

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 14285-8:2024

ISO/IEC 30134-8:2022

Xuất bản lần 1

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

CÁC CHỈ SỐ HIỆU QUẢ CHÍNH CỦA TRUNG TÂM DỮ LIỆU

PHẦN 8: HIỆU SUẤT CÁC-BON (CUE)

Information technology - Data centres - Key performance indicators -

Part 8: Carbon usage effectiveness (CUE)

HÀ NỘI - 2024

Mục lục

1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ, định nghĩa, chữ viết tắt và ký hiệu	5
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa	5
3.2 Chữ viết tắt	7
3.3 Ký hiệu	8
4 Phạm vi áp dụng tại trung tâm dữ liệu	9
5 Xác định CUE	9
6 Phép đo CUE	10
6.1 Tổng quan	10
6.2 Phương pháp định lượng và phép đo CO ₂	10
7 Ứng dụng của CUE	11
8 Báo cáo CUE	11
8.1 Yêu cầu	11
8.2 Khuyến nghị	12
8.3 Ví dụ về báo cáo giá trị CUE	13
8.4 Các dẫn xuất CUE	13
Phụ lục A (Tham khảo) Ví dụ sử dụng	16
Phụ lục B (Tham khảo) Hệ số chuyển đổi năng lượng	18
Phụ lục C (Quy định) Hệ số phát thải khí CO ₂	20
Thư mục tài liệu tham khảo	25

Lời nói đầu

TCVN 14285-8:2024 hoàn toàn tương đương với ISO/IEC 30134-8:2022.

TCVN 14285-8:2024 do Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông biên soạn, Bộ Thông tin và Truyền thông đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ thẩm định và công bố.

TCVN 14285 (ISO/IEC 30134) về Công nghệ thông tin – Các chỉ số hiệu quả chính của Trung tâm dữ liệu gồm:

- ISO/IEC 30134-1:2016, Phần 1: Tổng quan và các yêu cầu chung;
- TCVN 14285-2:2024 (ISO/IEC 30134:2016), Phần 2: Hiệu suất sử dụng điện (PUE);
- ISO/IEC 30134-3:2016, Phần 3: Yếu tố năng lượng tái tạo (REF);
- ISO/IEC 30134-4:2017, Phần 4: Hiệu quả năng lượng thiết bị CNTT cho máy chủ (ITEEs);
- ISO/IEC 30134-5:2017, Phần 5: Sử dụng thiết bị CNTT cho máy chủ (ITEUs);
- ISO/IEC 30134-6:2021, Phần 6: Hệ số tái sử dụng năng lượng (ERF);
- TCVN 14285-7:2024 (ISO/IEC 30134-7:2023), Phần 7: Tỷ lệ hiệu quả làm mát (CER);
- TCVN 14285-8:2024 (ISO/IEC 30134-8:2022), Phần 8: Hiệu suất Các-bon (CUE);
- TCVN 14285-9:2024 (ISO/IEC 30134-9:2022), Phần 9: Hiệu suất sử dụng nước (WUE).

Công nghệ thông tin - Các chỉ số hiệu quả chính của Trung tâm dữ liệu - Phần 8: Hiệu suất Các-bon (CUE)

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

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định hiệu suất sử dụng các-bon (CUE) như một chỉ số hiệu quả chính (KPI) để định 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 khai thác 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:

- a) Định nghĩa CUE của một trung tâm dữ liệu;
- b) Giới thiệu các phép đo CUE;
- c) 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;
- d) Định nghĩa phép đo, tính toán và báo cáo thông số; và
- e) Cung cấp thông tin về việc diễn giải chính xác CUE.

2 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, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 1: Overview and general requirements (Công nghệ thông tin – Các chỉ số hiệu quả chính của Trung tâm dữ liệu - Phần 1: Tổng quan và các yêu cầu chung).

ISO 8601-1, Date and time - Representations for information interchange - Part 1: Basic rules (Ngày và giờ - Biểu diễn cho trao đổi thông tin - Phần 1: Quy tắc cơ bản).

