cacbonic (**carbon dioxide equivalent)

khả năng làm nóng toàn cầu của một khí nhà kính được thể hiện bằng khả năng làm nóng toàn cầu của một đơn vị carbon dioxide.

**3.1.7**

**hệ số phát thải khí CO2** (emission factor for carbon dioxide**)**

Lượng khí CO2 phát thải cụ thể do sử dụng năng lượng và hoạt động của trung tâm dữ liệu.

**CHÚ THÍCH 1:** Thuật ngữ "hoạt động của cơ sở vật chất" bao gồm lượng khí CO2 phát thải do các yếu tố như chất làm lạnh hoặc máy phát điện diesel.

## Viết tắt

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ viết tắt trong ISO/IEC 30134-1 và các thuật ngữ sau:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CO2 | carbon dioxide | Khí cacbonic |
| CO2e | carbon dioxide equivalent | Đương lượng khí cacbonic |
| CUE | carbon usage effectiveness | Hiệu suất sử dụng cacbon |
| DC | data centre | Trung tâm dữ liệu |
| DC CO2 | Data-centre-related carbon dioxide emissions | Lượng khí thải cacbonic liên quan đến trung tâm dữ liệu |
| dCUE | design carbon usage effectiveness | Hiệu suất sử dụng cacbon thiết kế |
| EFC | emission factor for carbon dioxide | Hệ số phát thải cho khí cacbonic |
| ex | external | Bên ngoài |
| GHG | greenhouse gases | Khí nhà kính |
| GWP | global warming potential | Tiềm năng làm nóng toàn cầu |
| iCUE | interim carbon usage effectiveness | Hiệu suất sử dụng cacbon tạm thời |
| iPUE | interim power usage effectiveness | Hiệu suất sử dụng năng lượng tạm thời |
| int | internal | Bên trong |
| pCUE | partial carbon usage effectiveness | Hiệu suất sử dụng cacbon một phần |
| PUE | power usage effectiveness | Hiệu suất sử dụng điện |

## Ký hiệu

Đối với tiêu chuẩn này, các ký hiệu sau được áp dụng:

**CDC** Lượng phát thải CO2 của trung tâm dữ liệu tính bằng kg

**CDC,ee** Lượng phát thải CO2 của trung tâm dữ liệu để thử nghiệm động cơ cung cấp điện khẩn cấp

**CDC,ex,el** Lượng phát thải CO2 của trung tâm dữ liệu do điện lưới

**CDC,int,el** Lượng phát thải CO2 của trung tâm dữ liệu do sản xuất tại chỗ (ví dụ: thử nghiệm động cơ diesel)

**CDC,rf** Lượng phát thải CO2 của trung tâm dữ liệu do rò rỉ môi chất lạnh

**CS** Lượng phát thải CO2 của một hệ thống phụ tính bằng kg

**crf** Dung tích nạp môi chất lạnh

**EDC** Tổng mức tiêu thụ năng lượng của trung tâm dữ liệu (hàng năm) tính bằng kWh

**EIT**Mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT (hàng năm) tính bằng kWh

**Eex,el** Tổng năng lượng điện lấy từ bên ngoài giới hạn của trung tâm dữ liệu

**Eex,el,ad**Tổng năng lượng điện lấy vào và tất cả nguồn cung cấp năng lượng bổ sung từ bên ngoài giới hạn của trung tâm dữ liệu

**Eint,el**Năng lượng điện được sản xuất bên trong giới hạn của trung tâm dữ liệu

**Eint,el,ad** Năng lượng điện và tất cả nguồn cung cấp năng lượng bổ sung được sản xuất bên trong giới hạn của trung tâm dữ liệu

**fe** EFC tính bằng kg CO2e/kWh

**fe,ex**EFC của nhu cầu năng lượng bên ngoài tính bằng kg CO2e/kWh

fe,ex,el EFC của nhu cầu điện năng bên ngoài

**fe,int** Hệ số chuyển đổi năng lượng (EFC) của nhu cầu năng lượng bên trong tính bằng kg CO2e/kWh

**fe,int,el** EFC của nhu cầu điện năng bên trong

**fe,int,rf** EFC của môi chất lạnh

**PDC** Công suất trung bình hàng năm của trung tâm dữ liệu tính bằng kW

**rL,a** Tỷ lệ rò rỉ hàng năm

**rL,m** Tỷ lệ rò rỉ hàng tháng

**tD** Thời gian chạy cho động cơ diesel

**tG** Thời gian chạy cho động cơ gas

**ηU,C** Hiệu suất sử dụng carbon (CUE)

**ηU,C,p** Hiệu suất sử dụng carbon một phần

**ηU,P**  Hiệu suất sử dụng điện (PUE)

**ηU,P,i** Hiệu suất sử dụng điện tạm thời

# Phạm vi áp dụng của trung tâm dữ liệu

CUE theo quy định trong tiêu chuẩn này:

* chỉ liên quan đến cơ sở hạ tầng trung tâm dữ liệu và thiết bị IT trong phạm vi của nó;
* mô tả CUE liên quan các thiết bị có điều kiện môi trường, đặc điểm tải IT, yêu cầu khả dụng, yêu cầu bảo trì và bảo mật nhất định;
* đo lường mối quan hệ giữa tổng lượng phát thải CO2 của trung tâm dữ liệu và năng lượng tiêu thụ của thiết bị IT.

