

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 14285-2:2024

ISO/IEC 30134-2:2016

Xuất bản lần 1

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

CÁC CHỈ SỐ HIỆU QUẢ CHÍNH CỦA TRUNG TÂM DỮ LIỆU

PHẦN 2: HIỆU SUẤT SỬ DỤNG ĐIỆN (PUE)

Information technology - Data centres - Key performance indicators

Part 2: Power usage effectiveness (PUE)

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	7
4 Phạm vi áp dụng tại trung tâm dữ liệu	7
5 Xác định PUE	8
6 Phép đo PUE	9
6.1 Phép đo tiêu thụ năng lượng	9
6.2 Các loại PUE	10
7 Báo cáo PUE	11
7.1 Yêu cầu	11
7.2 Khuyến nghị	12
Phụ lục A (Quy định) Các phép đo năng lượng	14
Phụ lục B (Quy định) Tính toán PUE sử dụng các nguồn cung cấp năng lượng khác nhau	16
Phụ lục C (Quy định) Các dẫn xuất của PUE	22
Phụ lục D (Tham khảo) Giải thích về PUE và các dẫn xuất	31
Thư mục tài liệu tham khảo	33

Lời nói đầu

TCVN 14285-2:2024 hoàn toàn tương đương với ISO/IEC 30134-2:2016.

TCVN 14285-2:2024 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 (ITEEsv);
- ISO/IEC 30134-5:2017, Phần 5: Sử dụng thiết bị CNTT cho máy chủ (ITEUsv);
- 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 2: Hiệu suất sử dụng điện (PUE)

Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 2: Power usage effectiveness (PUE)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định hiệu suất sử dụng điện (PUE) là một chỉ số hiệu quả chính (KPI) nhằm định lượng tính hiệu quả việc sử dụng năng lượng dưới dạng điện của một trung tâm dữ liệu (DC).

Tiêu chuẩn này:

- a) định nghĩa PUE của một DC;
- b) giới thiệu các loại phép đo PUE;
- 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 DC;
- d) định nghĩa việc đo lường, tính toán và báo cáo thông số;
- e) cung cấp thông tin về việc diễn giải chính xác PUE.

Các dẫn xuất của PUE được mô tả trong Phụ lục D.

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).

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

tiêu thụ năng lượng của thiết bị công nghệ thông tin (IT) (information technology (IT) equipment

energy consumption)

năng lượng tiêu thụ, đo bằng kilowatt giờ (kWh), do các thiết bị được sử dụng để lưu trữ, xử lý và truyền dữ liệu trong phòng máy tính, phòng viễn thông và phòng điều khiển.

CHÚ THÍCH 1: Ví dụ là máy chủ, thiết bị lưu trữ và thiết bị viễn thông.

3.1.2

bộ phân phối điện (power distribution unit)

PDU

thiết bị phân bổ hoặc phân chia điện năng cho các thiết bị tiêu thụ năng lượng khác.

3.1.3

hiệu suất sử dụng điện (power usage effectiveness)

PUE

tỷ lệ giữa tổng mức tiêu thụ năng lượng của trung tâm dữ liệu so với mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị công nghệ thông tin, được tính toán, được đo hoặc được đánh giá trong cùng một khoảng thời gian.

CHÚ THÍCH 1: Trong một số trường hợp, giá trị tỷ lệ nghịch của PUE là hiệu suất cơ sở hạ tầng DC (DCiE) được sử dụng.

3.1.4

hiệu suất sử dụng điện một phần (partial power usage effectiveness)

pPUE

dẫn xuất của PUE, là tỷ lệ giữa tổng mức tiêu thụ năng lượng trong một ranh giới xác định và mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị công nghệ thông tin.

3.1.5

hiệu suất sử dụng điện được thiết kế (designed power usage effectiveness)

dPUE

dẫn xuất của PUE, là một PUE dự kiến được xác định dựa trên các mục tiêu thiết kế của trung tâm dữ liệu.

3.1.6

hiệu suất sử dụng điện tạm thời (interim power usage effectiveness)

iPUE

dẫn xuất của PUE, đo trong một khoảng thời gian cụ thể nhỏ hơn một năm.

3.1.7

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

tổng mức tiêu thụ năng lượng cho tất cả các loại năng lượng phục vụ trung tâm dữ liệu, đo bằng kWh tại ranh giới của nó.

CHÚ THÍCH 1: Năng lượng được đo bằng các thiết bị đo năng lượng tại ranh giới của DC hoặc tại các điểm tạo thành trong ranh giới này.

CHÚ THÍCH 2: Bao gồm điện, khí tự nhiên và các tiện ích khu vực như nước làm mát hoặc nước ngưng tụ được cung cấp.

3.2 Chữ viết tắt

CRAC	computer room air conditioner units	Bộ điều hòa không khí phòng máy tính
CRAH	computer room air handler units	Bộ xử lý không khí phòng máy tính
dPUE	designed power usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng điện được thiết kế
DX	direct expansion	Mở rộng trực tiếp
iPUE	interim power usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng điện tạm thời
HVAC	Heating, ventilation, and air conditioning	Hệ thống sưởi ấm, thông gió và điều hòa không khí
IT	information technology	Công nghệ thông tin
PDU	power distribution unit	Bộ phân phối điện
pPUE	partial power usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng điện một phần
r.m.s	root mean square	Giá trị trung bình bình phương
ROI	return on investment	Lợi tức đầu tư
UPS	uninterruptible power supply	Hệ thống cấp điện không gián đoạn

3.3 Ký hiệu

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

E_{DC}	Tổng mức tiêu thụ năng lượng của DC (hàng năm) tính bằng kWh
E_{IT}	Mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT (hàng năm) tính bằng kWh

4 Phạm vi áp dụng tại trung tâm dữ liệu

PUE theo quy định trong tiêu chuẩn này:

- chỉ liên quan đến cơ sở hạ tầng của DC trong ranh giới của nó,
- mô tả hiệu quả năng lượng của cơ sở hạ tầng liên quan đến các thiết bị có các điều kiện môi trường, các đặc tính tải thiết bị IT, các yêu cầu sẵn sàng, bảo trì và yêu cầu bảo mật nhất định, và
- minh họa việc phân bổ năng lượng của DC.

TCVN 14285-2:2024

Trong các trường hợp thích hợp, PUE cung cấp hướng dẫn và thông tin hữu ích cho việc thiết kế hiệu suất kiến trúc điện và làm mát, việc triển khai thiết bị trong các kiến trúc đó và khai thác thiết bị đó.

PUE cung cấp phương tiện để xác định:

- các cơ hội cải thiện hiệu quả hoạt động của DC,
- cải thiện thiết kế và quy trình của DC theo thời gian, và
- mục tiêu thiết kế cho DC mới trên toàn bộ phạm vi tải thiết bị IT dự kiến.

PUE không tính đến:

- hiệu quả năng lượng của tải thiết bị IT, mức sử dụng hoặc năng suất của nó,
- hiệu quả của việc phát sinh điện tại chỗ,
- hiệu quả của các tài nguyên khác như nhân lực, không gian hoặc nước, và
- việc sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo hoặc tính đến việc tái sử dụng các sản phẩm phụ thải (chẳng hạn như nhiệt).

PUE không phải là một:

- chỉ số đo hiệu suất của DC, và
- chỉ số đo hiệu quả của các tài nguyên toàn diện, độc lập.

Các dẫn xuất của PUE hữu ích trong một số trường hợp nhất định được mô tả trong Phụ lục C. Không nên sử dụng PUE để so sánh các DC khác nhau.

5 Xác định PUE

PUE được xác định bằng công thức (1):

$$PUE = \frac{E_{DC}}{E_{IT}} \quad (1)$$

trong đó:

- E_{DC} là tổng mức tiêu thụ năng lượng của DC (hàng năm), tính bằng kWh;
- E_{IT} là mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT (hàng năm), tính bằng kWh.

Theo định nghĩa, PUE được tính toán luôn lớn hơn 1.

Trong trường hợp nguồn năng lượng chỉ được lấy từ điện lưới, thì E_{DC} được xác định bằng vị trí của công tơ điện. PUE có thể được áp dụng trong các tòa nhà sử dụng hỗn hợp, cho phép phân biệt giữa năng lượng sử dụng cho DC và năng lượng sử dụng cho các chức năng khác. Ngoài ra, pPUE có thể được áp dụng (xem Phụ lục C).

E_{IT} bao gồm, nhưng không ranh giới tại:

- thiết bị IT (ví dụ: thiết bị lưu trữ, xử lý và truyền tải dữ liệu), và

- thiết bị bổ sung (ví dụ: bộ chuyển mạch bàn phím/video/chuột (KVM), màn hình và máy trạm/máy tính xách tay được sử dụng để giám sát, quản lý và/hoặc điều khiển DC).