3 Thuật ngữ, định nghĩa, chữ viết tắt và ký hiệu

3.1 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 các-bon (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 DC tại ranh giới 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 ranh giới của trung tâm dữ liệu hoặc tại các điểm phát điện bên trong ranh giới.

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 làm mát, nước ngưng).

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

[NGUỒN: TCVN 14285-2:2024, 3.1.7]

3.1.3

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

năng lượng tiêu thụ do các thiết bị được sử dụng để quản lý, xử lý, lưu trữ hoặc truyền 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: TCVN 14285-2:2024, 3.1.1]

3.1.4

tiềm năng làm nóng toàn cầu (global warming potential)

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

3.1.5

khí nhà kính (greenhouse gases)

GHG

thành phần thể khí của khí quyển, cả từ tự nhiên và từ con người, hấp thụ và phát ra bức xạ các bước sóng riêng trong phổ bức xạ hồng ngoại do bề mặt trái đất, khí quyển và các đám mây phát ra loại khí trong khí quyển gây hiệu ứng nhà kính.

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 tiềm năng làm nóng toàn cầu được cung cấp trong TCVN ISO 14067:2020.

3.1.6

carbon dioxide tương đương (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 khí cacbonic.

3.1.7

hệ số phát thải carbon dioxide (emission factor for carbon dioxide)

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

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

3.2 Chữ viết tắt

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

CO ₂	carbon dioxide	Carbon dioxide
CO ₂ e	carbon dioxide equivalent	Carbon dioxide tương đương
CUE	carbon usage effectiveness	Hiệu suất các-bon
DC	data centre	Trung tâm dữ liệu
DC CO ₂	Data-centre-related carbon dioxide emissions	Lượng khí thải carbon dioxide liên quan đến trung tâm dữ liệu
dCUE	design carbon usage effectiveness	Hiệu suất các-bon thiết kế
EFC	emission factor for carbon dioxide	Hệ số phát thải carbon dioxide
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 các-bon tạm thời
iPUE	interim power usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng điện tạm thời
int	internal	Bên trong
pCUE	partial carbon usage	Hiệu suất các-bon một phần

effectiveness

PUE power usage effectiveness Hiệu suất sử dụng điện

3.3 Ký hiệu

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

C_{DC}	Lượng phát thải CO ₂ của trung tâm dữ liệu tính bằng kg
$C_{DC,ee}$	Lượng phát thải CO ₂ của trung tâm dữ liệu để thử nghiệm động cơ cung cấp điện khẩn cấp
$C_{DC,ex,el}$	Lượng phát thải CO ₂ của trung tâm dữ liệu do điện lưới
$C_{DC,int,el}$	Lượng phát thải CO ₂ của trung tâm dữ liệu do sản xuất tại chỗ (ví dụ: thử nghiệm động cơ diesel)
$C_{DC,rf}$	Lượng phát thải CO ₂ của trung tâm dữ liệu do rò rỉ môi chất làm mát
C_s	Lượng phát thải CO ₂ của một hệ thống phụ tính bằng kg
C_{rf}	Dung tích nạp môi chất làm mát
E_{DC}	Tổng mức tiêu thụ năng lượng của trung tâm dữ liệu (hàng năm) tính bằng kWh
E_{IT}	Mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT (hàng năm) tính bằng kWh
$E_{ex,el}$	Tổng năng lượng điện lấy từ bên ngoài ranh giới của trung tâm dữ liệu
$E_{ex,el,ad}$	Tổng năng lượng điện lấy vào và tất cả nguồn cung cấp năng lượng bổ sung từ bên ngoài ranh giới của trung tâm dữ liệu
$E_{int,el}$	Năng lượng điện được sản xuất bên trong ranh giới của trung tâm dữ liệu
$E_{int,el,ad}$	Năng lượng điện và tất cả nguồn cung cấp năng lượng bổ sung được sản xuất bên trong ranh giới của trung tâm dữ liệu
f_e	EFC tính bằng kg CO _{2e} /kWh
$f_{e,ex}$	EFC của nhu cầu năng lượng bên ngoài tính bằng kg CO _{2e} /kWh
$f_{e,ex,el}$	EFC của nhu cầu điện năng bên ngoài
$f_{e,int}$	Hệ số chuyển đổi năng lượng (EFC) của nhu cầu năng lượng bên trong tính bằng kg CO _{2e} /kWh
$f_{e,int,el}$	EFC của nhu cầu điện năng bên trong
$f_{e,int,rf}$	EFC của môi chất lạnh
P_{DC}	Công suất trung bình hàng năm của trung tâm dữ liệu tính bằng kW
$r_{L,a}$	Tỷ lệ rò rỉ hàng năm