CUE không:

* tính đến hiệu suất của các nguồn lực khác như nhân lực, không gian hoặc nước;
* cung cấp một chỉ số đo lường năng suất trung tâm dữ liệu;
* cung cấp độc lập, một chỉ số đo lường hiệu suất toàn diện.

# Xác định CUE

CUE cung cấp một cách xác định lượng khí thải carbon liên quan đến trung tâm dữ liệu. CUE có giá trị lý tưởng là 0,0, giá trị này cho thấy không có việc sử dụng carbon liên quan đến hoạt động của trung tâm dữ liệu. CUE không có giới hạn trên về mặt lý thuyết.

CUE được xác định bằng Công thức (11):



CHÚ THÍCH 1**:** Giá trị của CDC khác nhau tùy theo loại CUE (xem *6.2.2*).

CHÚ THÍCH 2**:** Độ chính xác đo năng lượng IT cho CUE không nhất thiết giống như độ chính xác đo năng lượng IT cho PUE (ví dụ: loại CUE 1 có thể được báo cáo với độ chính xác đo năng lượng IT tham khảo PUE loại 2).

CUE có thể được áp dụng cho các tòa nhà sử dụng hỗn hợp khi đo lường lượng khí thải CO2 do trung tâm dữ liệu và các chức năng khác gây ra.

# Đo lường CUE

## Tổng quan

Tất cả các KPI của bộ tiêu chuẩn ISO/IEC 30134 được xác định trong cùng một giới hạn.

## Phương pháp tính toán và đo lường CO2

**6.2.1. Tính toán, thời gian đo và tần suất**

Thời gian tính toán và đo lường tối thiểu là 12 tháng đối với giá trị CO2 tích lũy của một DC. Dữ liệu hàng năm sử dụng để tính toán CUE phải được ghi nhận. Các giá trị CO2 của DC hàng năm được thu thập hoặc tính toán phải trong cùng một khoảng thời gian. Không nhất thiết phải xác định tần suất đo lường, tính toán hoặc đánh giá để xác định CUE hàng năm, vì giá trị CO2 của DC hàng năm là tích phân liên tục của CO2 do trung tâm dữ liệu thải ra trong khoảng thời gian đó. Các giá trị EFC phải thiết sẽ được xác định theo Phụ lục C.

CHÚ THÍCH 1: Tần suất đo lường hoặc đánh giá có thể cần thiết cho việc cải thiện hệ thống phụ (tham khảo PUE một phần), nhưng không bắt buộc phải công bố CUE.

CHÚ THÍCH 2: Trong một số trường hợp, có thể đo trực tiếp CO2 (ví dụ như đối với động cơ diesel). Tuy nhiên, đôi khi việc tính toán cũng được thực hiện bằng cách đo năng lượng, rò rỉ chất làm lạnh, v.v. và EFC của chúng.

**6.2.2. Các loại của CUE**

**6.2.2.1. Giới thiệu**

Bảng 1 đưa ra định nghĩa cho các loại CUE và cung cấp một lộ trình xác định nhằm giúp việc hiệu chỉnh phạm vi của các nguồn phát thải carbon được xem xét đến.

**Bảng 1 - Các loại CUE**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nguồn** | **Loại 1 (CUE1) cơ bản** | **Loại 2 (CUE2) trung gian** | **Loại 3 (CUE3) nâng cao** |
| Nguồn phát thải được xem xét | Điện bên ngoài và bên trong DC. | Điện bên ngoài và bên trong DC, tất cả nguồn cung cấp năng lượng DC bổ sung và tất cả các nguồn phát thải DC bổ sung. | Dành riêng cho việc sử dụng trong tương lai. |
| Khí nhà kính được xem xét | CO2 | CO2 tương đương. | Dành riêng cho việc sử dụng trong tương lai. |

Phụ lục A cung cấp các ví dụ để tính toán các loại CUE.

**6.2.2.2. CUE loại 1: Phát thải CO2 chỉ từ điện năng**

Đối với loại 1, chỉ tính đến lượng phát thải CO2 của tất cả các nguồn cung cấp điện bên trong và bên ngoài. Trong trường hợp sử dụng nhiều nguồn năng lượng khác nhau, Phụ lục B cung cấp các ví dụ về hệ số chuyển đổi năng lượng. Ví dụ, nguồn cung cấp điện bên trong có thể đến từ động cơ diesel trong khi nguồn cung cấp điện bên ngoài có thể đến từ điện mua từ lưới điện.

Loại 1 CUE chỉ bao gồm CO2 như một loại của các khí nhà kính.

****Đối với loại 1, CUE có thể được tính toán bằng Công thức (2)*:*

**6.2.2.3. CUE loại 2: Phát thải CO2 từ tất cả năng lượng**

CUE loại 2 bao gồm cả CO2 và CO2e của tất cả các nguồn cung cấp điện bên ngoài và bên trong, cho tất cả các nguồn cung cấp năng lượng bổ sung và cho tất cả các nguồn phát thải liên quan đến CO2e bổ sung.