E_{DC} bao gồm E_{IT} cộng với tất cả năng lượng được tiêu thụ để hỗ trợ các hạ tầng sau:

- thiết bị cung cấp điện [ví dụ: hệ thống UPS, thiết bị đóng ngắt, máy phát điện, bộ phân phối điện (PDU), pin, bộ phân phối tổn hao bên ngoài thiết bị IT, v.v.];
- hệ thống làm mát [ví dụ: máy làm mát, tháp giải nhiệt, bơm, bộ xử lý không khí phòng máy tính (CRAH), bộ điều hòa không khí phòng máy tính (CRAC), bộ xử lý không khí gián nở trực tiếp (DX), v.v.];
- khác (ví dụ: hệ thống chiếu sáng DC, thang máy, an ninh và hệ thống phát hiện/chống cháy).

6 Phép đo PUE

6.1 Phép đo tiêu thụ năng lượng

6.1.1 Tổng quan

Để tính toán PUE, phải đo E_{DC} và E_{IT} . Đối với DC, phép đo này thực hiện không đơn giản, do đó có thể yêu cầu cài đặt các thiết bị đo để thu thập dữ liệu.

CHÚ THÍCH: Việc đo E_{DC} và E_{IT} là đủ để tính toán PUE cho các thiết bị được xác định và cơ sở hạ tầng hỗ trợ, tuy nhiên, phải có thêm dữ liệu giám sát từ các tập hợp con lo-gíc nhằm đánh giá các lĩnh vực có khả năng cải thiện và đánh giá kết quả cải thiện PUE trên toàn bộ DC.

6.1.2 Chu kỳ và tần suất đo

Việc tính toán PUE được lập thành văn bản và đưa ra E_{DC} và E_{IT} trong cùng một khoảng thời gian là 12 tháng. Tiêu chuẩn này không quy định tần suất đo E_{DC} và E_{IT} , vì PUE được tính toán trên khung thời gian hàng năm. Tuy nhiên, tần suất đo được sử dụng sẽ xác định thời điểm tính toán PUE tiếp theo trên cơ sở hàng năm.

6.1.3 Yêu cầu về đồng hồ đo và phép đo

Việc đo E_{DC} và E_{IT} phải được thực hiện bằng:

- Đồng hồ watt có khả năng báo cáo mức sử dụng năng lượng, hoặc
- Đồng hồ đo kilowatt-giờ (kWh) báo cáo mức sử dụng năng lượng thực tế (r.m.s thực), thông qua các phép đo đồng thời điện áp, dòng điện và hệ số công suất theo thời gian.

CHÚ THÍCH: Kilovolt-ampere (kVA), tích của điện áp và dòng điện, không phải là phép đo chấp nhận được. Mặc dù tích của volt và ampere về mặt toán học cho kết quả watt, nhưng mức tiêu thụ năng lượng thực tế được xác định bằng cách tích hợp giá trị hiệu chỉnh hệ số công suất của volt và ampere. Tần suất, độ lệch pha và phản ứng tải gây ra sự khác biệt giữa tính toán năng lượng biểu kiến và tiêu thụ năng lượng thực tế. Sai số vốn có đáng kể khi cung cấp năng lượng bao gồm dòng điện xoay chiều (AC). Các phép đo Kilovolt-ampere (kVA) có thể được sử dụng cho các chức năng khác trong DC; tuy nhiên, kVA không đủ cho các phép đo hiệu quả.

6.2 Các loại PUE

6.2.1 Tổng quan

Ba loại PUE được định nghĩa như sau:

- Loại 1 (PUE_1) - cung cấp mức độ chi tiết cơ bản về dữ liệu hiệu quả năng lượng;
- Loại 2 (PUE_2) - cung cấp mức độ chi tiết trung bình về dữ liệu hiệu quả năng lượng;
- Loại 3 (PUE_3) - cung cấp mức độ chi tiết cao về dữ liệu hiệu quả năng lượng.

Các loại cao hơn:

- các phép đo chính xác hơn về sử dụng năng lượng (vì các phép đo được thực hiện gần hơn với các thiết bị tiêu thụ năng lượng), và
- phạm vi rộng hơn cho các cải thiện hiệu quả năng lượng.

Bảng 1 cung cấp tóm tắt về các vị trí đo mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT liên quan đến từng loại. Trong tất cả các trường hợp, tổng mức tiêu thụ năng lượng của DC được đo từ đầu vào dịch vụ tiện ích cung cấp năng lượng cho tất cả các thiết bị điện và cơ khí được sử dụng để cấp nguồn làm mát và điều hòa DC.

Để đánh giá PUE chính xác, điều quan trọng là phải tính đến tất cả các hệ thống hỗ trợ DC, ngoài các điều kiện môi trường, độ tin cậy, bảo mật và yêu cầu khả dụng với tất cả các phép đo PUE được lựa chọn (xem ISO/IEC 30134-1, Phụ lục A).

Bảng 1 – Các loại PUE

	PUE_1	PUE_2	PUE_3
Vị trí đo mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT	Đầu ra của UPS ^a	Đầu ra của PDU ^b	Đầu vào của thiết bị IT ^c
^a Bao gồm tác động của biến động tải thiết bị IT và làm mát. ^b Không bao gồm tác động của tổn hao liên quan đến máy biến áp PDU và đóng ngắt tĩnh. ^c Không bao gồm tác động của tổn hao liên quan đến các thành phần phân phối điện và các thiết bị không liên quan đến IT.			

6.2.2 Loại 1 (PUE_1) – Mức chi tiết cơ bản

Tải thiết bị IT được đo tại đầu ra của thiết bị UPS (hoặc tương đương) và có thể được đọc:

- từ mặt trước của UPS,
- thông qua đồng hồ đo trên đầu ra của UPS, và

- trong trường hợp có nhiều mô-đun UPS thông qua một đồng hồ đo đơn trên bus đầu ra UPS chung.

Năng lượng đầu vào được đo từ điểm vào dịch vụ tiện ích cung cấp năng lượng cho tất cả các thiết bị điện và cơ khí được sử dụng để cấp nguồn, làm mát và điều hòa DC.

Nếu không có UPS hoặc nguồn điện tương đương nhằm khắc phục sự cố mất điện hoặc bộ điều hòa thì các loại khác có thể áp dụng.

6.2.3 Loại 2 (PUE₂) - Mức chi tiết trung bình

Tải thiết bị IT được đo tại đầu ra của PDU trong DC và thường được đọc từ mặt trước của PDU hoặc thông qua đồng hồ đo trên đầu ra của PDU (có hoặc không có biến áp, điểm đo tiếp theo là sau biến áp). Đo mạch nhánh riêng lẻ cũng được chấp nhận cho loại 2.

6.2.4 Loại 3 (PUE₃) - Mức chi tiết cao

Tải thiết bị IT được đo tại các thiết bị IT trong DC. Điều này có thể đạt được bằng cách đo gián (ví dụ: dải ổ cắm) giám sát tổng hợp các hệ thống IT hoặc tại mức ổ cắm hoặc bằng chính thiết bị IT. Lưu ý rằng các tải không thuộc IT sẽ bị loại trừ khỏi các phép đo này.

6.2.5 Bố trí phép đo

Mỗi loại hình cho phép cải thiện độ chính xác trong phép đo mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT, khi các phép đo được thực hiện gần hơn với các thiết bị IT tiêu thụ năng lượng.

7 Báo cáo PUE

7.1 Yêu cầu

7.1.1 Cấu trúc chuẩn cho dữ liệu thông tin PUE

Để báo cáo PUE có ý nghĩa, tổ chức báo cáo phải cung cấp những thông tin sau:

- DC (bao gồm ranh giới của cấu trúc) được kiểm tra;
- giá trị PUE;
- loại PUE.

Loại PUE được cung cấp dưới dạng ký hiệu chỉ số dưới cho tên của số liệu, ví dụ: PUE₂ cho giá trị loại 2.

7.1.2 Ví dụ về báo cáo giá trị PUE

Sử dụng cấu trúc của 7.1.1, Bảng 2 cung cấp các ví dụ về chỉ định PUE cụ thể và cách giải thích.

Bảng 2 – Ví dụ về báo cáo PUE

Ví dụ ký hiệu PUE	Giải thích
DC X, $PUE_1(2012-12-31) = 2,25$	Năm 2012, giá trị PUE của DC X là 2,25. Đó là PUE loại 1.
DC Y, $PUE_1(2013-06-30) = 1,75$	Trong giai đoạn từ 01/07/2012 đến 30/06/2013, giá trị PUE của DC Y là 1,75. Đó là PUE loại 1.
DC Z, $PUE_2(2013-12-31) = 1,50$	Năm 2013, giá trị PUE của DC Z là 1,50. Đó là PUE loại 2.

7.1.3 Dữ liệu báo cáo công bố PUE

7.1.3.1 Thông tin bắt buộc

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

- thông tin liên hệ (tên tổ chức hoặc thông tin liên hệ nên được thể hiện trong các yêu cầu công bố);
- thông tin vị trí DC (địa chỉ, tỉnh/ thành phố hoặc khu vực);
- kết quả đo: PUE với ký hiệu phù hợp bao gồm chỉ định loại.