$r_{L,m}$	Tỷ lệ rò rỉ hàng tháng
t_D	Thời gian chạy cho động cơ diesel
t_G	Thời gian chạy cho động cơ gas
$\eta_{U,C}$	Hiệu suất các-bon (CUE)
$\eta_{U,C,P}$	Hiệu suất các-bon một phần
$\eta_{U,P}$	Hiệu suất sử dụng điện (PUE)
$\eta_{U,P,I}$	Hiệu suất sử dụng điện tạm thời

4 Phạm vi áp dụng tại trung tâm dữ liệu

CUE theo quy định trong tiêu chuẩn này:

- chỉ liên quan đến cơ sở hạ tầng và thiết bị IT của DC trong ranh giới của nó;
- mô tả CUE liên quan các thiết bị có điều kiện môi trường, đặc điểm tải thiết bị 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 năng suất DC;
- cung cấp một chỉ số đo hiệu quả toàn diện, độc lập.

5 Xác định CUE

CUE cung cấp một cách xác định lượng khí thải các-bon liên quan đến DC. CUE có giá trị lý tưởng là 0, giá trị này cho thấy việc sử dụng các-bon không liên quan đến hoạt động của DC. CUE không có ranh giới trên về mặt lý thuyết.

CUE được xác định bằng Công thức (1):

$$\eta_{U,C} = \frac{C_{DC}}{E_{IT}} \tag{1}$$

CHÚ THÍCH 1: Giá trị của C_{DC} khác nhau tùy theo loại CUE (xem 6.2.2).

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

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

6 Phép đo CUE

6.1 Tổng quan

Tất cả các KPI của bộ tiêu chuẩn TCVN 14285 (ISO/IEC 30134) được xác định trong cùng một ranh giới.

6.2 Phương pháp định lượng và phép đo CO₂

6.2.1 Định lượng, khoảng thời gian đo và tần suất

Thời gian tính toán và phương pháp đo 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 lập thành văn bản. 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 phép đo, tính toán hoặc đánh giá để xác định CUE hàng năm, vì giá trị CO₂ của DC hàng năm là các dẫn xuất (xem 8.4.3, 8.4.4 và 8.4.5) liên tục của CO₂ do DC phát thải trong khoảng thời gian đó. Các giá trị EFC theo yêu cầu phải được xác định theo Phụ lục C.

CHÚ THÍCH 1: Tần suất phép đo 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 đối với động cơ diesel). Tuy nhiên, đôi khi việc tính toán được thực hiện bằng phép đo năng lượng, rò rỉ chất làm mát, 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 xem xét việc hiệu chỉnh ranh giới của các nguồn phát thải các-bon.

Bảng 1 - Các loại CUE

Nguồn	Loại 1 (CUE ₁) cơ bản	Loại 2 (CUE ₂) trung bình	Loại 3 (CUE ₃) 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	CO ₂	CO ₂ e	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 từ động cơ diesel trong khi nguồn cung cấp điện bên ngoài, hoặc từ điện được 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):

$$\eta_{U,C,1} = \frac{C_{DC}}{E_{IT}} = \frac{(E_{ex,el} \times f_{e,ex,el}) + (E_{int,el} \times f_{e,int,el})}{E_{IT}} \quad (2)$$

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

CUE loại 2 bao gồm cả CO₂ và CO_{2e} 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 CO_{2e} bổ sung.