Ví dụ: CO2e được xem xét cho điện bên ngoài từ lưới điện, năng lượng trung tâm dữ liệu bổ sung từ các nhà máy phát nhiệt điện nội bộ dựa trên khí tự nhiên, thất thoát chất làm lạnh hoặc khí cô lập công tắc chuyển đổi tĩnh.

****Đối với CUE loại 2, có thể tính toán bằng Công thức (3)*:*

**6.2.2.4. CUE loại 3: Dành cho mục đích sử dụng trong tương lai**

Loại 3 được dành cho mục đích sử dụng trong tương lai.

# Ứng dụng của CUE

Các nhà quản lý trung tâm dữ liệu có thể được sử dụng CUE để giám sát và báo cáo lượng khí thải CO2 liên quan đến mức tiêu thụ năng lượng IT trong DC đó. Mặc dù, KPI này có thể được sử dụng độc lập, tuy nhiên, để đánh giá toàn diện hơn về hiệu suất sử dụng tài nguyên của DC, phải xem xét các KPI khác của bộ tiêu chuẩn ISO/IEC 30134. Khi sử dụng CUE, phải cân nhắc đặc thù của PUE. Khi báo cáo CUE, giá trị PUE tương ứng cũng phải được báo cáo.

# Báo cáo CUE

## Yêu cầu

**8.1.1. Cấu trúc chuẩn để truyền đạt dữ liệu CUE**

Để một CUE được báo cáo có ý nghĩa, tổ chức báo cáo phải cung cấp các thông tin sau:

1. trung tâm dữ liệu đang kiểm tra,
2. giá trị CUE,
3. loại CUE,
4. ngày kết thúc giai đoạn đo lường theo định dạng ISO 8601-1 (ví dụ: yyyy-mm-dd).

Loại CUE sẽ được cung cấp dưới dạng ký hiệu cho tên của số liệu, ví dụ: CUE2 cho giá trị loại 2.

**8.1.2. Dữ liệu báo cáo công khai CUE**

**8.1.2.1. Thông tin bắt buộc**

Phải cung cấp các dữ liệu sau khi báo cáo công khai dữ liệu CUE:

1. thông tin liên hệ (chỉ tên tổ chức hoặc thông tin liên hệ được hiển thị trong các yêu cầu công khai);
2. thông tin vị trí DC (địa chỉ, tỉnh hoặc khu vực; chỉ thông tin về tiểu bang hoặc khu vực địa phương được yêu cầu hiển thị trong các yêu cầu công khai);
3. kết quả đo: CUE với ký hiệu phù hợp;
4. các yếu tố, giá trị và năm tính toán lượng khí thải CO2.

**8.1.2.2. Bằng chứng hỗ trợ bắt buộc**

Thông tin về trung tâm dữ liệu, tối thiểu sẽ có sẵn theo yêu cầu bao gồm:

1. tên tổ chức, thông tin liên hệ và mô tả môi trường khu vực;
2. kết quả đo: CUE với ký hiệu phù hợp;
3. EITvà DC CO2;
4. ngày bắt đầu đovà ngày hoàn thành đánh giá;
5. mức độ chính xác;
6. báo cáo về diện tích phòng máy tính, phòng viễn thông và phòng điều khiển;
7. điều kiện môi trường bên ngoài bao gồm nhiệt độ, độ ẩm và độ cao tối thiểu, tối đa và trung bình;
8. giá trị PUE tương ứng và loại;
9. tham chiếu các yếu tố theo Phụ lục C*.*

CHÚ THÍCH 1: Loại PUE cung cấp thông tin về độ chính xác của việc đo lường mức tiêu thụ năng lượng IT.

CHÚ THÍCH 2: Bộ tiêu chuẩn IEC 62052 và IEC 62053 cung cấp tài liệu tham khảo cho việc đo năng lượng điện.

## Khuyến nghị

**8.2.1. Theo dõi xu hướng dữ liệu**

Thông tin sau đây có thể hữu ích trong việc theo dõi xu hướng CUE trong một DC:

1. diện tích DC (m2);
2. tổng tải thiết kế của DC cho cơ sở vật chất (ví dụ: 10 MW);
3. tên của tổ chức kiểm toán và phương pháp kiểm toán được sử dụng (nếu có);
4. thông tin liên hệ của DC;
5. điều kiện môi trường của DC;
6. vị trí và khu vực của DC;
7. nhiệm vụ của DC;
8. Ttỷ lệ nguyên mẫu DC (ví dụ: 20% lưu trữ web, 80% email);
9. ngày đưa DC vào vận hành;
10. số lượng máy chủ, bộ định tuyến và thiết bị lưu trữ;
11. sử dụng CPU trung bình và đỉnh của máy chủ;
12. tỷ lệ máy chủ sử dụng ảo hóa;
13. tuổi trung bình của thiết bị IT theo loại;
14. tuổi trung bình của thiết bị cơ sở theo loại (thiết bị phân phối điện và làm lạnh);
15. mục tiêu sẵn sàng của DC (xem ISO/IEC 30134-1:2015, Phụ lục A);
16. chi tiết làm lạnh và xử lý không khí.

