TCVN T I Ê U C H U Ẩ N Q U Ố C G I A

**TCVN ISO/IEC 30134-7:2024**

**ISO/IEC 30134-7:2023**

**CÔNG NGHỆ THÔNG TIN –**

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

**PHẦN 7: TỶ LỆ HIỆU SUẤT LÀM LẠNH (CER)**

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

***Part 7: Cooling efficiency ratio (CER)***

**HÀ NỘI - 2024**

**Mục lục**

[1. Phạm vi áp dụng 3](#_Toc168564705)

[2. Tài liệu viện dẫn 3](#_Toc168564706)

[3. Thuật ngữ, định nghĩa, từ viết tắt và ký hiệu 3](#_Toc168564707)

[3.1. Thuật ngữ và định nghĩa 3](#_Toc168564708)

[3.2. Viết tắt 4](#_Toc168564709)

[3.3. Ký hiệu 4](#_Toc168564710)

[4. Phạm vi áp dụng của trung tâm dữ liệu 5](#_Toc168564711)

[5. Định nghĩa CER 6](#_Toc168564712)

[6. Đo CER 7](#_Toc168564713)

[6.1. Tổng quan 7](#_Toc168564714)

[6.2. Yêu cầu 7](#_Toc168564715)

[6.3. Đề nghị 7](#_Toc168564716)

[7. Ứng dụng của CER 7](#_Toc168564717)

[8. Báo cáo CER 8](#_Toc168564718)

[8.1. Yêu cầu 8](#_Toc168564719)

[8.2. Các khuyến nghị 9](#_Toc168564720)

[Phụ lục A](#_Toc168564721) (Tham khảo) [Sự tương quan giữa CER và các KPI khác 10](#_Toc168564723)

[Phụ lục B](#_Toc168564725) [(Quy định)](#_Toc168564726) [Ví dụ về việc sử dụng CER 12](#_Toc168564727)

[Phụ lục C](#_Toc168564728) [(Tham khảo)](#_Toc168564729) [Các thông số ảnh hưởng đến CER 14](#_Toc168564730)

[Phụ lục D](#_Toc168564731) [(Quy định) Các dẫn xuất của CER 15](#_Toc168564732)

[Thư mục tài liệu tham khảo 20](#_Toc168564733)

|  |
| --- |
| **Lời nói đầu**TCVN ISO/IEC 30134-7:2024 hoàn toàn tương đương với ISO/IEC 30134-7:2023.TCVN ISO/IEC 30134-7:2024 do Học viện Công nghệ Bưu chính viễn thông biên soạn, Bộ Thông tin và Truyền thông đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố. |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **T I Ê U C H U Ẩ N Q U Ố C G I A** | **TCVN ISO/IEC 30134-7:2024** |

**Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 7: Tỷ lệ hiệu suất làm lạnh (CER)**

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

# Phạm vi áp dụng

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

Tiêu chuẩn này:

1. định nghĩa CER của một DC;
2. 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;
3. định nghĩa việc đo lường, tính toán và báo cáo thông số; và
4. cung cấp thông tin về việc giải thích 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 lạnh không được cung cấp bởi điện (ví dụ: máy làm lạnh hấp thụ nhiệt).

# Tài liệu viện dẫn

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

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

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

## Thuật ngữ và định nghĩa

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

**3.1.1**

**tỷ lệ hiệu suất làm lạnh**

**CER**

tỷ lệ giữa tổng nhiệt lượng loại bỏ và năng lượng điện sử dụng do hệ thống làm lạnh 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 suất làm lạnh**

**CPR**

tỷ lệ giữa tải nhiệt thực tế và năng lượng điện do hệ thống làm lạnh tiêu thụ.

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

**3.1.3**

**mất năng lượng**

sự tiêu hao năng lượng do các tiện ích điện gây ra.

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

CHÚ THÍCH 2: Mất năng lượng do các tiện ích điện như máy biến áp, bộ lưu điện (UPS), quạt gió của các đơn vị xử lý không khí phòng máy tính (CRAH), bơm, chiếu sáng, cáp điện.