Ví dụ: CO_{2e} được xem xét cho điện bên ngoài từ lưới điện, năng lượng DC bổ sung từ các nhà máy phát nhiệt điện nội bộ dựa trên khí tự nhiên, thất thoát chất làm mát hoặc khí cô lập đóng ngắt chuyển đổi tĩnh.

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

$$\eta_{U,C,2} = \frac{C_{DC}}{E_{IT}} = \frac{(E_{ex,el,ad} \times f_{e,ex,ad}) + (E_{int,el,ad} \times f_{e,int,ad})}{E_{IT}} \quad (2)$$

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.

7 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 TCVN 14285 (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.

8 Báo cáo CUE

8.1 Yêu cầu

8.1.1 Cấu trúc chuẩn cho dữ liệu thông tin CUE

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

- DC được kiểm tra;
- giá trị CUE;

- c) loại CUE;
- d) ngày kết thúc giai đoạn đo theo định dạng ISO 8601-1 (ví dụ: yyyy-mm-dd).

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

8.1.2. Dữ liệu báo cáo công bố CUE

8.1.2.1. Thông tin bắt buộc

Các thông tin sau đây phải được cung cấp trong báo cáo công bố dữ liệu CUE:

- a) thông tin liên hệ (tên tổ chức hoặc thông tin liên hệ được thể hiện trong các yêu cầu công bố);
- b) thông tin vị trí DC (địa chỉ, tỉnh/ thành phố hoặc khu vực);
- c) kết quả đo: CUE với ký hiệu phù hợp;
- d) các yếu tố, giá trị và năm tính toán lượng khí thải CO₂.

8.1.2.2. Bảng chứng hỗ trợ bắt buộc

Thông tin tối thiểu về DC phải có sẵn theo yêu cầu bao gồm:

- a) tên tổ chức, thông tin liên hệ và mô tả môi trường khu vực;
- b) kết quả đo: CUE với ký hiệu phù hợp;
- c) E_{IT} và DC CO₂;
- d) ngày bắt đầu và ngày hoàn thành đo đánh giá;
- e) mức độ chính xác;
- f) báo cáo về diện tích phòng máy tính, phòng viễn thông và phòng điều khiển;
- g) điều kiện môi trường bên ngoài bao gồm nhiệt độ, độ ẩm và độ cao tối thiểu, tối đa và trung bình;
- h) giá trị và loại PUE tương ứng;
- i) các yếu tố tham chiếu theo Phụ lục C.

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

CHÚ THÍCH 2: Bộ tiêu chuẩn TCVN 7589 hoặc tương đương cung cấp tài liệu tham khảo cho phép đo điện năng.

8.2 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:

- a) diện tích DC (m²);
- b) tổng công suất thiết kế của DC cho cơ sở vật chất (ví dụ: 10 MW);
- c) tên của người kiểm toán và phương pháp kiểm toán được sử dụng (nếu có);

- d) thông tin liên hệ của DC;
- e) điều kiện môi trường của DC;
- f) vị trí và khu vực của DC;
- g) mục đích hoạt động của DC;
- h) tỷ lệ nguyên mẫu của DC (ví dụ: 20 % lưu trữ web, 80 % email);
- i) ngày đưa DC vào khai thác;
- j) số lượng máy chủ, bộ định tuyến và thiết bị lưu trữ;
- k) sử dụng CPU trung bình và cao điểm của máy chủ;
- l) tỷ lệ máy chủ sử dụng ảo hóa;
- m) tuổi trung bình của thiết bị IT theo loại;
- n) tuổi trung bình của thiết bị cơ sở theo loại (bộ phận phối điện và làm mát);
- o) mục tiêu sẵn có của DC (xem ISO/IEC 30134-1, Phụ lục A);
- p) chi tiết làm mát và xử lý không khí.

CHÚ THÍCH: Các KPI khác trong bộ tiêu chuẩn TCVN 14285 (ISO/IEC 30134) có thể hỗ trợ việc lập thành văn bản thông tin nêu trên.