7.1.3.2 Bảng chứng hỗ trợ bắt buộc (khi các cơ quan chức năng yêu cầu)

Thông tin tối thiểu về DC phải bao gồm các mục sau đây:

- tên tổ chức, thông tin liên hệ và mô tả môi trường khu vực;
- kết quả đo: PUE với ký hiệu phù hợp;
- E_{DC} và E_{IT} ;
- ngày bắt đầu và ngày hoàn thành đo đánh giá;
- mức độ chính xác (bộ tiêu chuẩn TCVN 7589 hoặc tương đương cung cấp tài liệu tham khảo cho phép đo điện năng),
- báo cáo về diện tích phòng máy tính, phòng viễn thông và phòng điều khiển, và
- điều kiện môi trường bên ngoài bao gồm nhiệt độ, độ ẩm và độ cao tối thiểu, tối đa và trung bình.

7.2 Khuyến nghị

7.2.1 Sử dụng loại PUE

Loại PUE phải phù hợp với giá trị PUE dự kiến.

- $PUE > 1,50$: Loại 1 đến loại 3

- $1,50 \geq PUE > 1,20$: Loại 2 hoặc loại 3
- $PUE \leq 1,20$: Loại 3.

7.2.2 Theo dõi xu hướng dữ liệu

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

- diện tích DC (m^2);
- tổng công suất thiết kế của DC (ví dụ: 10,2 MW);
- tên của người kiểm toán và phương pháp kiểm toán được sử dụng (nếu có);
- thông tin liên hệ của DC;
- điều kiện môi trường của DC;
- mục đích hoạt động của DC;
- tỷ lệ nguyên mẫu của DC (ví dụ: 20 % lưu trữ web, 80 % email);
- ngày đưa DC vào khai thác;
- số lượng máy chủ, bộ định tuyến và thiết bị lưu trữ;
- sử dụng CPU trung bình và cao điểm của máy chủ;
- tỷ lệ máy chủ ảo hóa;
- tuổi trung bình của thiết bị IT theo loại;
- tuổi trung bình của thiết bị cơ sở hạ tầng theo loại (bộ phân phối điện và làm mát);
- mục tiêu sẵn có của DC (xem ISO/IEC 30134-1, Phụ lục A);
- 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.

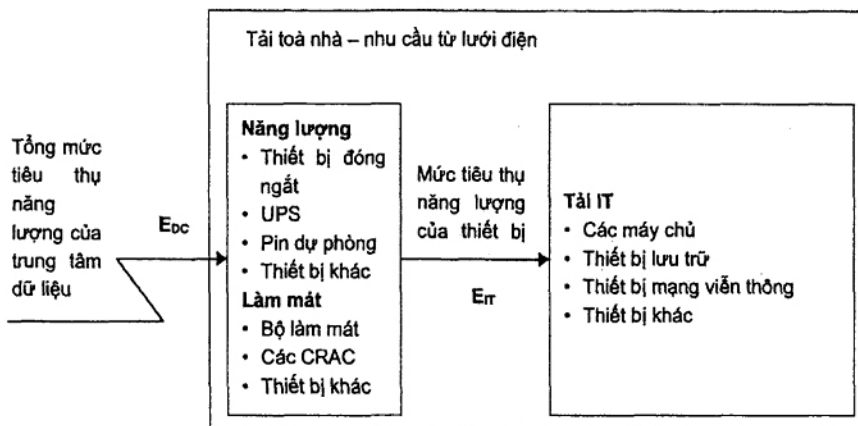
Phụ lục A

(Quy định)

Các phép đo năng lượng

A.1 Đo năng lượng và tính toán hiệu suất sử dụng điện

Trong Hình A.1 thể hiện tổng mức tiêu thụ năng lượng của DC được đo tại hoặc gần công tơ điện của DC nhằm phản ánh chính xác năng lượng đi vào DC (xem Phụ lục B: cho các nguồn năng lượng khác) để đảm bảo phép đo đại diện cho tổng năng lượng tiêu thụ trong DC.

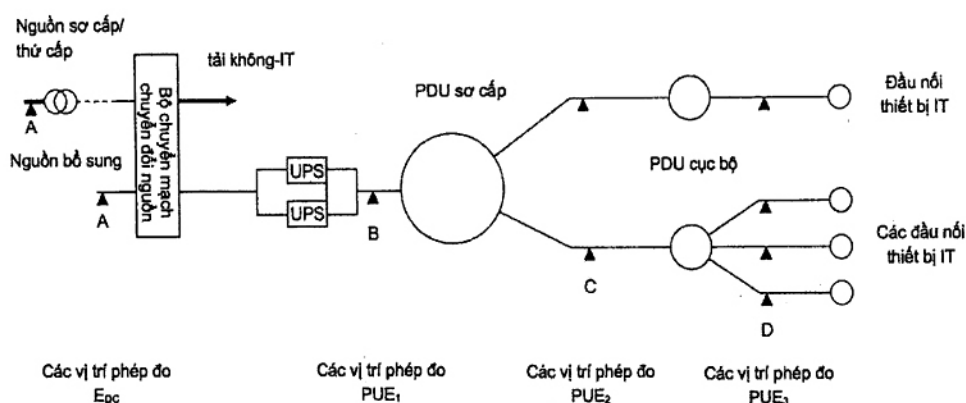


Hình A.1 - Sơ đồ tính toán PUE từ các phép đo

Chỉ đo phần tiêu thụ điện năng của DC trên đồng hồ đo điện chung của cơ sở hạ tầng có liên quan đến DC, bao gồm tính bất kỳ nguồn năng lượng nào không được tiêu thụ trong DC sẽ dẫn đến kết quả tính PUE không phù hợp. Ví dụ: nếu DC nằm trong một tòa nhà văn phòng, tổng năng lượng lấy từ điện lưới sẽ là tổng mức tiêu thụ năng lượng của toàn bộ cơ sở hạ tầng cho DC và tổng năng lượng tiêu thụ bởi các văn phòng ngoài DC trong tòa nhà. Trong trường hợp này, người quản trị DC phải đo và trừ đi lượng năng lượng đang được tiêu thụ bởi các văn phòng ngoài DC để tính toán PUE chính xác.

A.2 Các địa điểm đo

Hình A.2 hiển thị các điểm đo để hỗ trợ xác định E_{DC} . E_{DC} được đo sau nguồn cung cấp tiện ích tại điểm đo tiện ích (tức là điểm A). Phép đo này thống nhất trên tất cả các danh mục. Các điểm đo bổ sung được hiển thị trong Hình A.2: liên quan đến ba loại PUE. Các điểm đo cho phép xác định PUE loại 1 (PUE_1), PUE loại 2 (PUE_2) và PUE loại 3 (PUE_3) lần lượt được hiển thị bởi B, C và D.



Hình A.2 - Các điểm giám sát và đo

Việc giám sát mức tiêu thụ năng lượng liên quan đến nhiều khía cạnh có thể khiến việc này trở nên không dễ dàng và trực tiếp đối với người khai thác DC. Chi phí lắp đặt các thiết bị đo tại mọi điểm trên đường dẫn điện quan trọng có thể khá cao. Việc thu thập, xử lý và giải thích tất cả dữ liệu cũng có thể phức tạp.

Mỗi thiết bị đo mức tiêu thụ năng lượng đều có sai số nhất định và có thể ảnh hưởng đến kết quả.

Để có phương pháp giám sát thực tế và có thể đạt được, người khai thác DC phải xác định vị trí thuận lợi nhất để đo, có tính đến các cải thiện liên quan đến độ chính xác của PUE.

A.3 Tần suất đánh giá

Tăng tần suất tối thiểu của chu kỳ đánh giá sẽ cung cấp tập dữ liệu lớn hơn và chính xác hơn để phân tích.

Để hiểu đầy đủ và quản lý hiệu quả năng lượng của DC, nên sử dụng giám sát liên tục theo thời gian thực để có thể thực hiện phân tích xu hướng lịch sử và phân tích thống kê nhằm xác định những nơi có thể đạt được hiệu quả. Cách tiếp cận này cũng cho phép phát hiện sớm các biến thể bất ngờ có thể cho biết các vấn đề của hệ thống.

Trong trường hợp giám sát liên tục theo thời gian thực không thực tế hoặc không hợp lý về mặt kinh tế, thì phải áp dụng một số hình thức quy trình lặp lại, được xác định để lập thành văn bản các phép đo cho phép tính toán PUE thường xuyên nhất có thể cho mục đích so sánh nội bộ. Nếu sử dụng hệ thống tự động, tần suất đánh giá tối thiểu phải hàng ngày.

Trong tất cả các trường hợp, phương pháp đo phải phù hợp với các loại và vị trí được xác định trong 6.2.

