

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 14285-7:2024

ISO/IEC 30134-7:2023

Xuất bản lần 1

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

CÁC CHỈ SỐ HIỆU QUẢ CHÍNH CỦA TRUNG TÂM DỮ LIỆU

PHẦN 7: TỶ LỆ HIỆU QUẢ LÀM MÁT (CER)

Information technology - Data centres - Key performance indicators -

Part 7: Cooling efficiency ratio (CER)

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	6
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa	6
3.2 Chữ viết tắt	6
3.3 Ký hiệu.....	7
4 Phạm vi áp dụng tại trung tâm dữ liệu	8
5 Định nghĩa CER.....	8
6 Phép đo CER	10
6.1 Tổng quan.....	10
6.2 Yêu cầu.....	10
6.3 Khuyến nghị.....	10
7 Ứng dụng của CER	10
8 Báo cáo CER	10
8.1 Yêu cầu.....	10
8.2 Các khuyến nghị	11
Phụ lục A (Tham khảo) Sự tương quan giữa CER và các KPI khác.....	13
Phụ lục B (Quy định) Ví dụ về việc sử dụng CER.....	15
Phụ lục C (Tham khảo) Các thông số ảnh hưởng đến CER.....	17
Phụ lục D (Quy định) Các dẫn xuất của CER	18
Thư mục tài liệu tham khảo.....	23

Lời nói đầu

TCVN 14285-7:2024 hoàn toàn tương đương với ISO/IEC 30134-7:2023.

TCVN 14285-7:2024 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 7: Tỷ lệ hiệu quả làm mát (CER)

Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 7: Cooling efficiency ratio (CER)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định tỷ lệ hiệu quả làm mát (CER) như một chỉ số hiệu quả chính (KPI) nhằm định lượng việc sử dụng hiệu quả năng lượng để kiểm soát nhiệt độ của các không gian bên trong trung tâm dữ liệu.

Tiêu chuẩn này:

- a) định nghĩa CER của một DC;
- b) 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;
- c) định nghĩa việc đo, tính toán và báo cáo thông số; và
- d) cung cấp thông tin về việc diễn giải chính xác CER.

Phụ lục A mô tả mối tương quan giữa CER và các KPI khác.

Phụ lục B cung cấp các ví dụ về việc sử dụng CER.

Phụ lục C giới thiệu các thông số ảnh hưởng đến CER.

Phụ lục D mô tả các yêu cầu và khuyến nghị cho các phái sinh của KPI liên quan đến CER.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các hệ thống làm mát không sử dụng điện (ví dụ: máy làm mát hấp thụ nhiệt).

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

tỷ lệ hiệu quả làm mát (cooling efficiency ratio)

CER

tỷ lệ giữa tổng nhiệt lượng loại bỏ và năng lượng điện sử dụng do hệ thống làm mát tiêu thụ.

CHÚ THÍCH 1: Giá trị của "tổng nhiệt lượng loại bỏ hàng năm" khỏi DC được đo bằng kWh.

3.1.2

tỷ lệ hiệu năng làm mát (cooling performance ratio)

CPR

tỷ lệ giữa tải nhiệt của trung tâm dữ liệu thực tế và điện năng do hệ thống làm mát tiêu thụ.

CHÚ THÍCH 1: Tải nhiệt thực tế được đo bằng kW.

3.1.3

tổn thất năng lượng (energy loss)

sự tiêu hao năng lượng do các thiết bị điện gây ra.

CHÚ THÍCH 1: Năng lượng mất chuyển thành nhiệt được đo bằng kWh.

CHÚ THÍCH 2: Tổn thất năng lượng điện như máy biến áp, hệ thống cấp điện không gián đoạn (UPS), quạt gió của các bộ xử lý không khí phòng máy tính (CRAH), bơm, chiếu sáng, cấp điện.

3.2 Chữ viết tắt

CEF	cooling efficiency factor	hệ số hiệu quả làm mát
CER	cooling efficiency ratio	tỷ lệ hiệu quả làm mát
COP	coefficient of performance	hệ số hiệu năng
CPR	cooling performance ratio	tỷ lệ hiệu năng làm mát
DC	data centre	trung tâm dữ liệu
EER	energy efficiency ratio	tỷ lệ hiệu quả năng lượng
HVAC	heating, ventilation, air conditioning	hệ thống sưởi ấm, thông gió, điều hòa không khí

iCER	interim cooling efficiency ratio	tỷ lệ hiệu quả làm mát tạm thời
NSenCOP	net sensible coefficient of performance	hệ số hiệu năng thực tế
PUE	power usage effectiveness	hiệu suất sử dụng điện
pCEF	partial cooling efficiency factor	hệ số hiệu quả làm mát một phần
pPUE	partial power usage effectiveness	hiệu suất sử dụng điện một phần
pPUE _{HVAC}	partial power usage effectiveness for heating, ventilation and air conditioning systems	hiệu suất sử dụng điện một phần cho hệ thống sưởi ấm, thông gió và điều hòa không khí
SEER	seasonal energy efficiency ratio	tỷ lệ hiệu quả năng lượng theo mùa
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:

$E_{cooling}$	Tổng năng lượng tiêu thụ của hệ thống làm mát (theo năm) tính bằng kWh
$E_{cooling,DC}$	Phần năng lượng làm mát của trung tâm dữ liệu (DC) tính bằng kWh
$E_{cooling,other}$	Phần năng lượng làm mát không thuộc DC tính bằng kWh
$E_{cooling,room}$	Phần năng lượng làm mát phân bổ cho một phòng trong DC tính bằng kWh
$E_{cooling,subsystem}$	Điện năng tiêu thụ của hệ thống phụ tính bằng kWh
E_{heat}	Điện năng chuyển thành nhiệt năng tính bằng kWh
$E_{heat,room}$	Điện năng phân bổ cho một phòng được chuyển thành nhiệt năng tính bằng kWh
$E_{heat,DC}$	Tổng điện năng của DC được chuyển thành nhiệt năng (theo năm) tính bằng kWh
E_{IT}	Tổng năng lượng tiêu thụ của thiết bị IT (theo năm) tính bằng kWh
$E_{IT,room}$	Tổng năng lượng tiêu thụ của thiết bị IT (theo năm) phân bổ cho một phòng tính bằng kWh

E_{losses}	Tổng thất thoát điện năng (theo năm) tính bằng kWh
$E_{losses,room}$	Thất thoát điện năng (theo năm) phân bổ cho một phòng tính bằng kWh
$E_{total,room}$	Tổng năng lượng tiêu thụ phân bổ cho một phòng (theo năm) tính bằng kWh
E_{DC}	Tổng năng lượng tiêu thụ của DC (theo năm) tính bằng kWh
F_{EC}	Hệ số hiệu suất làm mát
$F_{EC,p}$	Hệ số hiệu suất làm mát tạm thời
$P_{cooling}$	Công suất điện thực tế của hệ thống làm mát tính bằng kW
P_{heat}	Tải nhiệt thực tế tính bằng kW
R_{CE}	Tỷ lệ hiệu quả làm mát
R_{CP}	Tỷ lệ hiệu năng làm mát
$\eta_{I,U,P,p}$	Hiệu suất sử dụng điện, PUE
$\eta_{U,P}$	Hiệu suất sử dụng điện tạm thời, pPUE

4 Phạm vi áp dụng tại trung tâm dữ liệu

CER theo quy định trong tiêu chuẩn này:

- chỉ liên quan đến cơ sở hạ tầng DC trong ranh giới của nó;
- mô tả hiệu quả của hệ thống làm mát liên quan đến việc sử dụng điện năng của nó.

Trong một số trường hợp, các phát sinh của CER hữu ích được mô tả trong Phụ lục D.

5 Định nghĩa CER

CER, R_{CE} , được xác định theo Công thức (1):

$$R_{CE} = \frac{E_{heat}}{E_{cooling}} \tag{1}$$

E_{heat} và $E_{cooling}$ đều được đo bằng kWh và trong cùng một khoảng thời gian.

Lưu ý: Trong ISO/IEC TS 22237-7:2018, Công thức (1) được gọi là tỷ lệ hiệu quả năng lượng (EER) và có thể thay đổi khi sửa đổi ISO/IEC TS 22237-7.

Đối với cơ sở hạ tầng DC chuyên dụng, áp dụng như sau:

$$\begin{aligned} E_{heat} &= E_{heat, DC} \\ E_{cooling} &= E_{cooling, DC} \end{aligned}$$

Hình 1 cho thấy mối quan hệ giữa các dạng năng lượng khác nhau đối với cơ sở hạ tầng DC chuyên dụng.

E_{DC}		
E_{IT}	E_{losses}	$E_{cooling, DC}$
$E_{heat, DC}$		

trong đó:

$$E_{DC} = E_{IT} + E_{losses} + E_{cooling, DC}$$

Hình 1 - Hệ thống làm mát chuyên dụng

Việc tính toán tải nhiệt của DC dựa trên giả định rằng tất cả điện năng được sử dụng trong DC chuyển thành nhiệt năng:

$$E_{heat, DC} = E_{IT} + E_{losses}$$

E_{IT} phải được đo theo TCVN 14285-2:2024 [1].

Nếu có sẵn, E_{losses} sẽ bao gồm tất cả các tổn hao điện khác, ví dụ như điện năng của UPS, lưu trữ năng lượng, biến áp, cáp điện hoặc chiếu sáng được chuyển thành nhiệt trong ranh giới của DC.

Đối với hệ thống làm mát dùng chung trong các tòa nhà đa chức năng, bao gồm cả DC, mức tiêu thụ năng lượng của hệ thống làm mát được xác định từ mức tiêu thụ năng lượng của hệ thống làm mát dùng chung.

Hình 2 cho thấy mối quan hệ giữa các dạng năng lượng khác nhau đối với hệ thống làm mát dùng chung trong các tòa nhà đa chức năng, bao gồm cả DC.

E_{DC}			
E_{IT}	E_{losses}	$E_{cooling, DC}$	$E_{cooling, other}$
$E_{heat, DC}$		$E_{cooling}$	

trong đó:

$E_{cooling, DC}$ là một phần năng lượng sử dụng cho toàn bộ hệ thống làm mát dùng chung để loại bỏ tải nhiệt liên quan đến DC;

$E_{cooling, other}$ là một phần năng lượng sử dụng cho toàn bộ hệ thống làm mát dùng chung để loại bỏ tải nhiệt không liên quan đến DC.