8.3 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 các ký hiệu này:

Ví dụ 1:

Mẫu ký hiệu CUE: DC X: $CUE_1(2018-12-31) = 0,90 \text{ kg CO}_2 \text{ trên mỗi kWh}$

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: $CUE_2(2018-06-30) = 1,1 \text{ kg CO}_2 \text{ trên mỗi kWh}$

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

8.4 Các dẫn xuất CUE

8.4.1 Mục đích của các dẫn xuất CUE

Thông thường, giá trị CUE cần:

- a) chỉ ra CUE cho các khoảng thời gian nhỏ hơn 12 tháng; và/hoặc
- b) cung cấp CUE cho các DC tách biệt, không độc lập (ví dụ: tòa nhà hỗn hợp); và/hoặc
- c) 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 yêu cầu cụ thể này.

Mỗi dẫn xuất phải kèm theo thông tin cụ thể mô tả trường hợp cụ thể.

8.4.2 Sử dụng các dẫn xuất CUE

Báo cáo CUE phải nhất quán với báo cáo PUE. Điều kiện ranh giới 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 ranh giới 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*]: [ranh giới của DC, làm mát chia sẻ, không gian, bảo mật vật lý]

Tải thiết bị 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: iCUE_{yyyy-mm-dd - yyyy-mm-dd}.

Lưu ý rằng, đối với một khoảng thời gian báo cáo CUE nhỏ hơn 12 tháng, các phép đo 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 theo định dạng ISO 8601-1.

8.4.4 CUE một phần

CUE một phần (pCUE) 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 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 là phép 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 quả của các biện pháp cải thiện.

Trong khi CUE_1 được xác định bằng E_{DC} , thì $pCUE_1$ được xác định dựa trên mức sử dụng điện của các hệ thống phụ trong cơ sở hạ tầng của DC.

Trong khi CUE_2 được xác định bằng E_{DC} và tất cả các nguồn phát thải CO_{2e} bổ sung của DC, thì $pCUE_2$ được xác định dựa trên mức sử dụng năng lượng và lượng phát thải CO_2 bổ sung cụ thể của các hệ thống phụ trong cơ sở hạ tầng DC.

Các ranh giới của các hệ thống phụ này nằm trong DC. Do đó, $pCUE$ áp dụng cho tất cả các loại DC.

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

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

$$\eta_{u,c,p} = \frac{C_S}{E_{IT}} \quad (4)$$

Để thuận tiện trong quá trình quản lý năng lượng và tính toán lượng khí thải các-bon, khu vực cho các hệ thống phụ phải được xác định trong từng DC. Bộ phân phối điện (bao gồm nguồn cung cấp điện không bị gián đoạn), bộ xử lý không khí và bộ làm mát là các hệ thống phụ tiêu biểu áp dụng cho hầu hết các DC hiện nay.

8.4.5 CUE thiết kế

CUE thiết kế ($dCUE$) được sử dụng để mô tả các dự đoán về CUE trước khi DC đưa vào vận hành. CUE thiết kế phải được xác định như một phần của quy trình lập kế hoạch và không phụ thuộc vào tài 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 các 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 vị trí 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 thiết bị 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 sử dụng và tính toán CUE chính xác để hỗ trợ việc áp dụng CUE nhanh chóng thông qua nghiên cứu cụ thể. 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 thiết bị IT hàng năm, E_{IT} là 700 000 kWh. Mức tiêu thụ điện năng của DC hàng năm, E_{DC} là 900 000 kWh. PUE_1 (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 tại chỗ cho DC.

DC khai thác 4 bộ lưu điện (UPS) với công suất 250 kVA mỗi bộ. UPS cung cấp điện cho thiết bị IT và 50 % cho bộ điều hòa không khí phòng máy tính. Sử dụng máy làm mát nước bao gồm làm mát miễn phí. Bộ làm mát chứa 500 kg môi chất làm mát (R134a) và tỷ lệ rò rỉ hàng năm là 10 % lượng môi chất làm mát. Điện năng của DC lấy từ lưới điện quốc gia Đức.