Phụ lục B

(Quy định)

Tính toán PUE sử dụng các nguồn cung cấp năng lượng khác nhau

B.1 Sử dụng các nguồn năng lượng khác nhau

E_{DC} bao gồm tất cả năng lượng được tiêu thụ để khai thác DC. Năng lượng này không chỉ bao gồm điện lưới mà còn bao gồm cả điện do cơ sở sản xuất tại chỗ và các dạng năng lượng không phải điện như nước làm mát mua từ khu vực. Các phép đo năng lượng cho PUE được tính theo kWh. Để các tính toán PUE cho một DC sử dụng sản xuất điện tại chỗ, điện được sản xuất phải được tính đến và được đo bằng đồng hồ đo kWh.

Đối với DC sử dụng năng lượng không phải điện, chẳng hạn như nước làm mát theo khu vực, hệ số chuyển đổi năng lượng cho phép chủ sở hữu/khai thác DC bao gồm năng lượng của nước lạnh.

Các hệ số chuyển đổi năng lượng phụ thuộc vào khu vực do lượng nhiên liệu cần thiết để sản xuất một đơn vị nước làm mát phụ thuộc vào phương pháp chính để tạo ra nước làm mát trong khu vực đó. Một số quốc gia đã công bố các giá trị cho các hệ số chuyển đổi này. Nếu không có sẵn hệ số chuyển đổi năng lượng theo khu vực, thì các hệ số chuyển đổi năng lượng chuẩn trong Bảng B.1 sẽ được sử dụng. Các hệ số đại diện cho giá trị trung bình của các hệ số theo các khu vực khác nhau trên thế giới. Nước được làm mát theo cách tự nhiên từ đất và không khí không được tính đến.

Bảng B.1 - Hệ số chuyển đổi năng lượng tiêu chuẩn

Loại năng lượng	Hệ số chuyển đổi năng lượng tiêu chuẩn
Nước làm mát theo khu vực	0,4
Nước làm nóng theo khu vực	0,4
Hơi nước theo khu vực	0,4
Nhiên liệu (cho hệ thống làm mát hấp thụ)	0,35

Công thức (B.1) thể hiện một ví dụ về cách tính PUE của một DC mua điện và nước làm mát từ hệ thống làm mát tập trung:

$$PUE = \frac{E_{DC}}{E_{IT}} = \frac{E_{\text{electrical}} \times 1,0 + E_{\text{chilled water}} \times 0,4}{E_{IT}} \quad (B.1)$$

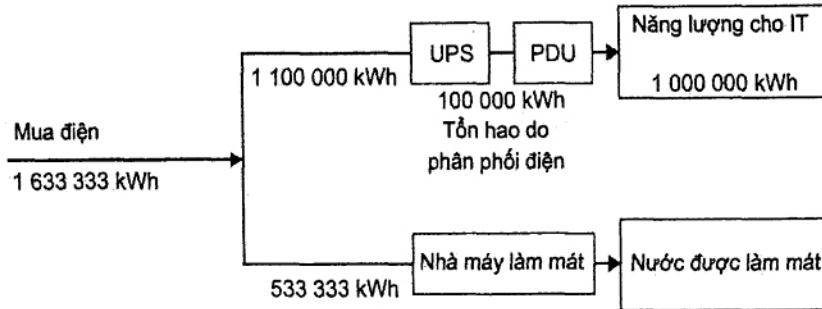
trong đó:

$E_{\text{electrical}}$ là năng lượng điện được tiêu thụ;

$E_{\text{chilled water}}$ là năng lượng nước làm mát theo khu vực được tiêu thụ.

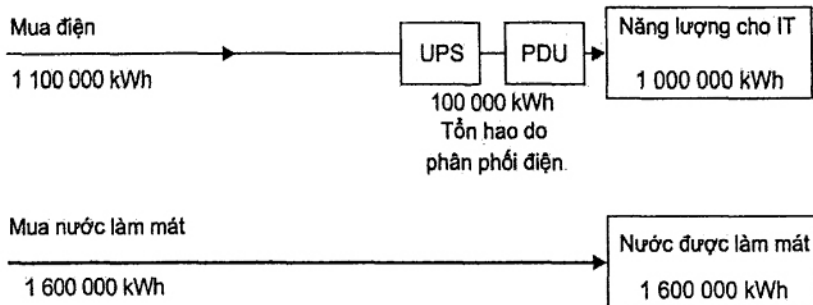
B.2 Ví dụ tính toán PUE với các nguồn năng lượng khác nhau

Hình B.1 đến B.4 thể hiện các ví dụ về tính toán PUE với các nguồn cung cấp năng lượng khác nhau.



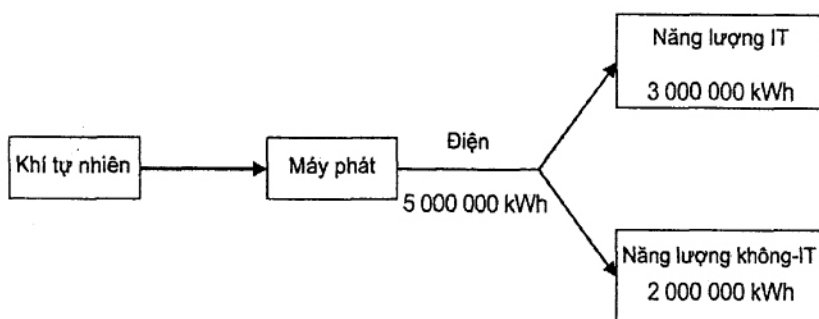
$$\begin{aligned}
 PUE &= E_{DC} / E_{IT} \\
 &= (1\,633\,333) / (1\,000\,000) \\
 &= 1,63
 \end{aligned}$$

Hình B.1 - Ví dụ cho trung tâm dữ liệu mua toàn bộ điện



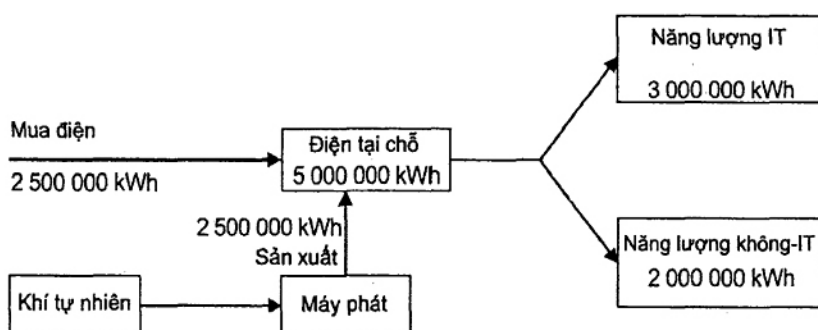
$$\begin{aligned}
 PUE &= E_{DC} / E_{IT} \\
 &= (1\,100\,000 \times 1 + 1\,600\,000 \times 0,4) / (1\,000\,000) \\
 &= 1,74
 \end{aligned}$$

Hình B.2 - Ví dụ cho trung tâm dữ liệu mua điện và nước làm mát



$$\begin{aligned}
 PUE &= E_{DC} / E_{IT} \\
 &= (5\,000\,000) / (3\,000\,000) \\
 &= 1,67
 \end{aligned}$$

Hình B.3 - Ví dụ cho trung tâm dữ liệu mua khí tự nhiên

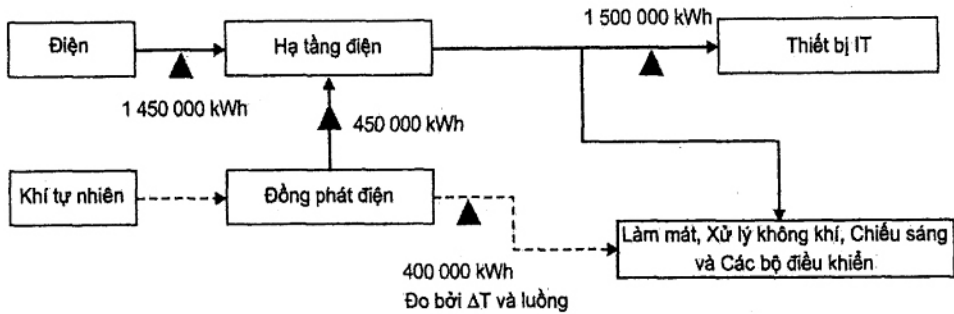


$$\begin{aligned}
 PUE &= E_{DC} / E_{IT} \\
 &= (2\,500\,000 + 5\,000\,000) / (3\,000\,000) = 1,67
 \end{aligned}$$

Hình B.4 - Ví dụ cho trung tâm dữ liệu mua điện và khí tự nhiên

B.3 Ví dụ tính toán PUE với đồng phát nhiệt điện sử dụng điện và khí tự nhiên

Hình B.5 và B.6 thể hiện các ví dụ về tính toán PUE với sản xuất điện – nhiệt liên hợp sử dụng điện và khí tự nhiên.