## Viết tắt

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CEF | cooling efficiency factor | hệ số hiệu suất làm lạnh |
| CER | cooling efficiency ratio | tỷ lệ hiệu suất làm lạnh |
| COP | coefficient of performance | hiệu suất lạnh |
| CPR | cooling performance ratio | tỷ lệ hiệu suất làm lạnh |
| DC | data centre | trung tâm dữ liệu |
| EER | energy efficiency ratio | tỷ lệ hiệu suất năng lượng |
| HVAC | heating, ventilation, air conditioning | hệ thống sưởi, thông gió, điều hòa không khí |
| iCER | interim cooling efficiency ratio | tỷ lệ hiệu suất làm lạnh tạm thời |
| NSenCOP | net sensible coefficient of performance | hiệu suất lạnh nhạy thực |
| PUE | power usage effectiveness | hiệu suất sử dụng điện |
| pCEF | partial cooling efficiency factor | hệ số hiệu suất làm lạnh một phần |
| pPUE | partial power usage effectiveness | hiệu suất sử dụng năng lượng một phần |
| ppueHVAC | partial power usage effectiveness for heating, ventilation and air conditioning systems | hiệu suất sử dụng năng lượng một phần cho hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí |
| SEER | seasonal energy efficiency ratio | tỷ lệ hiệu suất năng lượng theo mùa |
| UPS | uninterruptible power supply | bộ lưu điện |

## 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 lạnh (theo năm) tính bằng kWh |
| Ecooling,DC | Phần năng lượng làm lạnh của trung tâm dữ liệu (DC) tính bằng kWh |
| Ecooling,other | Phần năng lượng làm lạnh không thuộc DC tính bằng kWh |
| Ecooling,room | Phần năng lượng làm lạnh phân bổ cho một phòng trong DC tính bằng kWh |
| Ecooling, subsystem | Điện năng tiêu thụ của hệ thống phụ tính bằng kWh |
| Eheat | Điện năng chuyển thành nhiệt năng tính bằng kWh |
| Eheat,room | Điện năng phân bổ cho một phòng được chuyển thành nhiệt năng tính bằng kWh |
| Eheat,DC | Tổng điện năng của DC được chuyển thành nhiệt năng (theo năm) tính bằng kWh |
| EIT | Tổng năng lượng tiêu thụ của thiết bị IT (theo năm) tính bằng kWh |
| EIT,room | Tổng năng lượng tiêu thụ của thiết bị IT (theo năm) phân bổ cho một phòng tính bằng kWh |
| EIosses | Tổng thất thoát điện năng (theo năm) tính bằng kWh |
| Elosses,room | Thất thoát điện năng (theo năm) phân bổ cho một phòng tính bằng kWh |
| Etotal,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 |
| FEC | Hệ số hiệu suất làm lạnh |
| FEC,p | Hệ số hiệu suất làm lạnh tạm thời |
| Pcooling | Công suất điện thực tế của hệ thống làm lạnh tính bằng kW |
| Pheat | Tải nhiệt thực tế tính bằng kW |
| RCE | Tỷ lệ hiệu quả làm lạnh |
| RCP | Tỷ lệ hiệu suất làm lạnh |
| η,U,P,p | Hiệu suất sử dụng điện, PUE |
| *ηU,P* | Hiệu suất sử dụng điện tạm thời, pPUE |

# Phạm vi áp dụng của trung tâm dữ liệu

CER theo quy định trong tiêu chuẩn này:

* chỉ liên quan đến cơ sở hạ tầng DC trong phạm vi giới hạn của nó;
* mô tả hiệu suất của hệ thống làm lạnh liên quan đến việc sử dụng năng lượng điện của nó.

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

# Định nghĩa CER

CER, RCE, được xác định theo Công thức (1):

Eheat và Ecooling 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 suất năng lượng (EER). Điều này sẽ được sửa chữa khi sửa đổi ISO/IEC TS 22237-7.

Đối với cơ sở hạ tầng trung tâm dữ liệu chuyên dụng, áp dụng như sau:

Eheat = Eheat, DC

Ecooling = Ecooling, DC

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



Trong đó:

EDC = EIT + Elosses + Ecooling, DC

**Hình 1 - Hệ thống làm lạnh chuyên dụng**

Việc tính toán tải nhiệt của trung tâm dữ liệu dựa trên giả định rằng tất cả năng lượng điện được sử dụng trong trung tâm dữ liệu được chuyển thành nhiệt:

Eheat, DC = EIT + Elosses

EIT phải được đo theo ISO/IEC 30134-2.