CHÚ THÍCH: PUE được quy định trong TCVN 14285-2:2024.

A.2 CUE loại 1

DC được cung cấp điện từ lưới điện quanh năm (12 tháng). Do đó, có phát thải CO_2 gián tiếp từ điện lưới. Lượng phát thải CO_2 hàng năm cho điện mua được tính toán như sau (sử dụng các giá trị ví dụ giả định):

$$C_{DC} = C_{DC,ex,el} + C_{DC,int,el}$$

Đối với ví dụ này:

$$C_{DC,ex,el} = \eta_{U,P} \times E_{IT} \times f_{e,ex,el} = 1,3 \times 700\,000 \text{ kWh} \times 0,47 \text{ kg } CO_2e/\text{kWh} = \text{khoảng } 420\,000 \text{ kg } CO_2$$

trong đó: $f_{e,ex,el}$ là 0,47 kg CO_2 /kWh cho lưới điện quốc gia Đức; và:

$$C_{DC,int,el} = t_D \times P_{DC} \times f_{e,int,el} = 32 \text{ h} \times 100 \text{ kW} \times 0,3 \text{ kg } CO_2/\text{kWh} = 960 \text{ kg } CO_2$$

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

$$CUE_1 = (420\,000 \text{ kg } CO_2 + 960 \text{ kg } CO_2) / 700\,000 \text{ kWh} = \text{khoảng } 0,60 \text{ kg } CO_2/\text{kWh}$$

A.3 CUE loại 2

DC được cung cấp điện từ lưới điện cả năm (12 tháng). Do đó, có phát thải CO_2 gián tiếp từ điện lưới.

Máy phát điện dự phòng được kiểm tra 4 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):

$$C_{DC,int,el} = t_D \times P_{DC} \times f_{e,int,el} = 32 \text{ h} \times 100 \text{ kW} \times 0,2 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} = 640 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

Đối với loại 2, lượng phát thải từ môi chất làm mát 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 mát được tính toán như sau:

$$C_{DC,r} = C_{rf} \times r_{L,a} \times f_{e,int,rf} = 500 \text{ kg} \times 0,10 \times 1\,300 \text{ CO}_2\text{e} = 65\,000 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

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

$$CUE_2 = (420\,000 \text{ kg CO}_2\text{e} + 640 \text{ kg CO}_2\text{e} + 65\,000 \text{ kg CO}_2\text{e}) / 700\,000 \text{ kWh} = \text{khoảng } 0,70 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh}$$

A.4 CUE loại 3

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

A.5 iCUE loại 2

DC 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):

$$C_{DC,ex,el} = \eta_{U,P,i}(01.07.2016 - 31.07.2016) \times E_{IT}(01.07.2016 - 31.07.2016) \times f_{e,ex,el} = 1,7 \times 60\,000 \text{ kWh} \times 0,47 \text{ kg CO}_2\text{/kWh} = \text{khoảng } 48\,000 \text{ kg CO}_2$$

trong đó iPUE, $\eta_{U,P,i}(01.07.2016-31.07.2016) = 1,7$ (vì làm mát miễn phí không khả dụng trong mùa hè).

Máy phát điện dự phòng được kiểm tra 4 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:

$$C_{DC,int,el} = t_G \times P_{DC} \times f_{e,int,el} = 8 \text{ h} \times 137 \text{ kW} \times 0,2 \text{ CO}_2\text{e/kWh} = 219 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

trong đó

$$P_{DC} = \eta_{U,P,i} \times E_{IT} = 1,7 \times 60\,000 \text{ kWh} / 744 \text{ h} = \text{khoảng } 137 \text{ kW}$$

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

$$C_{DC,r} = C_{rf} \times r_{L,m} \times f_{e,int,rf} = (500 \text{ kg} \times 0,10 \times 1\,300 \text{ CO}_2\text{e}) / 12 = 5\,400 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