Hình 2 - Hệ thống làm mát dùng chung

6 Phép đo CER

6.1 Tổng quan

Việc tính toán CER được lập thành văn bản và tài liệu về tổng nhiệt lượng loại bỏ và điện năng được sử dụng để làm mát trong cùng một khoảng thời gian là 12 tháng. Tiêu chuẩn này không quy định tần suất đo tổng nhiệt lượng loại bỏ và điện năng sử dụng cho làm mát, vì CER được tính toán trên khung thời gian hàng năm. Tuy nhiên, tần suất đo được sử dụng sẽ xác định thời điểm tính toán CER tiếp theo trên cơ sở hàng năm.

6.2 Yêu cầu

Đo CER đòi hỏi phải đo tổng nhiệt lượng loại bỏ và điện năng sử dụng trong cùng một khoảng thời gian.

Đề đo nhiệt lượng loại bỏ, phải đo thể tích chất làm mát và nhiệt dung của nó. Trong các trường hợp như làm mát miễn phí trực tiếp, mọi tham số ảnh hưởng đến nhiệt dung (như độ ẩm) phải được đo để tính toán chính xác lượng nhiệt loại bỏ. Trong trường hợp có đường ống dự phòng, phải đo tất cả các đường ống.

Đối với việc sử dụng điện năng, tất cả các thành phần của cơ sở hạ tầng làm mát (như bơm), van, v.v. phải được đo và tính vào năng lượng sử dụng. Đo điện năng phải dựa trên kWh, không phải trên công suất kW. Trong trường hợp tái sử dụng năng lượng, mức tiêu thụ năng lượng của các hệ thống bổ sung để phân phối nhiệt tái sử dụng trong tòa nhà sẽ không được tính vào mức tiêu thụ điện năng. Phụ lục B sẽ được áp dụng.

Trong trường hợp phải thiết phải mô tả các phiên bản của CER cho các khoảng thời gian đo dưới 12 tháng hoặc cho các hệ thống phụ DC, thì các phép đo được mô tả trong Phụ lục D sẽ được sử dụng.

6.3 Khuyến nghị

Các DC nên triển khai các đồng hồ đo với khả năng đọc từ xa và lưu trữ lịch sử dữ liệu.

7 Ứng dụng của CER

CER có thể được các nhà quản lý DC sử dụng để báo cáo hiệu quả của hệ thống làm mát được sử dụng để kiểm soát nhiệt độ của các không gian bên trong DC. Chỉ số KPI này có thể được sử dụng độc lập, tuy nhiên, để đánh giá tổng thể về hiệu quả sử dụng tài nguyên của DC, các chỉ số KPI khác được mô tả trong bộ tiêu chuẩn TCVN 14285 (ISO/IEC 30134) phải được xem xét. Khi sử dụng CER, đặc biệt phải xem xét PUE. Khi báo cáo CER, cũng phải báo cáo giá trị PUE tương ứng.

8 Báo cáo CER

8.1 Yêu cầu

8.1.1. Cấu trúc chuẩn cho dữ liệu thông tin CER

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

TCVN 14285-7:2024

- b) tổng công suất thiết kế DC cho cơ sở (ví dụ: 10 MW);
- c) tên của người kiểm toán và phương pháp được sử dụng để kiểm toán;
- d) thông tin liên hệ của DC;
- e) điều kiện môi trường của DC;
- f) vị trí và khu vực DC;
- g) mục đích hoạt động của DC;
- h) tỷ lệ nguyên mẫu 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 ảo hóa;
- m) tuổi trung bình của thiết bị IT theo loại;
- n) tuổi trung bình của thiết bị cơ sở theo loại (bộ phân 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.

Nói chung, CER nên được báo cáo với một số thập phân. Tuy nhiên, tùy thuộc vào độ chính xác của cả hai phép đo, lượng nhiệt loại bỏ và lượng điện sử dụng, có thể báo cáo nhiều hơn một số thập phân.

Báo cáo CER được công bố nên đi kèm với các điều kiện làm mát bổ sung, chẳng hạn như sử dụng làm mát miễn phí trực tiếp hoặc nước. Khi có các KPI cho các điều kiện này, chúng phải được xác định và báo cáo cùng với CER.

Để sử dụng trong quản lý năng lượng và xác minh các biện pháp cải thiện, báo cáo về tỷ lệ hiệu quả làm mát tạm thời (iCER; xem Phụ lục D.1) có thể được vẽ theo biểu đồ so với nhiệt độ và độ ẩm của không khí bên ngoài, nếu áp dụng. Vì iCER phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ không khí bên ngoài và các điều kiện khác như độ ẩm đối với hầu hết các hệ thống làm mát tiết kiệm năng lượng, nên mọi cải thiện đều có thể được phát hiện trong sự thay đổi của giá trị iCER tại cùng nhiệt độ không khí bên ngoài.

- a) DC được kiểm tra;
- b) Giá trị CER [hoặc giá trị tỷ lệ hiệu suất làm mát (CPR); xem Phụ lục D.4];
- c) Ngày kết thúc giai đoạn đo theo định dạng ISO 8601-1 (ví dụ: yyyy-mm-dd).

8.1.2. Dữ liệu báo cáo công bố CER

8.1.2.1. Thông tin bắt buộc

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

- a) thông tin liên hệ (chỉ 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: CER với ký hiệu phù hợp;
- d) trường hợp sử dụng: cơ sở hạ tầng DC chuyên dụng hoặc hệ thống làm mát dùng chung trong các tòa nhà đa năng bao gồm DC.