$$PUE = E_{DC} / E_{IT}$$

$$= (1\,450\,000 + 450\,000 + 400\,000 \times 0,4) / (1\,500\,000) = 1,37$$

Chú dẫn

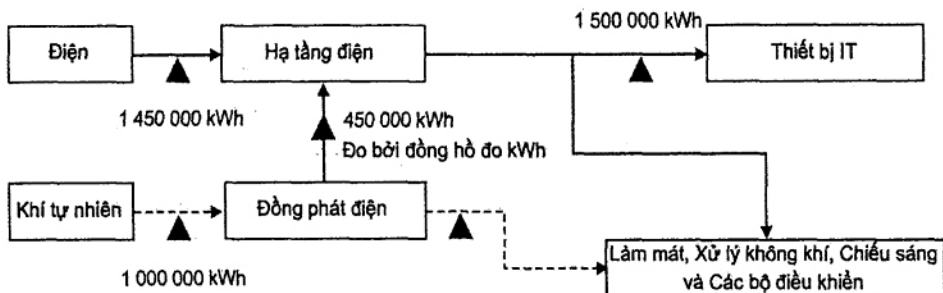
→ điện

---> nhiệt hoặc nước làm mát

▲ điểm đo

Hình B.5 - Phương pháp 1: Đo bằng lưu lượng nước làm mát

Nếu không thể đo được mức tiêu thụ năng lượng của máy làm mát, năng lượng nhiệt của nước làm mát có thể được nhân với 0,4. Lưu ý rằng, trong trường hợp này, hiệu suất của máy làm mát không được tính đến khi tính toán PUE. Do hiệu suất của máy làm mát được coi là giống như nước lạnh theo khu vực, nên giá trị PUE thực tế có thể tăng hoặc giảm.



$$PUE = E_{DC} / E_{IT}$$

$$= (1\,450\,000 + 450\,000 + 0,35 \times 1\,000\,000 \times 0,47) / (1\,500\,000) = 1,38$$

Chú dẫn

→ điện

---> nhiệt hoặc nước làm mát

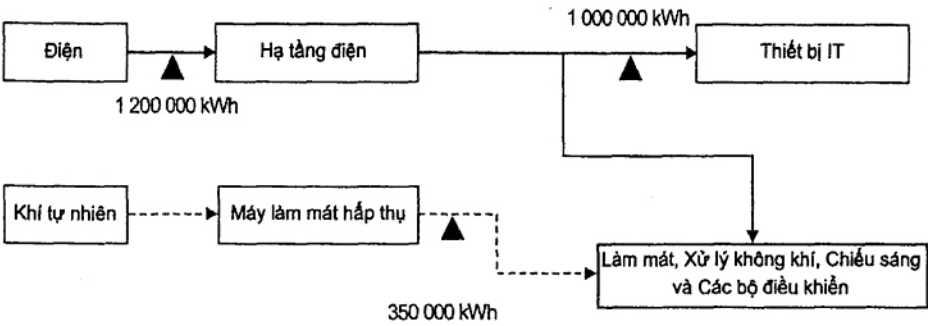
▲ điểm đo

Hình B.6 - Phương pháp 2: Tính toán từ năng lượng cần thiết để sản xuất nước làm mát

Trong ví dụ về phương pháp 2, tỷ lệ năng lượng đầu vào cho nước làm mát và điện nên được đo cho hệ thống đồng phát điện này, dựa trên phương pháp đánh giá chuẩn được định nghĩa trong ISO 26382. Tỷ lệ năng lượng đầu vào được giả định là 47 % cho nước làm mát và 53 % cho điện.

B.4 Ví dụ tính toán PUE với máy lạnh hấp thụ

Các Hình B.7 và B.8 cho thấy các ví dụ về tính toán PUE với máy làm mát kiểu hấp thụ.



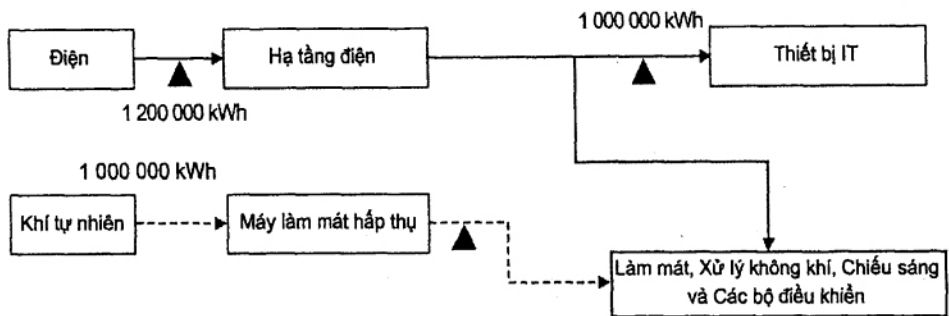
$$PUE = E_{DC} / E_{IT}$$
$$= (1\,200\,000 + 350\,000 \times 0,4) / (1\,000\,000) = 1,34$$

Chú dẫn

- điện
- > nhiệt hoặc nước làm mát
- ▲ điểm đo

Hình B.7 - Phương pháp 1: Đo bằng luồng nước làm mát

Nếu không thể đo được mức tiêu thụ năng lượng của máy làm mát, thì nhiệt lượng của nước làm mát có thể được nhân với 0,4. Lưu ý rằng, trong trường hợp này, hiệu suất của máy làm mát không được tính đến khi tính toán PUE. Do hiệu suất của máy làm mát được coi là giống như nước làm mát theo khu vực, nên giá trị PUE thực tế có thể tăng hoặc giảm.



$$PUE = E_{DC} / E_{IT}$$

$$= (1\,200\,000 + 0,35 \times 1\,000\,000) / (1\,000\,000) = 1,34$$

Chú dẫn

→ điện

---> nhiệt hoặc nước làm mát

▲ điểm đo

Hình B.8 - Phương pháp 2: Đo bằng khí đầu vào

Phụ lục C

(Quy định)

Các dẫn xuất của PUE

C.1 Tổng quan

C.1.1 Mục đích của các dẫn xuất PUE

Các dẫn xuất PUE hữu ích để hỗ trợ quy trình quản lý năng lượng hiệu suất. Mỗi dẫn xuất phải kèm theo thông tin mô tả tình huống cụ thể.

C.1.2 Sử dụng các dẫn xuất PUE

Các dẫn xuất PUE sẽ được chỉ định và ghi nhận là một trong các dạng sau: pPUE, iPUE và dPUE.

a) PUE một phần (pPUE) mô tả hiệu suất sử dụng điện của một phân hệ cơ sở hạ tầng của DC. pPUE phải bao gồm, nhưng không giới hạn tại, các dữ liệu hỗ trợ sau:

- các ranh giới của DC bao gồm mức độ phục hồi;
- danh sách rõ ràng về các tài nguyên được chia sẻ;
- phương pháp đánh giá được sử dụng để xác định lượng tài nguyên được chia sẻ;
- tất cả các bằng chứng hỗ trợ PUE khác.

b) PUE tạm thời (iPUE) mô tả PUE được đo trong khoảng thời gian nhỏ hơn một năm (xem C.2). iPUE phải bao gồm, nhưng không giới hạn tại, các dữ liệu hỗ trợ sau:

- các ranh giới của DC bao gồm mức độ phục hồi;
- khoảng thời gian được đánh giá;
- tất cả các bằng chứng hỗ trợ PUE khác tồn tại trong các khoảng thời gian được xác định.

iPUE có thể được sử dụng để xác nhận các tham số dPUE.

c) PUE được thiết kế (dPUE) mô tả PUE được dự đoán cho một DC trước khi khai thác hoặc thay đổi quy trình khai thác cụ thể (xem C.4). dPUE phải bao gồm, nhưng không giới hạn tại, các dữ liệu hỗ trợ sau:

- các ranh giới của DC bao gồm mức độ phục hồi;
- lịch trình iPUE và PUE dựa trên tải thiết bị IT theo mục tiêu và điều kiện môi trường;
- tất cả các bằng chứng hỗ trợ PUE khác có sẵn trước khi khai thác, bao gồm ngày đưa vào khai thác theo mục tiêu.

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

- $i/d/pPUE$ (20XX-08-01:20XX-08-31) = 3,1 [tham chiếu. jii];
- [jii]: [ranh giới của DC, làm mát được chia sẻ, không gian, bảo mật vật lý];
- Tải thiết bị IT 40%; điều kiện môi trường; v.v.

C.2 iPUE

Định nghĩa về PUE nêu rõ rằng đây là một con số hàng năm và yêu cầu đo liên tục năng lượng IT và tổng năng lượng của DC trong ít nhất một năm. Báo cáo yêu cầu đi kèm với mỗi giá trị PUE theo loại của nó và giai đoạn đo.