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

$$\eta_{U,C,i}(01.07.2016 - 31.07.2016) = (C_{DC,ex,el} + C_{DC,ee} + C_{DC,r}) / E_{IT}$$

$$CUE_2 = (48\,000 + 219 + 5\,400) \text{ kg CO}_2\text{e} / 60\,000 \text{ kWh} = 0,89 \text{ kg CO}_2\text{e} / \text{kWh}$$

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 các loại này (xem Bảng B.1). Một loạt các hệ số chuyển đổi và kỹ thuật đo có thể được tìm thấy tại trang website của Cơ quan thông tin năng lượng Hoa Kỳ (EIA) và sách ASHRAE/TGG về phép đo 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 (m ³)	Bao nhiêu mét khối khí đốt mỗi năm? Có khoảng 10,5 kWh trong 1 m ³ 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 (m ³)	Bao nhiêu nước nóng hoặc lạnh được sử dụng mỗi năm? Có khoảng 1,16 kWh trong 1 m ³ nước thay đổi nhiệt độ 1 °C ^a .
Lưu lượng không khí	Mét khối (m ³)	Bao nhiêu không khí nóng hoặc lạnh được sử dụng mỗi năm? Có khoảng $3,25 \times 10^{-4}$ kWh trong 1 m ³ không khí thay đổi nhiệt độ 1 °C ^b .

Bảng B.1 - Ví dụ chuyển đổi năng lượng (kết thúc)

Loại năng lượng	Đơn vị thông dụng	Ví dụ chuyển đổi
^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 $3,25 \times 10^{-3}$ 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 mang tính chất tham khảo.

Phụ lục C

(Quy định)

Hệ số phát thải khí CO₂

C.1 Xác định hệ số phát thải các-bon

Báo cáo nguồn năng lượng cho CUE phải phù hợp với PUE. Hệ số phát thải các-bon, 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 quốc gia phê duyệt.

Nếu một khu vực nhất định chưa xác định các hệ số phát thải các-bon 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 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 cơ quan chính phủ địa phương phê duyệt.

C.2 Ví dụ về hệ số phát thải các-bon

Hệ số phát thải các-bon 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 CO ₂ /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

Bảng C.1 - EFC theo nguồn năng lượng (kết thúc)

Nguồn năng lượng	EFC (kg CO₂/kWh)
Khí tự nhiên	0,202
Giá trị chuẩn khí đỉnh điện	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 / kWh)	Nguồn	Năm
Nam Phi	0,9606	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Trung Quốc (Đặc khu)	0,6236	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Hong Kong (Trung Quốc)	0,8000	Hong Kong Electric Company (2018)	2018
Ấn Độ	0,7429	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Nhật Bản	0,4916	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Hàn Quốc (Cộng hòa)	0,5170	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Úc	0,9000	Australian Government	2018
Ả Rập Xê Út	0,7176	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Thổ Nhĩ Kỳ	0,5434	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất	0,4333	Dubai Electricity & Water Authority	2017
Canada	0,1400	UN Framework Convention on Climate Change	2017

Bảng C.2 - EFC cho điện từ lưới điện theo quốc gia (tiếp theo)

Quốc gia	Hệ số (g CO ₂ e / kWh)	Nguồn	Năm
Mexico	0,4640	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Hoa Kỳ	0,4759	US Env Protection Agency (EPA) eGrid	2016
Argentina	0,3583	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Brazil	0,0927	Climate Transparency (2018 Report)	2017
Áo	0,1420	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Bỉ	0,1670	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Bulgaria	0,4700	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Cộng hòa Séc	0,5760	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Đan Mạch	0,2090	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Estonia	0,8750	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Phần Lan	0,1430	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Pháp	0,0470	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Đức	0,4690	German Environment Agency	2018
Hungary	0,3140	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Ireland	0,3930	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Ý	0,3270	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Luxembourg	0,2010	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Hà Lan	0,4570	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Na Uy	0,0110	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Ba Lan	0,8460	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018