8.1.2.2. Bảng chứng hỗ trợ bắt buộc

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

- a) tên tổ chức, thông tin liên lạc và mô tả môi trường khu vực;
- b) kết quả đo: CER với ký hiệu phù hợp;
- c) ngày bắt đầu và ngày hoàn thành đo đánh giá;
- d) giá trị E_{IT} ;
- e) báo cáo về diện tích phòng máy tính, phòng viễn thông và phòng điều khiển;
- f) điều kiện môi trường bên ngoài bao gồm nhiệt độ, độ ẩm và độ cao tối thiểu, tối đa và trung bình;
- g) giá trị và loại PUE tương ứng.

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

8.1.2.3. Ví dụ báo cáo giá trị CER

Sử dụng cấu trúc của 8.1.1, các ví dụ cụ thể về định danh CER và cách giải thích của chúng được đưa ra như sau.

Ví dụ định danh CER:

DC X: CER (2018-12-31) = 3,5

Giải thích: Trong năm 2018, giá trị CER của DC X là 3,5.

8.2 Các khuyến nghị

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

- a) diện tích DC (m^2);

Phụ lục A

(Tham khảo)

Sự tương quan giữa CER và các KPI khác

A.1 Tổng quan

Làm mát là một trong những khía cạnh quan trọng nhất của việc sử dụng năng lượng trong một DC, và là khía cạnh có tiềm năng tối ưu hóa hiệu quả năng lượng lớn nhất. Hiệu suất sử dụng điện tạm thời (pPUE) của cơ sở hạ tầng làm mát cung cấp cái nhìn sâu sắc về tiềm năng đó so với các phần khác của cơ sở hạ tầng, nhưng nó ít hữu ích hơn trong việc quản lý năng lượng để xác minh hiệu suất của các cải tiến đối với cơ sở hạ tầng làm mát, vì giá trị của pPUE nói chung nằm giữa 1 và PUE của DC, như được hiển thị trong Công thức (A.1):

$$1 < \eta_{U,P,P} < \eta_{U,P} \quad (A.1)$$

trong đó

$\eta_{U,P,P}$ là hiệu suất sử dụng điện, PUE;

$\eta_{U,P}$ là hiệu suất sử dụng điện tạm thời, pPUE;

Xem TCVN 14285-2:2024 [1] để biết định nghĩa và thông tin thêm về việc sử dụng PUE và pPUE.

Đo nhiệt lượng loại bỏ chia cho điện năng sử dụng bởi cơ sở hạ tầng làm mát cung cấp một KPI chính xác hơn.

A.2 Thảo luận về các thuật ngữ hiện có để đánh giá hiệu suất

Đã có nhiều thuật ngữ được định nghĩa để đánh giá hiệu suất của máy móc (ví dụ như máy bơm nhiệt và thiết bị làm mát) như một phần của toàn bộ hệ thống làm mát, ví dụ trong Tài liệu tham khảo [6] và Tài liệu tham khảo [9] (xem Bảng A.1). Tất cả các thuật ngữ trong Bảng A.1 chỉ đề cập đến đặc tính của máy, được xác định trong các điều kiện cố định.

Hiện tại không có thuật ngữ hiệu suất nào cho toàn bộ hệ thống làm mát dựa trên các phép đo thực tế trong quá trình khai thác DC. CER và CPR nhằm lấp đầy khoảng trống này: cả hai đều dựa trên các phép đo trong điều kiện thực tế khi vận hành DC. CPR đề cập đến COP và CER đề cập đến SEER.

Bảng A.1 - Các thuật ngữ về hiệu suất của máy làm mát

Thuật ngữ	Ký hiệu thuật ngữ	Cơ sở hạ tầng	Mô tả
Hệ số hiệu năng	COP	Hệ thống bơm nhiệt	Đặc tính của máy, được xác định trong các điều kiện cố định
Tỷ lệ hiệu quả năng lượng	EER	Máy làm mát	Đặc tính của máy, được xác định trong các điều kiện cố định
Tỷ lệ EER theo mùa	SEER	Máy làm mát	Được xác định cho giai đoạn một năm
Hệ số hiệu năng thực tế	NSenCOP	Bộ điều hòa không khí phòng máy tính	Bao gồm các khoản phụ cấp cho quạt loại bỏ nhiệt ngoài trời và bơm chất lỏng

Hệ số hiệu năng (COP) là một giá trị dựa trên tải nhiệt thực tế và công suất điện. Nó mô tả hiệu năng trong các điều kiện được kiểm soát, tối ưu, do đó cung cấp giá trị tối đa cho hiệu năng, không phải là giá trị thực tế cho hoạt động trong một DC thực. Hơn nữa, nó được định nghĩa cho máy bơm nhiệt, không phải cho cơ sở hạ tầng làm mát.

Theo Tài liệu tham khảo [6] và [9], EER là tỷ lệ giữa công suất làm mát và giá trị công suất đầu vào ở bất kỳ tập hợp điều kiện định mức nào. Nó cũng mô tả hiệu năng trong các điều kiện được kiểm soát, nhưng nó đã thừa nhận ảnh hưởng của hoạt động tải một phần của cơ sở hạ tầng làm mát.