CHÚ THÍCH: Các KPI khác trong bộ tiêu chuẩn ISO/IEC 30134 có thể hỗ trợ việc ghi lại thông tin ở trên.

## Ví dụ về báo cáo giá trị CUE

Sử dụng cấu trúc của 8.1.1, khoản mục này cung cấp hai ví dụ cụ thể về các ký hiệu CUE và cách giải thích chúng:

Ví dụ 1:

Mẫu ký hiệu CUE:

DC X: CUE1 (2018-12-31) = 0,90 kg CO2 trên mỗi kWh

Giải thích:

Năm 2018, giá trị CUE của DC X là 0,90. Đây là CUE loại 1.

Ví dụ 2:

Mẫu ký hiệu CUE:

DC Y: CUE2 (2018-06-30) = 1,1 kg CO2e trên mỗi kWh

Giải thích:

Trong giai đoạn 2017-07-01 - 2018-06-30, giá trị CUE của DC Y là 1,1. Đây là CUE loại 2.

## Các dẫn xuất CUE

**8.4.1. Mục đích của các dẫn xuất CUE**

Thông thường, giá trị CUE cần:

1. chỉ ra CUE cho các khoảng thời gian nhỏ hơn 12 tháng; và/hoặc
2. cung cấp CUE cho các DC tách biệt, không độc lập (ví dụ: tòa nhà hỗn hợp); và/hoặc
3. dự đoán giá trị CUE mong muốn trong giai đoạn thiết kế DC.

Vì mục đích này, các dẫn xuất CUE được giới thiệu từ 8.4.3 đến 8.4.5, giải quyết các nhu cầu cụ thể này.

Mỗi dẫn xuất phải đi kèm với thông tin cụ thể mô tả tình huống cụ thể.

**8.4.2. Sử dụng các dẫn xuất CUE**

Báo cáo CUE phải nhất quán với báo cáo PUE. Điều kiện giới hạn của báo cáo PUE phải giống báo cáo CUE. Để báo cáo CUE, nếu có PUE dẫn xuất, CUE dẫn xuất với cùng điều kiện giới hạn phải được cung cấp.

Việc sử dụng kết hợp các thuật ngữ được phép để mô tả các tình huống và giá trị cụ thể. Một ví dụ về cách sử dụng các dẫn xuất này là:

pcUE tạm thời được thiết kế (20xx-08-01:20xx-08-31) = 3,1 [tham khảo. jjj]

[jjj]: [giới hạn của trung tâm dữ liệu, làm lạnh chia sẻ, không gian, bảo mật vật lý]

Tải trọng IT 40%, điều kiện môi trường, v.v.

**8.4.3. iCUE tạm thời**

Định nghĩa của CUE nêu rõ ràng rằng đây là một con số hàng năm. Trong trường hợp phải báo cáo CUE cho các khoảng thời gian khác, CUE cũng có thể được báo cáo cho các khoảng thời gian khác với tiền tố "i" và khoảng thời gian được ghi tại chỉ số dưới dòng, ví dụ: iCUEyyyy-mm-dd - yyyy-mm-dd.

Lưu ý rằng, đối với một khoảng thời gian báo cáo CUE nhỏ hơn 12 tháng, các phép đo lường có thể bị ảnh hưởng bởi các biến số như nhiệt độ ngoài trời và không thể so sánh với các giá trị CUE theo khoảng thời gian khác. Các khoảng thời gian phải phù hợp với việc báo cáo iPUE hoặc các KPI tạm thời khác.

iCUE phải mô tả một CUE được đo trong khoảng thời gian nhỏ hơn một năm.

Ngoài 8.1.1, việc báo cáo iCUE phải bao gồm ngày bắt đầu của khoảng thời gian đo lường theo định dạng ISO 8601-1.

**8.4.4. CUE một phần**

CUE một phần được sử dụng để mô tả CUE của một DC là một phần tập hợp của một thực thể đang được đánh giá (toàn bộ tòa nhà hoặc hệ thống) chia sẻ tài nguyên với các khu vực khác không được xem xét trong đánh giá CUE. Giá trị pCUE một phần sẽ được báo cáo với tiền tố "p" là pCUE. Đối với các cơ sở đo riêng biệt, pCUE phải được xác định và báo cáo trong tất cả các trường hợp mà giá trị pPUE đã được xác định và báo cáo. Việc chỉ định và báo cáo pCUE phù hợp phải nhất quán với việc áp dụng pPUE.

Mục đích của pCUE một phần là phân tích tiềm năng tiết kiệm thông qua việc phát hiện các khu vực và hệ thống phụ của cơ sở hạ tầng kém hiệu suất. Đây là mục tiêu của quy trình quản lý năng lượng. Ngoài ra, pCUE có thể được sử dụng để xác minh hiệu suất của các biện pháp cải thiện.

Trong khi CUE1 được xác định bằng EDC, thì pCUE1 được xác định dựa trên mức sử dụng điện của các hệ thống phụ trong cơ sở hạ tầng của DC.

Trong khi CUE2 được xác định bằng EDC và tất cả các nguồn phát thải CO2e bổ sung của DC, thì pCUE2 được xác định dựa trên mức sử dụng năng lượng và lượng phát thải CO2 bổ sung cụ thể của các hệ thống phụ trong cơ sở hạ tầng DC.