Vì mục đích quản lý năng lượng, các khoảng thời gian nhỏ hơn một năm có thể được đo và báo cáo. Các giá trị này sẽ được chỉ định là "PUE tạm thời" (iPUE). Chúng cũng phải đi kèm với loại của nó, giai đoạn đo và các thông tin về bối cảnh và báo cáo khác phải thiết cho PUE được tính theo năm.

Bằng cách giảm thiểu khoảng đo xuống mức tối thiểu, có thể thiết lập iPUE theo thời gian thực.

C.3 pPUE

C.3.1 Tổng quan

Trong khi PUE được xác định bằng tổng năng lượng của DC, pPUE được xác định dựa trên mức sử dụng năng lượng của các hệ thống phụ riêng biệt và được chỉ định trong cơ sở hạ tầng của DC. ranh giới của các hệ thống phụ này nằm trong DC và pPUE có thể được áp dụng cho tất cả các loại DC.

pPUE được tính toán bằng cách sử dụng Công thức (C.1):

$$pPUE_{sub} = \frac{E_{sub} + E_{IT}}{E_{IT}} \quad (C.1)$$

trong đó

E_{sub} là mức tiêu thụ năng lượng (hàng năm) của hệ thống phụ, tính bằng kWh;

E_{IT} là mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT (hàng năm) tính bằng kWh.

Giống như PUE, pPUE liên quan đến việc sử dụng năng lượng của thiết bị IT và là một con số hàng năm đòi hỏi phải đo trong một năm đầy đủ. Báo cáo pPUE yêu cầu các thông tin giống như PUE, ngoài ra còn phải phân định rõ ràng hệ thống phụ hoặc khu vực đang được điều tra. Một khu vực bao gồm một tập hợp có ý nghĩa các thành phần cơ sở hạ tầng đang sử dụng năng lượng và phải kiểm tra hiệu suất sử dụng điện của các thiết bị này.

Để hữu ích trong quy trình quản lý năng lượng, các phân vùng cho các hệ thống phụ nên được xác định trong từng DC. Bộ phân phối điện (bao gồm UPS), 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. Chúng được định nghĩa bởi Công thức (C.2) đến (C.4):

$$pPUE_{power} = \frac{E_{electrical} + E_{IT}}{E_{IT}} \quad (C.2)$$

trong đó

$E_{\text{electrical}}$ là mức tiêu thụ năng lượng (hàng năm) của hệ thống điện, tính bằng kWh.

$$pPUE_{\text{HVAC}} = \frac{E_{\text{HVAC}} + E_{\text{IT}}}{E_{\text{IT}}} \quad (\text{C.3})$$

trong đó

E_{HVAC} là mức tiêu thụ năng lượng (hàng năm) của hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí, tính bằng kWh.

$$pPUE_{\text{cooling}} = \frac{E_{\text{cooling}} + E_{\text{IT}}}{E_{\text{IT}}} \quad (\text{C.3})$$

trong đó

E_{cooling} là mức tiêu thụ năng lượng (hàng năm) của hệ thống làm mát, tính bằng kWh.

Tiêu chuẩn này cho phép xác định các khu vực khác theo yêu cầu, với mục đích lấy pPUE hữu ích để phân tích và hiểu được sự đóng góp của một hệ thống phụ của DC vào tổng mức sử dụng năng lượng và cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng của hệ thống phụ đang được kiểm tra.

Khái niệm pPUE (và bất kỳ giá trị nào được báo cáo) chỉ áp dụng cho các khu vực của DC đang được nghiên cứu.

Không có ý nghĩa khi áp dụng pPUE cho một phần của tòa nhà không phải là khu vực của DC.

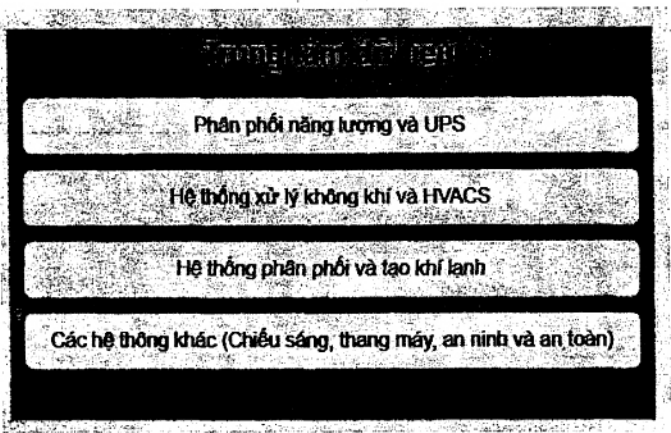
Cụ thể, không có ý nghĩa trong pPUE cho các khu vực không chứa tải thiết bị IT (các KPI khác có thể được áp dụng).

pPUE cũng có thể được sử dụng để đánh giá các khu vực cụ thể trong DC hoặc các cơ sở đặt thiết bị IT nhưng chia sẻ tài nguyên với các khu vực khác. Các khu vực khác không được điều tra có thể chứa hoặc không chứa thiết bị IT, nhưng các khu vực đó không được coi là một phần của đánh giá. Các ranh giới của khu vực đang được đánh giá được mô tả trong ISO/IEC 30134-1.

C.3.2 Vùng

Việc sử dụng thông thường pPUE là trong ranh giới của một DC. Là một bước trong quy trình quản lý năng lượng, các vùng của các hệ thống phụ cơ sở hạ tầng bên trong DC phải được xác định. Vùng này phụ thuộc vào thiết kế kỹ thuật của DC.

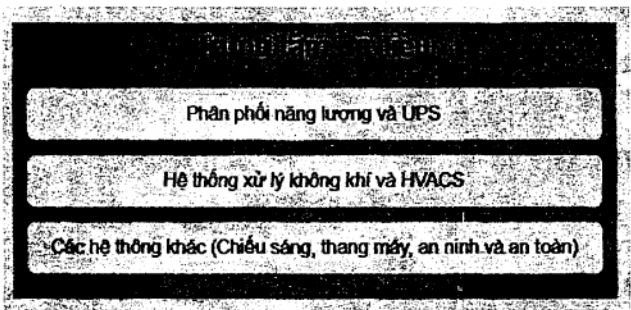
Hầu hết các DC sau khi đưa vào khai thác và đang hoạt động, vùng phân chia trong Hình C.1 được áp dụng.



Hình C.1 - Vùng cho một trung tâm dữ liệu

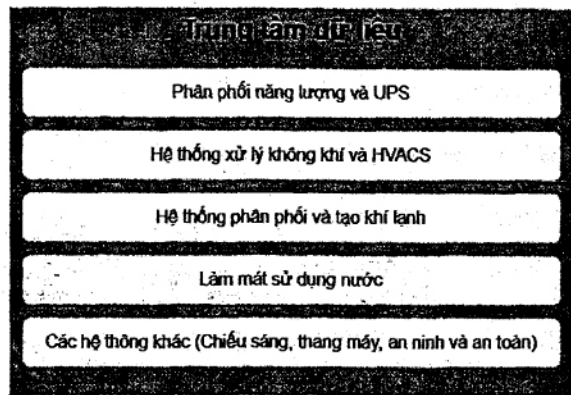
Việc có nên bao gồm vùng "khác" hay không phụ thuộc vào tầm quan trọng của việc sử dụng năng lượng của vùng đó. Nó có thể được bỏ qua trong giai đoạn đầu và được bao gồm trong giai đoạn sau của quy trình quản lý năng lượng, khi hiệu suất của các vùng chính đạt đến mức vùng "khác" trở nên liên quan.

Trong trường hợp làm mát được cung cấp bởi hệ thống DX, xử lý không khí và làm mát không thể tách rời. Do đó, việc phân vùng của Hình C.2 là cách tiếp cận tốt hơn.



Hình C.2 - Vùng cho một trung tâm dữ liệu sử dụng làm mát DX

Trong trường hợp sử dụng nước cho hệ thống làm mát bổ sung và vận chuyển và xử lý nước sử dụng một lượng năng lượng đáng kể, việc phân vùng của Hình C.3 là một cách tiếp cận tốt.



Hình C.3 - Vùng cho một trung tâm dữ liệu sử dụng nước

Tiêu chuẩn này không quy định phương pháp xác định vùng, nhưng bất kỳ vùng nào cũng phải:

- phù hợp với nhiệm vụ của quy trình quản lý năng lượng mong muốn, và
- khi thích hợp, được điều chỉnh theo tiến độ trưởng thành của quy trình quản lý năng lượng.

C.3.3 Yêu cầu đo cho pPUE

Để có được phép đo thích hợp của E_{sub} , thường phải lắp đặt đồng hồ đo tại mỗi ổ cắm của PDU chính.

Phép đo sẽ tuân theo Điều 7.