Theo Tài liệu tham khảo [6], SEER là tổng nhiệt lượng được loại bỏ khỏi không gian được điều hòa trong mùa làm mát hàng năm chia cho tổng điện năng tiêu thụ của máy điều hòa không khí hoặc máy bơm nhiệt trong cùng mùa. Nó mô tả hiệu năng của cơ sở hạ tầng làm mát trong điều kiện thực tế dựa trên giai đoạn cả năm. Do đó, nó tính đến sự phụ thuộc của EER vào điều kiện khí hậu, hoặc chính xác hơn, vào nhiệt độ không khí bên ngoài

Phụ lục B

(Quy định)

Ví dụ về việc sử dụng CER

B.1 Xác định PUE trong các trung tâm dữ liệu với các phòng máy tính khác nhau bằng cách sử dụng CER

Với các DC có nhiều phòng máy mang các đặc điểm khác nhau (ví dụ: về mật độ năng lượng của giá đỡ hoặc chiến lược luân chuyển khí) nhà khai thác có thể muốn so sánh hiệu quả năng lượng của các phòng này. Việc tính toán giá trị PUE cho từng phòng (pPUE) có thể là một thách thức khi cơ sở hạ tầng được chia sẻ trong DC. Về đường dẫn điện, vấn đề này có thể được giải quyết bằng một bộ phụ mí-tơ phù hợp, cung cấp khả năng tính toán năng lượng IT và tổn hao điện năng (ví dụ: từ UPS, lưu trữ năng lượng, v.v.).

Việc tính toán sử dụng điện năng cho cơ sở hạ tầng làm mát trung tâm yêu cầu tính toán tải nhiệt của mỗi phòng bằng Công thức (B.1):

$$E_{\text{heat,room}} = E_{\text{heat,room}} + E_{\text{losses,room}} \quad (\text{B.1})$$

Tổng năng lượng sử dụng của mỗi phòng có thể được tính toán dựa trên CER của cơ sở hạ tầng làm mát và giá trị E_{heat} cho mỗi phòng, như được hiển thị trong Công thức (B.2):

$$E_{\text{total,room}} = E_{\text{IT,room}} + E_{\text{losses,room}} + E_{\text{cooling,room}} \quad (\text{B.2})$$

$$E_{\text{heat,room}} + E_{\text{cooling,room}} = E_{\text{heat,room}} \times \left(1 + \frac{1}{R_{\text{CE}}}\right)$$

trong đó

$$R_{\text{CE,room}} = E_{\text{heat,room}} / E_{\text{cooling,room}} = R_{\text{CE}} = E_{\text{heat}} / E_{\text{cooling}}$$

CHÚ THÍCH: Các ký hiệu có chỉ số "room" đại diện cho các giá trị tham chiếu đến một phòng cụ thể.

Do năng lượng thiết bị IT cho mỗi phòng được biết đến, giá trị PUE có thể được xác định cho từng phòng mà không phải đo nhiệt độ theo phòng.

PUE được tính toán trong điều khoản này bỏ qua các lợi thế tiềm năng của các chiến lược luân chuyển khí khác nhau. Môi trường kín thường dẫn đến nhiệt độ cao hơn lan truyền trên thiết bị IT và dẫn đến nhiệt độ cao hơn tại đầu vào HVAC và do đó dẫn đến nhiệt độ cao hơn của chất làm mát. Khi các tuyến đường ống làm mát của các phòng máy tính khác nhau với nhiệt độ khác nhau được kết hợp, nhiệt độ trước hệ thống làm mát là hỗn hợp của các nhiệt độ này. Vì điều này liên quan đến tình huống có nhiều phòng sử dụng cơ sở hạ tầng làm mát chung, nên đây vẫn là cách tiếp cận hợp lệ để so sánh các phòng khác nhau trong DC này. Nó không cung cấp giá trị PUE chung cho các kế hoạch luân chuyển khí khác nhau.

B.2 Xác định CER trong trường hợp tái sử dụng năng lượng

Tái sử dụng năng lượng là một chiến lược quan trọng đối với hiệu quả năng lượng tổng thể. Các DC có thể đóng góp đáng kể vào việc tái sử dụng năng lượng bằng cách cung cấp nhiệt cho các khu vực phải nhiệt. Do đó, nhiệt được truyền ra ngoài ranh giới của một DC có thể được đo và tính đến trong chỉ số hiệu quả chính (KPI) về hệ số tái sử dụng năng lượng (xem ISO/IEC 30134-6).

CER là một KPI được sử dụng để đánh giá hiệu suất của một phân hệ DC, tức là cơ sở hạ tầng làm mát. Cơ sở hạ tầng để phân phối nhiệt trong tòa nhà không được coi là một phần của DC. Do đó, tất cả năng lượng phải thiết để truyền nhiệt ra ngoài ranh giới của DC sẽ được tính toán tại mẫu số của công thức CER. Bất kỳ hệ thống bổ sung nào để phân phối nhiệt trong tòa nhà và mức sử dụng năng lượng của chúng sẽ được tính đến trong việc quản lý tòa nhà và các KPI liên quan.

Phụ lục C

(Tham khảo)

Các thông số ảnh hưởng đến CER

C.1 Điều chỉnh nhiệt độ

Các bộ xử lý không khí (AHU), nếu có khả năng kỹ thuật, có thể được cấu hình liên quan đến hai thông số quan trọng:

- a) Tốc độ quạt, xác định lượng không khí lưu thông trong phòng máy tính;
- b) Nhiệt độ thấp hơn của chất làm mát, xác định công suất làm mát.

Trong khi thông số đầu tiên có tác động lớn đến PUE tạm thời của HVAC, thì thông số thứ hai có tác động đến CER.