Các giới hạn của các hệ thống phụ này nằm trong trung tâm dữ liệu. Do đó, pCUE áp dụng cho tất cả các loại trung tâm dữ liệu.

Ngoài 8.1.1, việc báo cáo pCUE nên bao gồm danh sách các tài nguyên được chia sẻ.

pCUE một phần có thể được tính toán bằng cách sử dụng Công thức (4):

****

Nhằm thuận lợi, trong quy trình quản lý năng lượng và tính toán lượng khí thải carbon, các khu vực cho các hệ thống phụ phải được xác định trong từng DC. Phân phối điện (bao gồm nguồn cung cấp điện không bị gián đoạn), xử lý không khí và làm lạnh là các hệ thống phụ tiêu biểu áp dụng cho hầu hết các trung tâm dữ liệu hiện nay.

**8.4.5. CUE thiết kế**

CUE thiết kế được sử dụng để mô tả các dự đoán về CUE cho DC trước khi vận hành. CUE thiết kế phải được xác định như một phần của quy trình lập kế hoạch và không phụ thuộc vào tải thực tế hoặc dự kiến. Giá trị CUE thiết kế phải được báo cáo với tiền tố "d" như dCUE. Chúng đại diện cho mục tiêu mà nhà thiết kế đưa ra dựa trên hoạt động tối ưu của DC. Chúng được bắt nguồn từ thông số kỹ thuật của các yếu tố cơ sở hạ tầng và tính đến các tác động bên ngoài như điều kiện khí hậu tại địa điểm DC dự kiến, v.v.

Ngoài 8.1.1, báo cáo dCUE phải bao gồm lịch trình dCUE và dPUE dựa trên mục tiêu về tải IT.

# Phụ lục A

# (Tham khảo)

# Ví dụ sử dụng

**A.1. Sử dụng CUE đúng cách**

Phụ lục A cung cấp các ví dụ về việc sử dụng và tính toán CUE chính xác để hỗ trợ việc áp dụng CUE nhanh chóng thông qua sự hiểu biết rộng rãi. Các ví dụ này đều dựa trên cùng một thông số kỹ thuật của DC.

Mức sẵn sàng của DC là loại 3, theo ISO/IEC 22237-1. Mức tiêu thụ điện IT hàng năm, EIT là 700 000 kWh. Mức tiêu thụ điện trung tâm dữ liệu hàng năm, E*DC*, là 900 000 kWh. PUE1 (ngày 31 tháng 12 năm 2016) của DC là 1,3.

Chỉ sử dụng máy phát điện diesel trong trường hợp mất điện lưới và thử nghiệm. Máy phát điện được thử nghiệm 4 lần một năm, mỗi lần chạy thử 8 giờ. Công suất danh định của động cơ là 500 kVA. Không có nhà máy nào khác cung cấp điện cho trung tâm dữ liệu tại chỗ.

Trung tâm dữ liệu vận hành 4 bộ nguồn không ngắt quãng (UPS) với công suất 250 kVA mỗi bộ. UPS cung cấp điện cho thiết bị IT và 50% máy điều hòa không khí phòng máy tính. Sử dụng máy làm lạnh nước bao gồm làm lạnh miễn phí. Máy làm lạnh chứa 500 kg môi chất lạnh (R134a) và tỷ lệ rò rỉ hàng năm là 10% lượng môi chất lạnh. Điện năng của trung tâm dữ liệu lấy từ lưới điện Đức.

CHÚ THÍCH: PUE trong phụ lục này được quy định trong ISO/IEC 30134-2.

**A.2. CUE loại 1**

Trung tâm dữ liệu được cung cấp điện từ lưới điện quanh năm (12 tháng). Do đó, có phát thải CO2 gián tiếp từ điện lưới. Lượng phát thải CO2 hàng năm cho điện mua được tính toán như sau (sử dụng các giá trị ví dụ giả định):



Đối với ví dụ này:



trong đó: fe,ex,el là 0,47 kg CO2/kWh cho lưới điện Đức; và:

CDC,int,el = tD × PDC × fe,int,el = 32 h × 100 kW × 0,3 kg CO2/kWh = 960 kg CO2

Vì vậy, đối với ví dụ này, CUEDC loại 1 được tính toán như sau:

CUE1 = (420.000 kg CO2 + 960 kg CO2) / 700.000 kWh = khoảng 0,60 kg CO2/kWh

**A.3 CUE loại 2**

Trung tâm dữ liệu được cung cấp điện từ lưới điện cả năm (12 tháng). Do đó, có phát thải CO2 gián tiếp từ điện lưới.

Máy phát điện dự phòng được kiểm tra bốn lần trong một năm, mỗi lần 8 giờ/ngày. Đây là loại máy phát chạy bằng gas. Lượng phát thải CO2 DC do sản xuất tại chỗ (kiểm tra máy phát điện dự phòng) được tính toán như sau (sử dụng giá trị ví dụ giả định):

CDC,int,el = tD × PDC × fe,int,el = 32 giờ × 100 kW × 0,2 kg CO2e/kWh = 640 kg CO2e

Đối với loại 2, lượng phát thải từ chất làm lạnh R134a cũng được tính đến. Trong trường hợp này, tỷ lệ rò rỉ là 10% dung tích nạp (500 kg).