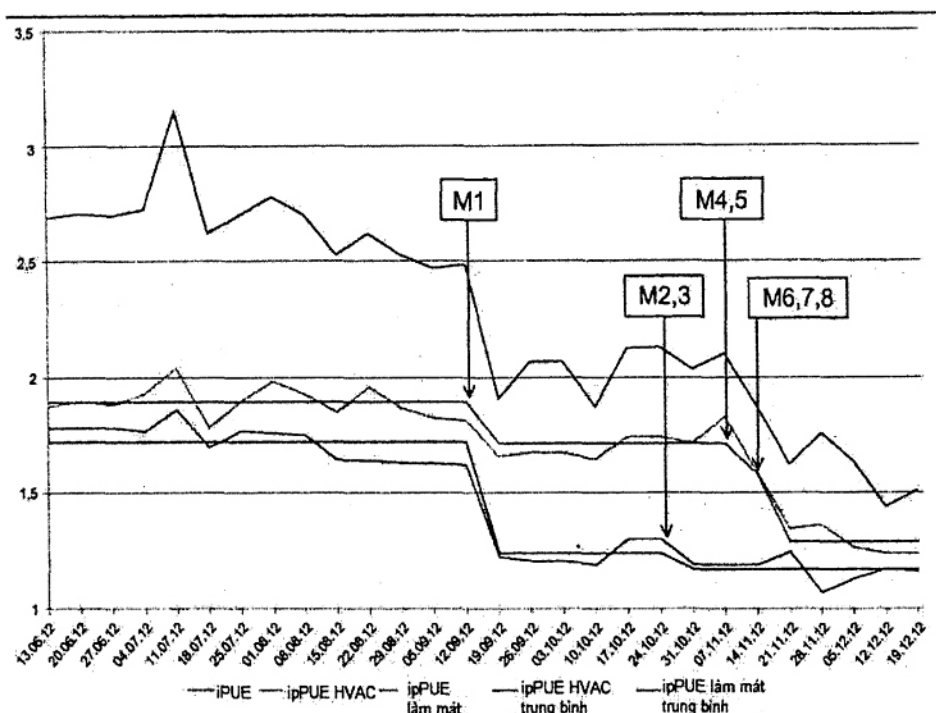
C.3.4 Báo cáo pPUE

Xem Điều 7.

C.3.5 Sử dụng pPUE trong quản lý năng lượng

Mục đích chính của việc sử dụng pPUE là phân tích và xác định các điểm tiết kiệm năng lượng tiềm năng bằng cách phát hiện các vùng và hệ thống phụ của cơ sở hạ tầng kém hiệu suất. Ngoài ra, pPUE có thể được sử dụng để xác minh hiệu suất của các biện pháp cải thiện. Ví dụ: Hình C.4: hiển thị một DC với các vùng dành cho HVAC và làm mát. Các mũi tên cho biết các thời điểm thực hiện các biện pháp để cải thiện hiệu suất của các thành phần cơ sở hạ tầng liên quan.

Hơn nữa, pPUE có thể được sử dụng để ước tính tiềm năng của một biện pháp cải thiện và tính toán trước thời hạn lợi tức đầu tư (ROI) của các chi phí liên quan đến biện pháp đó. Khi điều kiện khai thác và pPUE liên quan của chúng được biết đến, hiệu suất của một biện pháp có thể được thể hiện như là sự suy giảm của pPUE. Tiết kiệm hàng năm là kết quả của việc giảm pPUE nhân với chi phí hàng năm cho sử dụng năng lượng của thiết bị IT. ROI là khoản đầu tư phải thiết chia cho tiết kiệm hàng năm và thể hiện số năm phải thiết để thu hồi vốn đầu tư.



Hình C.4 - Ví dụ về việc sử dụng kết hợp các PUE phát sinh: pPUE

C.3.6 Sử dụng pPUE trong các tòa nhà sử dụng hỗn hợp

Đối với các DC trong các tòa nhà sử dụng hỗn hợp, việc chia sẻ các thành phần cơ sở hạ tầng có thể ngăn cản việc xác định PUE, vì không phải tất cả việc sử dụng năng lượng đều có thể dành riêng cho tòa nhà hoặc cho DC. Trong trường hợp này, vẫn có thể xác định được pPUE cho các vùng của DC có thể tách riêng.

Ví dụ, nếu cơ sở hạ tầng làm mát của một tòa nhà sử dụng hỗn hợp phục vụ cho cả không gian DC và văn phòng và đồng hồ đo được lắp đặt không thể đo riêng biệt năng lượng sử dụng cho từng không gian, thì không thể tính toán PUE. Tuy nhiên, có thể tính toán pPUE cho phân phối điện và HVAC, mặc dù lợi ích của các pPUE này mà không có kiến thức về PUE là hạn chế. Do đó, khuyến nghị thực hiện đo đếm phải thiết để phân tách các thành phần cơ sở hạ tầng chính sử dụng phần lớn năng lượng trong tòa nhà sử dụng hỗn hợp.

Trong cách tiếp cận này, các ngoại lệ được chấp nhận đối với việc tính toán pPUE trong tòa nhà sử dụng hỗn hợp là các phụ tải năng lượng phụ trợ phải thiết cho các không gian chung, chẳng hạn như:

- Văn phòng;
- Phòng thí nghiệm;
- Bốt;

TCVN 14285-2:2024

- Phòng hội nghị;
- Thang máy;
- Sảnh;
- Bếp/phòng giải lao;
- Khu vực đỗ xe;
- Nhà vệ sinh;
- Hành lang;
- Cầu thang;
- Cửa hàng tiện lợi.

C.4 PUE thiết kế (dPUE)

Hiệu suất sử dụng điện của một DC có thể được dự đoán ở giai đoạn thiết kế dựa trên:

- Kích bản tăng trưởng hoặc dự kiến sử dụng, và
- Biểu đồ thời gian tăng hoặc giảm mức tiêu thụ năng lượng.

Bảng C.1 hiển thị một ví dụ về DC dạng mô-đun và các dự đoán bằng cách sử dụng tải dự kiến dựa trên mục tiêu chiếm dụng của DC.

dẫn đến PUE được thiết kế (dPUE) cho mỗi giai đoạn và dẫn đến giá trị dPUE₃ hàng năm là 1,20.

Bảng C.1 - Ví dụ về tính toán dPUE

tháng		Thiết bị công nghệ thông tin		Làm mát/ thông gió/ tạo ẩm		Phân phối điện	UPS	Chiếu sáng	Các hỗ trợ còn lại	Tổng năng lượng sử dụng trong DC	idPU E ₃
Số	Thời gian	Tải trung bình	Năng lượng sử dụng ^a	Tải trung bình ^a	Năng lượng sử dụng	Năng lượng sử dụng	Năng lượng sử dụng	Năng lượng sử dụng	Năng lượng sử dụng		
#	Ngày	kW	kWh	kW	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
1	31	50	37 200	6	4 464	221	3 720	248	744	46 597	1,25
2	28	100	67 200	10	6 720	769	4 704	224	672	80 289	1,19
3	31	125	93 000	11	8 184	1 301	5 580	248	744	109 057	1,17
4	30	135	97 200	14	10 080	1 511	5 832	240	720	115 583	1,19
5	31	140	104 160	18	13 392	1 756	5 729	248	744	126 029	1,21
6	30	140	100 800	19	13 680	1 720	5 544	240	720	122 704	1,22
7	31	140	104 160	20	14 880	1 800	5 729	248	744	127 561	1,22
8	31	160	119 040	25	18 600	2 407	5 952	248	744	146 991	1,23
9	30	160	115200	24	17 280	2 304	5 760	240	720	141 504	1,23
10	31	160	119 040	20	14 880	2 278	5 952	248	744	143 142	1,20
11	30	160	115200	16	11 520	2 108	5 760	240	720	135 548	1,18
12	31	160	119 040	15	11 160	2 154	5 952	248	744	139 298	1,17
											dPUE
Tổng	365		1 191240		144 840	20 329	66 214	2 920	8 760	1 434 303	1,20

^a Ước tính hoặc dự kiến sử dụng.

Trong giai đoạn thiết kế dPUE thể hiện mục tiêu dựa trên hoạt động tối ưu theo định nghĩa của nhà thiết kế và phải tính đến khí hậu (nhiệt độ và độ ẩm không khí bên ngoài) do vị trí của DC quyết định.

Trong giai đoạn khai thác dPUE thể hiện giá trị PUE dự kiến dựa trên dự báo năng lực tài nguyên (chẳng hạn như TCVN 8695-1:2023 (ISO/IEC 20000-1:2018)) sử dụng mức tiêu thụ năng lượng dự kiến của cơ sở hạ tầng DC được lắp đặt và lên kế hoạch cùng với thiết bị IT. Nhu cầu biến động của các hệ thống hỗ trợ cơ sở hạ tầng trong giai đoạn dự báo được ước tính dựa trên đặc tính của các thành phần hệ thống và các biến động bên ngoài như thời tiết và tải hệ thống. Bảng C.1 cung cấp một ví dụ về dự báo năng lực như vậy trong khoảng thời gian một năm. Giai đoạn dự báo được chia thành các giai đoạn phụ nhỏ hơn, trong ví dụ này, theo tháng. Đối với mỗi giai đoạn, tác động của những thay đổi và tình huống dự kiến được ước tính và kết quả được đưa vào bảng. Các giả định cho tháng một có trong Bảng C.2.