Nhiệt độ thấp hơn cho các bộ xử lý không khí càng cao thì công suất làm mát của chúng càng thấp. Nhưng đối với hoạt động tải một phần, công suất làm mát thấp hơn có thể là đủ. Nâng cao nhiệt độ thấp hơn có lợi cho các hệ thống sử dụng làm mát miễn phí, vì thời gian chênh lệch đủ giữa nhiệt độ không khí ngoài trời với nhiệt độ thấp hơn có thể được kéo dài. Sử dụng làm mát miễn phí trong thời gian dài hơn trong suốt cả năm dẫn đến CER cao hơn cho cả năm.

Do đó, việc điều chỉnh nhiệt độ thấp hơn cho chất làm mát trong các thiết bị xử lý không khí ảnh hưởng đến CER.

C.2 Nhu cầu làm mát

Bên trong cơ sở hạ tầng làm mát, một hệ thống bơm đảm bảo lưu lượng chất làm mát qua các đường ống đến các bộ xử lý không khí. Giảm thiểu khối lượng chất làm mát xuống mức nhu cầu làm mát, tránh việc hệ thống bơm hoạt động khi không cần thiết. Điều này trực tiếp cải thiện giá trị của CER vì ít điện năng hơn được sử dụng bởi cơ sở hạ tầng làm mát, phục vụ cùng một tải thiết bị IT và do đó tải nhiệt.

Phụ lục D

(Quy định)

Các dẫn xuất của CER

D.1 Mục đích của các dẫn xuất CER

Có thể cần phải mô tả các phiên bản CER cho các khoảng thời gian đo dưới 12 tháng hoặc cho các hệ thống con của DC. Các thuật ngữ CER dẫn xuất được chỉ định cho mục đích này và cung cấp giá trị như một biến thể của CER để mô tả một tình huống cụ thể hoặc một tập hợp các điều kiện. Mỗi dẫn xuất phải được đi kèm với thông tin cụ thể mô tả tình huống cụ thể.

D.2 Sử dụng các dẫn xuất CER

Báo cáo CER phải phù hợp với báo cáo PUE. Điều kiện ranh giới của báo cáo PUE phải giống với báo cáo CER. Đối với báo cáo CER, nếu có PUE dẫn xuất, thì phải cung cấp CER dẫn xuất với cùng điều kiện ranh giới.

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:

pCER tạm thời (2021-08-01: 2021-08-31) = 3,1 [tham chiếu j]]

[j]]: [ranh giới của trung tâm dữ liệu, làm mát dùng chung, không gian, an ninh vật lý]

Tải thiết bị IT 40 %, điều kiện môi trường, v.v.

D.3 CER tạm thời

Định nghĩa của CER nêu rõ ràng rằng đó là một con số hàng năm và yêu cầu đo liên tục năng lượng IT và tổng nhiệt lượng loại bỏ khỏi DC trong ít nhất một năm. Báo cáo yêu cầu đi kèm với mọi giá trị CER theo loại của nó và giai đoạn đo (xem 6.2).

Đối với mục đích quản lý năng lượng, phép đo và báo cáo các giai đoạn nhỏ hơn một năm toàn có thể hữu ích. Các giá trị này sẽ được định danh là iCER. Chúng cũng phải đi kèm với giai đoạn đo, các thông tin phạm vi và báo cáo khác được yêu cầu cho CER tính theo năm.

D.4 Phép đo CPR

D.4.1 Tính toán CPR

Đối với các giai đoạn nhỏ, iCER phát triển theo hướng COP cho cơ sở hạ tầng làm mát, nhưng theo điều kiện khai thác thực tế, tham số này là một tham số phụ thuộc vào tải và nhiệt độ ngoài trời.

CPR được định nghĩa theo Công thức (D.1):

$$R_{CP} = \frac{R_{\text{heat}}}{R_{\text{cooling}}} \quad (D.1)$$

Cả tử số và mẫu số đều phải được đo cùng một khoảng thời gian.

D.4.2 Đo CER

D.4.2.1 Yêu cầu

Việc xác định CPR yêu cầu xác định tải nhiệt và sử dụng năng lượng trên một khung thời gian nhỏ. Kích thước của khung thời gian này phụ thuộc vào mục đích sử dụng CPR, ví dụ như trong quá trình quản lý năng lực và khả năng kỹ thuật của các thiết bị đo và cơ sở hạ tầng giám sát.

Để có độ chính xác chấp nhận được của CPR, phải đảm bảo sự điều chỉnh chính xác giữa khoảng thời gian đo của cả hai yếu tố của CPR, tức là nhiệt lượng được loại bỏ và sử dụng điện.

D.4.2.2 Khuyến nghị

Các DC nên triển khai tự động hóa việc đọc đồng hồ đo và xử lý dữ liệu để đối phó với lượng dữ liệu dự kiến.

D.4.3 Báo cáo CER

D.4.3.1 Yêu cầu

Báo cáo CPR yêu cầu thời điểm xác định, ví dụ: "Ngày 15/07/2019 lúc 13:30 h CPR là 2,3" hoặc "Ngày 12/01/2019, lúc 5:15 h CPR là 12,7". Nói chung, CPR sẽ được báo cáo với một số thập phân. Tuy nhiên, tùy thuộc vào độ chính xác của phép đo CPR, có thể báo cáo nhiều hơn một số thập phân, nhưng không được nhiều hơn số thập phân được báo cáo cho CER.