Lượng phát thải CO2 DC do rò rỉ chất làm lạnh được tính toán như sau:

Vì vậy, đối với ví dụ này, DC CUE loại 2 được tính toán như sau:

CUE2 = (420.000 kg CO2e + 640 kg CO2e + 65.000 kg CO2e) / 700.000 kWh = khoảng 0,70 kg CO2e/kWh

**A.4. CUE loại 3**

Loại 3 được dành riêng cho việc sử dụng trong tương lai.

**A.5. iCUE tạm thời loại 2**

Trung tâm dữ liệu được cung cấp điện từ lưới điện cả năm (12 tháng). Do đó, có phát thải CO2 gián tiếp từ điện lưới. Lượng phát thải CO2 đối với điện mua được tính toán như sau (sử dụng giá trị ví dụ giả định):



trong đó iPUE, ηUP,i(01.07.2016-31.07.2016), là 1,7 vì làm lạnh miễn phí không khả dụng vào mùa hè.

Máy phát điện dự phòng được kiểm tra bốn lần trong một năm, mỗi lần 8 giờ/ngày. Trong trường hợp này, nguồn cung cấp điện dự phòng được cung cấp bởi các máy phát gas. Đã có một lần sử dụng nguồn điện dự phòng trong khoảng thời gian 01.07.2016-31.07.2016.

Lượng phát thải CO2 DC do sản xuất tại chỗ (kiểm tra máy phát điện dự phòng) được tính toán như sau:



trong đó

PDC = ηU,P,i × EIT = 1,7 × 60.000 kWh / 744 giờ = khoảng 137 kW

Lượng phát thải CO2 DC do rò rỉ chất làm lạnh được tính toán như sau:



Vì vậy, đối với ví dụ này, iCUE cho phân loại 2 được tính toán như sau:

ηU,C,*i*,2(01.07.2016- 31.07.2016) = (CDC,ex,el + CDC,ee + CDC,rf) / EIT

CUE2 = (48.000 + 219 + 5.400) kg CO2e / 60.000 kWh = 0,89 kg CO2e / kWh

# Phụ lục B

# (Tham khảo)

# Hệ số chuyển đổi năng lượng

Để chuyển đổi giá trị của năng lượng phi điện thành năng lượng điện, các hệ số chuyển đổi và giá trị nhiệt do nhà cung cấp khai báo được sử dụng. Nếu nhà cung cấp không khai báo hệ số chuyển đổi và giá trị nhiệt, thì nên sử dụng hệ số chuyển đổi từ Bảng B.1*.* Có nhiều loại năng lượng và phương pháp đo chúng (xem Bảng B.1*)*. Một loạt các hệ số chuyển đổi và kỹ thuật đo lường có thể được tìm thấy tại trang web của Cơ quan quản lý thông tin năng lượng Hoa Kỳ (EIA) và sách ASHRAE/TGG về đo lường năng lượng.

**Bảng B.1 - Ví dụ chuyển đổi năng lượng**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Loại năng lượng** | **Đơn vị thông dụng** | **Ví dụ chuyển đổi** |
| Điện | Kilowatt giờ (kWh) | Mức tiêu thụ năng lượng hàng năm là cơ sở |
| Dầu diesel | Lít (l) | Bao nhiêu lít nhiên liệu mỗi năm? Có khoảng 9,9 kWh trong 1 lít dầu diesel. |
| Khí tự nhiên | Mét khối (m3) | Bao nhiêu mét khối khí đốt mỗi năm? Có khoảng 10,5 kWh trong 1 m3 khí tự nhiên. |
| Hiđrô | Kilôgam (kg) | Bao nhiêu kg hiđrô mỗi năm? Có khoảng 33,3 kWh trong 1 kg hiđrô (ở trạng thái lỏng dưới -253 °C). |
| Bioethanol | Kilôgam (kg) | Bao nhiêu kg bioethanol mỗi năm? Có khoảng 6,0 kWh trong 1 kg bioethanol. |
| Nước nóng/lạnh | Mét khối (m³) | Bao nhiêu nước nóng hoặc lạnh được sử dụng mỗi năm? Có khoảng 1,16 kWh trong 1 m3 nước thay đổi nhiệt độ 1 °C. |
| Lưu lượng không khí | Mét khối (m³) | Bao nhiêu không khí nóng hoặc lạnh được sử dụng mỗi năm? Có khoảng 3,25 × 10-4 kWh trong 1 m3 không khí thay đổi nhiệt độ 1 °C. |
| a Ước tính ban đầu, sử dụng sự chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ cung cấp và nhiệt độ hồi lưu của nước. Ví dụ, nếu nước ra đi ở 40°C và quay về ở 25 °C, thì có chênh lệch nhiệt độ là 15 °C, tương đương với 17,4 kWh cho mỗi m³ nước sử dụng.b Ước tính ban đầu, sử dụng sự chênh lệch nhiệt độ giữa không khí nóng và không khí thay thế. Ví dụ, nếu không khí 30 °C được đưa vào phòng 20 °C, thì sử dụng 10 °C làm chênh lệch nhiệt độ, tương đương với 3,25 × 10⁻³ kWh cho mỗi m³ không khí sử dụng. |

Các giá trị trong Bảng B.1 được tính toán từ các tính chất vật lý nhiệt được công bố của từng chất lỏng. Bảng B.1 được cung cấp như một hướng dẫn chỉ mang tính chất thông tin.