Đối với mỗi giai đoạn phụ, các giả định trong quá trình lập kế hoạch năng lực sẽ cung cấp các giá trị, cho giai đoạn phụ đó, của E_{DC} và E_{IT} . Các giả định được đưa ra như được minh họa trong Bảng C.2 là một phần của báo cáo dPUE. Tổng giá trị của các giai đoạn phụ của E_{DC} và E_{IT} được sử dụng để tính toán dPUE được tính toán theo năm.

Nếu giai đoạn dự báo vượt quá một năm, nhiều giá trị dPUE hàng năm có thể được báo cáo.

Bảng C.2 - Ví dụ về mô tả bối cảnh

STT	Giai đoạn phụ		Thay đổi/ Biến động bên ngoài
1	Tháng một	Thiết bị IT	Khởi động tải thiết bị IT của DC là 50 kW.
		Thông gió làm mát/ tạo ẩm	DC nằm ở vĩ độ 40 N bán cầu bắc và sử dụng làm mát miễn phí.
		Lắp đặt phân phối điện	Với một tải thấp, tổn thất phân phối điện liên quan (i^2) là thấp.
		UPS	Hệ thống UPS đang hoạt động, hiệu suất khoảng 90 %.
		Chiếu sáng và các thiết bị hỗ trợ còn lại	Chỉ tiêu thụ liên tục, thay đổi theo số ngày trong tháng.

Phụ lục D

(Tham khảo)

Giải thích về PUE và các dẫn xuất

D.1 Tổng quan

Cách đặt tên PUE, hướng dẫn báo cáo công khai minh bạch và chính xác, cùng với việc cung cấp các thông tin chính yếu về kết quả báo cáo theo tiêu chuẩn này đều giúp nâng cao cả độ tin cậy và tính hữu dụng của số liệu PUE.

Phụ lục này cung cấp các hướng dẫn và điểm phải cân nhắc để giải thích đúng kết quả PUE.

Cá nhân đưa ra tuyên bố phải lưu ý đến các vấn đề sau và đảm bảo họ đang báo cáo và giải thích các số liệu hợp lệ trước khi đưa ra bất kỳ tuyên bố công khai nào.

Các DC có:

- a) Đặc điểm, khả năng và chính sách khai thác khác nhau (ví dụ: quy định và chính sách của chính phủ, khí hậu, vị trí và yêu cầu của khách hàng);
- b) Ứng dụng chính, chẳng hạn như:
 - 1. Sử dụng chính: thử nghiệm, sản xuất, quy trình nội bộ, mạng, mô hình hoặc tính toán khoa học, quản lý cơ sở dữ liệu, truyền thông, v.v.;
 - 2. Ngành kinh doanh chính được DC hỗ trợ: dịch vụ tài chính, chăm sóc sức khỏe, viễn thông, nghiên cứu và phát triển, giám sát môi trường, sản xuất công nghiệp, v.v.;
 - 3. Tính quan trọng của dịch vụ: dịch vụ khẩn cấp, cơ sở hạ tầng dân dụng, y tế và an toàn, bảo mật và các dịch vụ tương tự;
 - 4. Mục tiêu về tính khả dụng: phục hồi sau thảm họa, mất dịch vụ theo định kỳ, yêu cầu sao lưu tài nguyên, yêu cầu tài nguyên phụ trợ và các yêu cầu tương tự (xem ISO/IEC 30134-1, Phụ lục A);
- c) Khả năng thu thập và phân tích dữ liệu tiêu thụ năng lượng.

Các yếu tố này ảnh hưởng đến hiệu suất của DC và phải được xem xét khi giải thích bất kỳ giá trị PUE nào. Nếu không có thêm thông tin về kết quả được báo cáo, việc giải thích dữ liệu do các tổ chức khác nhau thu thập bằng các cách tiếp cận khác nhau trong các khung thời gian khác nhau có thể vô nghĩa hoặc gây hiểu lầm.

Do đó, PUE theo tiêu chuẩn này chủ yếu nên được sử dụng để đánh giá xu hướng trong một cơ sở riêng lẻ theo thời gian và để xác định tác động của các quyết định thiết kế và khai thác khác nhau trong một cơ sở cụ thể. Không nên so sánh trực tiếp các giá trị PUE của các DC khác nhau và được đưa ra trong D.2 và D.3

D.2 Cơ sở hạ tầng trung tâm dữ liệu so với thiết bị IT

Mỗi tải trong DC được định danh là tải thiết bị IT, tải cơ sở hạ tầng hoặc không được bao gồm trong tính toán. Nhiều DC nằm trong các tòa nhà sử dụng hỗn hợp, nơi có các văn phòng hoặc các tải trọng khác đáng kể không liên quan đến chức năng của DC. Các tòa nhà sử dụng hỗn hợp cũng có thể có các hệ thống dùng chung như tháp giải nhiệt, thiết bị đóng cắt hoặc hệ thống thông gió. Trong những trường hợp này, báo cáo PUE sẽ mô tả rõ ràng cách các tải trọng được đưa vào tính toán. Vì mục đích cải thiện một DC cụ thể, điều quan trọng không phải là phân bổ chính xác các tải dùng chung vào tính toán PUE, mà là các tính toán được thực hiện theo cách thống nhất.

Giảm PUE cho thấy giảm chi phí năng lượng phải thiết để chứa thiết bị IT của nó. Tuy nhiên, PUE không cung cấp bất kỳ hướng dẫn hoặc cách hiểu nào về hoạt động hoặc năng suất của thiết bị IT. Có khả năng những thay đổi trong việc triển khai hoặc khai thác thiết bị IT sẽ ảnh hưởng đến kết quả PUE.

Ví dụ:

- các tổ chức triển khai ảo hóa trong DC của họ có thể giảm tổng tải thiết bị IT nhưng lại làm tăng PUE. Trong những trường hợp này, chi phí cố định cho phân phối điện và làm mát không thay đổi, nhưng việc giảm tải thiết bị IT mang lại kết quả PUE dường như kém hơn. Người dùng PUE nên lập thành văn bản và xem xét các yếu tố góp phần làm tăng PUE như là những cơ hội cải tiến hơn nữa.
- các DC cũ hơn có thể chứa các máy chủ cũ hơn mà không có công nghệ tiết kiệm năng lượng. Để so sánh, các DC gần đây hơn có thể chứa các máy chủ "tỷ lệ năng lượng" với mức độ dài động rộng, trong đó mức tiêu thụ năng lượng dao động đáng kể dựa trên tải thiết bị IT. Trong trường hợp đó, các DC cũ hơn có thể cho thấy kết quả PUE tốt hơn.

Những thay đổi trong PUE có ý nghĩa khi chúng được coi là phản ứng của DC đối với những thay đổi trong thiết bị cơ sở hạ tầng hoặc hoạt động của cơ sở hạ tầng. Các nghiên cứu điều tra tác động đến PUE của những thay đổi trong thiết bị hoặc hoạt động cơ sở hạ tầng phải đảm bảo rằng bất kỳ thay đổi nào xảy ra đối với tải thiết bị IT trong khoảng thời gian nghiên cứu được tính toán chính xác.

D.3 So sánh kết quả PUE giữa các trung tâm dữ liệu

Như được nhấn mạnh trong D.1: các giá trị PUE của các DC khác nhau không nên được so sánh trực tiếp.

Tuy nhiên, các DC có điều kiện tương tự có thể học hỏi từ các thay đổi được thực hiện đối với một DC khác, nhưng phải có hướng dẫn đo, hướng dẫn báo cáo và các thuộc tính dữ liệu bổ sung được thu thập. Để cho phép so sánh công bằng các kết quả PUE giữa các DC, các thuộc tính như tuổi, vị trí địa lý, tải trọng công suất, khả năng phục hồi, tính sẵn sàng dịch vụ, quy mô cơ sở vật chất và các khía cạnh tải trọng khác phải được xem xét (xem ISO/IEC 30134-1, Phụ lục A).

Trong những trường hợp như vậy, PUE có thể được sử dụng để cải thiện hiệu suất cơ sở hạ tầng của DC và cung cấp thông tin chi tiết cho các DC tương tự.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 26382, Cogeneration systems - Technical declarations for planning, evaluation and procurement
 - [2] TCVN 8695-1:2023 (ISO/IEC 20000-1:2018), Công nghệ thông tin - Quản lý dịch vụ - Phần 1: Yêu cầu hệ thống quản lý dịch vụ
 - [3] TCVN 7589 (tất cả các phần), Thiết bị đo điện (xoay chiều)
 - [4] PUE™, a Comprehensive Examination of the Metric - The Green Grid,
<https://www.thegreengrid.org/>
-