Do CPR phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ không khí bên ngoài và các điều kiện khác, như độ ẩm, đối với hầu hết các hệ thống làm mát tiết kiệm năng lượng, báo cáo CPR phải chứa các điều kiện này.

D.4.3.2 Khuyến nghị

Để sử dụng trong quản lý năng lực, CPR nên được thể hiện theo biểu đồ so với nhiệt độ và độ ẩm không khí bên ngoài, nếu có thể. Giá trị tối thiểu của CPR thường là dấu hiệu tốt hơn cho nhu cầu năng lượng tối đa của cơ sở hạ tầng làm mát so với dữ liệu được cung cấp trên bảng tên của tất cả các thành phần.

D.4.4 Sử dụng CPR trong quản lý năng lực

Việc xác định mức sử dụng nguồn điện chính và máy phát điện yêu cầu phải biết nhu cầu năng lượng tối đa của tất cả các hệ thống phụ của cơ sở hạ tầng. Trong khi tải đỉnh của hệ thống UPS có thể được giám sát và liên quan đến tải thiết bị IT, thì tải tối đa của cơ sở hạ tầng làm mát phụ thuộc vào tải thiết bị IT và nhiệt độ không khí bên ngoài. Đặc tính của máy do nhà cung cấp cung cấp có thể khác với nhu cầu năng lượng trong một DC thực tế. Do đó, phải có một số liệu để xác định nhu cầu năng lượng của cơ sở hạ tầng làm mát theo các điều kiện khai thác thực tế riêng lẻ. Số liệu này có thể được cung cấp bởi CPR.

Theo D.4.3.2, việc vẽ biểu đồ CPR so với nhiệt độ và độ ẩm không khí bên ngoài (nếu có thể) sẽ giúp hiểu rõ hơn về nhu cầu năng lượng thực tế của cơ sở hạ tầng làm mát. Các giá trị điển hình của CPR đối với hệ thống làm mát dựa trên máy nén nằm trong khoảng từ 2 đến 3. Ở nhiệt độ không khí bên

ngoài vừa phải, các hệ thống được tối ưu hóa có thể đạt được các giá trị vượt quá 3, cũng giống như tất cả các hệ thống làm mát miễn phí.

Tại nhiệt độ không khí bên ngoài cao hơn, các giá trị của CPR có thể giảm xuống dưới 2 và đối với tải phụ thậm chí thấp hơn 1, ví dụ: cơ sở hạ tầng làm mát yêu cầu nhiều điện năng hơn lượng nhiệt mà nó loại bỏ. Mặc dù điều này không nên xảy ra ở các tải cao hơn và không làm ảnh hưởng đến tổng năng lượng của DC, CPR phải được giám sát ở các tải thiết bị IT khác nhau để xác minh sự phát triển của CPR lên các giá trị cao hơn ở các tải thiết bị IT cao hơn.

D.5 Xác định CEF

D.5.1 Tính toán CEF

Hệ số hiệu suất làm mát (CEF) là nghịch đảo của CER, như được thể hiện trong Công thức (D.2):

$$F_{EC} = \frac{1}{E_{CE}} = \frac{R_{cooling}}{R_{heat}} \quad (D.2)$$

Không giống như CER, CEF cho phép thể hiện hiệu suất của hệ thống làm mát theo tỷ lệ phần trăm nhiệt lượng loại bỏ. Ví dụ, hệ thống có CEF là 0,25 nghĩa là 25 % nhiệt lượng loại bỏ dưới dạng đầu vào điện năng cho quá trình loại bỏ nhiệt.

D.5.2 CEF tạm thời

Khái niệm CEF cho phép xác định các hệ thống phụ của hệ thống làm mát, ví dụ như CRAH, máy làm mát và máy làm mát khô như một chuỗi cơ sở hạ tầng làm mát được xây dựng để di chuyển nhiệt từ phòng máy chủ ra ngoài trời.

Định nghĩa CEF tạm thời liên quan đến mức sử dụng điện năng của hệ thống phụ, như được thể hiện trong Công thức (D.3):

$$F_{EC,p} = \frac{E_{cooling, subsystem}}{R_{heat}} \quad (D.3)$$

Công thức (D.3) cho phép phân tích hiệu suất của tất cả các hệ thống phụ vận chuyển nhiệt dọc theo chuỗi cơ sở hạ tầng làm mát. Tương tự như CEF, là tỷ lệ phần trăm sử dụng điện năng của toàn bộ hệ thống làm mát phải thiết để loại bỏ nhiệt, pCEF là tỷ lệ phần trăm sử dụng điện năng của từng hệ thống phụ.

D.5.3 Ví dụ

Bảng D.1 hiển thị ví dụ về hệ thống làm mát bao gồm CRAH, máy làm mát và giàn khô với kết quả đo năng lượng trong các ngày 25 tháng 10 năm 2016, 28 tháng 10 năm 2016 và 26 tháng 11 năm 2016. Thời gian đo mỗi ngày là 6 giờ. Mức tiêu thụ năng lượng của hệ thống làm mát, bao gồm CRAH, máy làm mát và giàn khô, được đo ở các nhiệt độ không khí ngoài trời khác nhau.

Tổng mức tiêu thụ năng lượng của DC được tính toán từ tổng mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT, tổn hao UPS và hệ thống làm mát.