# Phụ lục C

# (Quy định)

#  Hệ số phát thải cho khí CO2

**C.1. Xác định hệ số phát thải carbon**

Báo cáo nguồn năng lượng cho CUE phải phù hợp với PUE. Hệ số phát thải carbon, chuyển đổi và CO2e sẽ được xác định bởi nhà cung cấp năng lượng và tiêu chuẩn chuyển đổi do các cơ quan chính phủ khu vực của họ phê duyệt.

Nếu một khu vực nhất định chưa xác định các hệ số phát thải carbon liên quan, thì các giá trị quốc gia hoặc tham chiếu quốc tế sẽ được sử dụng. Nguồn của các hệ số này sẽ được báo cáo như thông tin bắt buộc theo tiểu mục 8.1.2.1.

CHÚ THÍCH: Năng lượng tái tạo được chứng nhận có thể có nguồn gốc bên ngoài biên giới quốc gia khi các hệ số phát thải được chính phủ địa phương phê duyệt.

**C.2. Ví dụ về hệ số phát thải carbon**

Hệ số phát thải carbon thường được cung cấp bởi các tổ chức công cộng chính thức. Bảng C.1 hiển thị các ví dụ về EFC khác nhau cho các nguồn năng lượng khác nhau.

**Bảng C.1 - EFC theo nguồn năng lượng**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nguồn năng lượng** | **EFC (kg CO2/kWh)** |
| Than thô | 0,335 |
| Than cốc cứng | 0,378 |
| Than Anthracite | 0,353 |
| Than nâu thô | 0,407 |
| Than bánh bùn | 0,364 |
| Xăng | 0,259 |
| Dầu diesel | 0,266 |
| Dầu đốt nhẹ | 0,266 |
| Dầu đốt nặng | 0,281 |
| Khí gas hóa lỏng (LPG) | 0,234 |
| Khí tự nhiên | 0,202 |
| Giá trị chuẩn khí đỉnh cao | 0,965 |
| Giá trị mặc định khí chuyển đổi | 0,659 |
| Nhiệt mặt trời, điện gió, thủy điện, quang điện | - |
| Khí mê tan sinh học | 0,054 |

Bảng C.2 hiển thị các ví dụ về EFC cho điện từ lưới điện đối với các quốc gia khác nhau.

**Bảng C.2 - EFC cho điện từ lưới điện theo quốc gia**

| **Quốc gia** | **Hệ số** (g CO2e trên kWh) | **Nguồn** | **Năm** |
| --- | --- | --- | --- |
| Nam Phi | 0,9606 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Trung Quốc (Đặc khu) | 0,6236 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Hong Kong (Trung Quốc) | 0,8000 | Công ty Điện lực Hồng Kông (2018) | 2018 |
| Ấn Độ | 0,7429 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Nhật Bản | 0,4916 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Hàn Quốc (Cộng hòa) | 0,5170 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Úc | 0,9000 | Chính phủ Úc | 2018 |
| Ả Rập Xê Út | 0,7176 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Thổ Nhĩ Kỳ | 0,5434 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất | 0,4333 | Cơ quan Điện lực và Nước Dubai | 2017 |
| Canada | 0,1400 | Công ước khung của Liên Hiệp Quốc về Biến đổi Khí hậu | 2017 |
| Mexico | 0,4640 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Hoa Kỳ | 0,4759 | Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA) eGrid | 2016 |
| Argentina | 0,3583 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Brazil | 0,0927 | Báo cáo Minh bạch Khí hậu (Báo cáo 2018) | 2017 |
| Áo | 0,1420 | Hiệp hội Cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Bỉ | 0,1670 | Hiệp hội Cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Bulgaria | 0,4700 | Hiệp hội Cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Cộng hòa Séc | 0,5760 | Hiệp hội Cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Đan Mạch | 0,2090 | Hiệp hội Cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Estonia | 0,8750 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Phần Lan | 0,1430 | Hiệp hội Cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Pháp | 0,0470 | Hiệp hội Cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Đức | 0,4690 | Cơ quan Môi trường Đức | 2018 |
| Hungary | 0,3140 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Ireland | 0,3930 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Ý | 0,3270 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Luxembourg | 0,2010 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Hà Lan | 0,4570 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Na Uy | 0,0110 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Ba Lan | 0,8460 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Bồ Đào Nha | 0,3070 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Liên bang Nga | 0,3302 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2017 |
| Slovakia | 0,1690 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Slovenia | 0,3350 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Tây Ban Nha | 0,2880 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Thụy Điển | 0,0120 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Thụy Sĩ | 0,0140 | Hiệp hội cơ quan Phát hành (AIB) | 2018 |
| Vương quốc Anh | 0,2773 | Chính phủ Anh - Defra/BEIS | 2019 |
| Việt Nam | 0,6766 | Cục biến đổi khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường [19] | 2022 |

Ví dụ về các tài liệu tham khảo công bố EFC cho điện lưới có thể được tìm thấy trong các nguồn khác nhau. Xem Tài liệu tham khảo [17] để biết danh sách theo quốc gia và xem Tài liệu tham khảo [18] để biết danh sách theo khu vực.