Bảng C.2 - EFC cho điện từ lưới điện theo quốc gia (kết thúc)

Quốc gia	Hệ số (g CO ₂ e / kWh)	Nguồn	Năm
Bồ Đào Nha	0,3070	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Liên bang Nga	0,3302	Association of Issuing Bodies (AIB)	2017
Slovakia	0,1690	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Slovenia	0,3350	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Tây Ban Nha	0,2880	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Thụy Điển	0,0120	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Thụy Sĩ	0,0140	Association of Issuing Bodies (AIB)	2018
Vương quốc Anh	0,2773	UK Govt-Defra/BEIS	2019
Việt Nam	0,6766	Cục biến đổi khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường [18]	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 [16] để biết danh sách theo quốc gia và xem Tài liệu tham khảo [17] để biết danh sách theo khu vực.

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

Bảng C.3 - EFC cho chất làm mát

Chất làm mát	CO ₂ e	Đơn vị
R 134a	1 430	kg CO ₂ e/kg chất làm mát
R 22	1 810	kg CO ₂ e/kg chất làm mát
R 407C	1 774	kg CO ₂ e/kg chất làm mát
R 290	3	kg CO ₂ e/kg chất làm mát
R 718	-	kg CO ₂ e/kg chất làm mát
R 717	-	kg CO ₂ e/kg chất làm mát
R 410A	2 088	kg CO ₂ e/kg chất làm mát

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)	CO ₂ e
Carbon dioxide (CO ₂)	1
Methane (CH ₄)	25
Nitơ oxit (N ₂ O)	298
Hydrofluorocarbon (HFCs)	12 đến 12 000
Perfluorocarbon (PFCs)	5 700 đến 11 900
Lưu huỳnh hexafluoride (SF ₆)	22 200
Nitơ trifluoride (NF ₃)	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] TCVN 7589 (tất cả các phần), Thiết bị đo điện (xoay chiều)
- [2] ISO/IEC 22237-1, Information technology - Data centre facilities and infrastructures - Part 1: General concepts
- [3] TCVN 14285-2:2024 (ISO/IEC 30134:2016), Công nghệ thông tin – Các chỉ số hiệu quả chính của Trung tâm dữ liệu - Phần 2: Hiệu suất sử dụng năng lượng (PUE)
- [4] ISO/IEC 30134-3, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 3: Renewable energy factor (REF)
- [5] ISO/IEC 30134-4, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 4: IT Equipment Energy Efficiency for servers (ITEEsv)
- [6] ISO/IEC 30134-5, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 5: IT Equipment Utilization for servers (ITEUsv)
- [7] TCVN ISO 14067:2020 (ISO 14067:2018), Khí nhà kính - Dấu vết cacbon của sản phẩm - Yêu cầu và hướng dẫn định lượng
- [8] ISO/TS 14067:2013, Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication
- [9] EN 378-1:2021, Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria
- [10] The Green Grid WP #32 2010, Carbon Usage Effectiveness (CUE): A Green Grid Data Center Sustainability Metric
- [11] ASHRAE Real-Time Energy Consumption Measurements in data centres. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [12] ENERGY STAR data centre Energy Efficiency Initiatives, http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.server_efficiency#rating_dcdp. 2010
- [13] KYOTO PROTOCOL TO THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, UNITED NATIONS 1998
- [14] Doha amendment to the Kyoto Protocol, Article 1: Amendment, Section B. Annex A to the Kyoto Protocol 08.12.2012
- [15] Intergovernmental Panel on Climate IPCC2007), , IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007
- [16] Climate Transparency for the Group of Twenty (G20) countries, <https://www.climate-transparency.org/>. 2020

- [17] U.S. Energy Information Administration, U.S. Energy-Related Carbon Dioxide Emissions 2019, https://www.eia.gov/environment/emissions/carbon/pdf/2019_co2analysis.pdf
- [18] Công văn số 327/BĐKH-PTCBT ngày 19 tháng 3 năm 2024 của Cục biến đổi khí hậu, 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
-