Tổng điện năng chuyển thành nhiệt được tính toán từ tổng mức tiêu thụ năng lượng IT và tổn hao UPS. Trong cả ba ngày, mức tiêu thụ năng lượng IT (2 550 kWh) và tổn hao UPS (120 kWh) không đổi. Theo đó, năng lượng chuyển thành nhiệt là 2 670 kWh.

Ví dụ cho ngày 25-10-2016:

- Đo được mức tiêu thụ năng lượng của CRAH là 107 kWh
- Đo được mức tiêu thụ năng lượng của máy làm mát là 53 kWh
- Đo được mức tiêu thụ năng lượng của giàn khô là 134 kWh

Tổng cộng, mức tiêu thụ năng lượng của toàn bộ hệ thống làm mát là 294 kWh.

- pCEF tạm thời (2016-10-25; 12:00:00-18:00:00) = 4 % [CRAH, nhiệt độ không khí ngoài trời 8 °C]

Giải thích: pCEF tạm thời của CRAH là 4 % ở nhiệt độ không khí ngoài trời 8 °C. Tính toán bằng cách lấy mức tiêu thụ năng lượng của CRAH (107 kWh) chia cho năng lượng chuyển thành nhiệt (2 670 kWh).

- pCEF tạm thời (2016-10-25; 12:00:00-18:00:00) = 2 % [máy làm mát, nhiệt độ không khí ngoài trời 8 °C].

Giải thích: pCEF tạm thời của máy làm mát là 2 % ở nhiệt độ không khí ngoài trời 8 °C. Tính toán bằng cách lấy mức tiêu thụ năng lượng của máy làm mát (53 kWh) chia cho năng lượng chuyển thành nhiệt (2 670 kWh).

- pCEF tạm thời (2016-10-25; 12:00:00-18:00:00) = 5 % [giàn khô, nhiệt độ không khí ngoài trời 8 °C]

Giải thích: pCEF tạm thời của giàn khô là 5% ở nhiệt độ không khí ngoài trời 8 °C. Tính toán bằng cách lấy mức tiêu thụ năng lượng của giàn khô (134 kWh) chia cho năng lượng chuyển thành nhiệt (2 670 kWh).

Hệ thống làm mát tổng thể của DC có CEF tạm thời là 11 % trong thời gian đo 6 giờ vào ngày 25 tháng 10 năm 2016. CEF được tính toán từ tổng của ba CEF tạm thời.

Ngoài ra, PUE tạm thời (1,16) của DC trong khoảng thời gian đo 6 giờ vào ngày 25 tháng 10 năm 2016 có thể được tính toán là thương số giữa mức tiêu thụ năng lượng DC và nhu cầu năng lượng IT.

Trong Bảng D.1, hệ thống làm mát tổng thể có CEF là 13% cho ngày 28 tháng 10 năm 2016 ở nhiệt độ không khí ngoài trời cao và 8% cho ngày 26 tháng 11 năm 2016 tại nhiệt độ không khí ngoài trời thấp.

Bảng D.1 – Ví dụ về đo CEF và các dẫn xuất pCEF cho CRAH, bộ làm mát, và bộ làm mát khô

Ngày đo	2016-10-25		2016-10-28		2016-11-26	
Giờ đo bắt đầu	12:00:00		12:00:00		12:00:00	
Giờ đo kết thúc	18:00:00		18:00:00		18:00:00	
Nhiệt độ ngoài trời	8 °C		14 °C		3 °C	
iPUE	1,16		1,18		1,13	
CEF	11 %		13 %		8 %	
Mức tiêu thụ năng lượng	kWh _{el}	pCEF	kWh _{el}	pCEF	kWh _{el}	pCEF
IT	2 550	-	2 550	-	2 550	-
Tổn hao UPS	120	-	120	-	120	-
Hệ thống làm mát	294	-	347	-	214	-
CRAH	107	4 %	107	4 %	53	2 %
Máy làm mát	53	2 %	53	2 %	27	1 %
Máy làm mát khô	134	5 %	187	7 %	134	5 %

Bảng cách sử dụng pCEF để phân tích chuỗi làm mát này, ví dụ, cho thấy tiềm năng để tối ưu hóa giàn làm mát khô. Nó có mức sử dụng điện năng cao nhất ngay cả tại nhiệt độ ngoài trời thấp.

Kiến thức về CEF và pCEF hỗ trợ các nhà khai thác DC trong việc tối ưu hóa cơ sở hạ tầng làm mát của họ và đạt được các giá trị thiết kế mong muốn.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] 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 điện (PUE)
 - [2] ISO/IEC 30134-3, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 3: Renewable energy factor (REF)
 - [3] ISO/IEC 30134-4, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 4: IT Equipment Energy Efficiency for servers (ITEEsv)
 - [4] ISO/IEC 30134-5, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 5: IT Equipment Utilization for servers (ITEUsv)
 - [5] ISO/IEC 30134-6, Information technology - Data centres key performance indicators - Part 6: Energy Reuse Factor (ERF)
 - [6] ANSI/AHRJ Standard 210/240-2008, Performance Rating of Unitary Air-Conditioning & Air-Source Heat Pump Equipment
 - [7] ISO/IEC 22237-1:2021, Information technology - Data centre facilities and infrastructures - Part 1: General concepts
 - [8] TCVN 7589 (tất cả các phần), Thiết bị đo điện (xoay chiều)
 - [9] AHRI 1360(I-P)-2017: Performance Rating of Computer and Data Processing Room Air Conditioners
-