*Bảng C.3* hiển thị các ví dụ về EFC cho các chất làm lạnh khác nhau (dữ liệu từ EN 378-1).

**Bảng C.3 - EFC cho chất làm lạnh**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Chất làm lạnh** | **CO2e** | **Đơn vị** |
| R 134a | 1430 | kg CO2e/kg chất làm lạnh |
| R 22 | 1 810 | kg CO2e/kg chất làm lạnh |
| R 407C | 1 774 | kg CO2e/kg chất làm lạnh |
| R 290 | 3 | kg CO2e/kg chất làm lạnh |
| R 718 | — | kg CO2e/kg chất làm lạnh |
| R 717 | — | kg CO2e/kg chất làm lạnh |
| R 410A | 2 088 | kg CO2e/kg chất làm lạnh |

*Bảng C.4* hiển thị các ví dụ về GWP của GHGs.

**Bảng C.4 - Ví dụ về GWP của GHGs**

|  |  |
| --- | --- |
| **Khí nhà kính (GHG)** | **CO2e** |
| Khí cacbonic (CO2) | 1 |
| Methane (CH4) | 25 |
| Nitơ oxit (N2O) | 298 |
| Hydrofluorocarbon (HFCs) | 12 đến 12.000 |
| Perfluorocarbon (PFCs) | 5.700 đến 11.900 |
| Lưu huỳnh hexafluoride (SF6) | 22.200 |
| Nitơ trifluoride (NF3) | 17.200 |

[NGUỒN: ISO/TS 14067:2013, Bảng A.1 - Tiềm năng làm nóng toàn cầu (GWP) so với CO2 cho khung thời gian 100 năm]

# Thư mục tài liệu tham khảo

1. IEC 62052 (tất cả các phần), Thiết bị đo điện năng (AC) - Yêu cầu tổng quát, thử nghiệm và điều kiện thử nghiệm
2. IEC 62053 (tất cả các phần), Thiết bị đo điện năng (AC) - Yêu cầu cụ thể
3. ISO/IEC 22237-1, Công nghệ thông tin - Cơ sở hạ tầng và tiện ích trung tâm dữ liệu - Phần 1: Khái niệm tổng quát
4. ISO/IEC 30134-2:2016, Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 2: Hiệu suất sử dụng năng lượng (PUE)
5. ISO/IEC 30134-3, Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 3: Hệ số năng lượng tái tạo (REF)
6. ISO/IEC 30134-4, Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 4: Hiệu suất năng lượng thiết bị IT cho máy chủ (ITEEsv)
7. ISO/IEC 30134-5, Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 5: Sử dụng thiết bị IT cho máy chủ (ITEUsv)
8. ISO 14067:2018, Khí nhà kính - Dấu chân carbon của sản phẩm - Yêu cầu và hướng dẫn định lượng
9. ISO/TS 14067:2013, Khí nhà kính - Dấu chân carbon của sản phẩm - Yêu cầu và hướng dẫn định lượng và truyền thông
10. EN 378-1:2021, Hệ thống lạnh và bơm nhiệt - Yêu cầu về an toàn và môi trường - Phần 1: Yêu cầu cơ bản, định nghĩa, phân loại và tiêu chí lựa chọn
11. The Green Grid WP #32 2010, Hiệu suất sử dụng carbon (CUE): Một số liệu bền vững cho Trung tâm dữ liệu của Green Grid
12. ASHRAE Đo lường tiêu thụ năng lượng theo thời gian thực tại các trung tâm dữ liệu. Atlanta: Hiệp hội kỹ sư sưởi ấm, làm lạnh và điều hòa không khí Hoa Kỳ, Inc.
13. Sáng kiến Hiệu suất năng lượng trung tâm dữ liệu ENERGY STAR, <http://www.energystar.gov/index> .cfm7c=prod development.server efficiency#rating DCdp. 2010
14. NGHỊ ĐỊNH KYOTO VỀ KHUNG THỎA THUẬN CHỐNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CỦA LIÊN HIỆP QUỐC, LIÊN HIỆP QUỐC 1998
15. Tu chính Doha cho Nghị định thư Kyoto, Điều 1: Tu chính, Mục B. Phụ lục A của Nghị định thư Kyoto 08.12.2012
16. Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu IPCC (IPCC2007), Báo cáo Đánh giá Thứ tư của IPCC: Biến đổi Khí hậu 2007
17. Minh bạch Khí hậu cho Nhóm các nước G20, <https://www.climate> -transparency.org/. 2020
18. Cơ quan Thông tin Năng lượng Hoa Kỳ, Lượng khí thải Carbon Dioxide liên quan đến Năng lượng của Hoa Kỳ năm 2019
19. Công văn số 327/BĐKH-PTCBT ngày 19 tháng 3 năm 2024 của Cục biến đổi khí hâu, Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc công bố kết quả tính toán hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam năm 2022

­­­­­­­­­­­­­­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_