Nếu có sẵn, Elosses sẽ bao gồm tất cả các tổn hao điện khác, ví dụ như năng lượng điện của UPS, lưu trữ năng lượng, biến áp, cáp điện hoặc chiếu sáng được chuyển thành nhiệt trong giới hạn của trung tâm dữ liệu.

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

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



Trong đó:

Ecooling, DC là một phần năng lượng sử dụng cho toàn bộ hệ thống làm lạnh dùng chung để loại bỏ tải nhiệt liên quan đến trung tâm dữ liệu;

Ecooling, khác là một phần năng lượng sử dụng cho toàn bộ hệ thống làm lạnh dùng chung để loại bỏ tải nhiệt không liên quan đến trung tâm dữ liệu.

**Hình 2 - Hệ thống làm lạnh dùng chung**

# Đo CER

## Tổng quan

Việc tính toán CER yêu cầu ghi lại và lập tài liệu về tổng nhiệt lượng loại bỏ và năng lượng điện được sử dụng để làm lạnh trong cùng một khoảng thời gian là 12 tháng. Tiêu chuẩn này không quy định tần suất đo tổng nhiệt lượng loại bỏ và năng lượng điện sử dụng cho làm lạnh, 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 liên tục.

## Yêu cầu

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

Để đo nhiệt lượng loại bỏ, phải đo thể tích chất làm lạnh và nhiệt dung của nó. Trong các trường hợp như làm lạnh 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 năng lượng điện, tất cả các thành phần của cơ sở hạ tầng làm lạnh (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 năng lượng điện. 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 lường 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.

## Đề nghị

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

# Ứng dụng của CER

CER có thể được các nhà quản lý DC sử dụng để báo cáo hiệu suất của hệ thống làm lạnh 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 suất sử dụng tài nguyên của DC, các chỉ số KPI khác được mô tả trong bộ tiêu chuẩn 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.

# Báo cáo CER

## Yêu cầu

**8.1.1. Cấu trúc chuẩn để truyền đạt CER**

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

* 1. Trung tâm dữ liệu được kiểm tra;
	2. Giá trị CER [hoặc giá trị tỷ lệ hiệu suất làm lạnh (CPR); xem Phụ lục D.4];
	3. Ngày kết thúc giai đoạn đo lường theo định dạng ISO 8601-1 (ví dụ: yyyy-mm-dd).

**8.1.2. Dữ liệu để báo cáo công khai CER**

**8.1.2.1. Thông tin bắt buộc**

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

1. Thông tin liên lạc;

CHÚ THÍCH 1: Chỉ khuyến nghị hiển thị tên hoặc thông tin liên lạc của tổ chức trong các yêu cầu công khai.

1. Thông tin vị trí DC (địa chỉ, tỉnh hoặc khu vực);

CHÚ THÍCH 2: Chỉ yêu cầu hiển thị thông tin về khu vực địa phương trong các yêu cầu công khai.

1. Kết quả đo lường: CER với thuật ngữ thích hợp;
2. Trường hợp sử dụng: cơ sở hạ tầng DC chuyên dụng hoặc hệ thống làm lạnh dùng chung trong các tòa nhà đa năng bao gồm DC.

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

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

1. Tên tổ chức, thông tin liên lạc và mô tả môi trường khu vực;
2. Kết quả đo lường: CER với thuật ngữ thích hợp;
3. Ngày bắt đầu đo lường và ngày hoàn thành đánh giá;
4. Giá trị *EIT*;
5. Báo cáo về diện tích phòng máy tính, phòng viễn thông và phòng điều khiển;
6. Điều kiện môi trường bên ngoài bao gồm nhiệt độ, độ ẩm và độ cao tối thiểu, tối đa và trung bình;
7. Giá trị PUE tương ứng và loại.

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

**8.1.2.3. Ví dụ báo cáo giá trị CER**

Sử dụng cấu trúc của8.1.1*, 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.

## Các khuyến nghị

Thông tin sau đây có thể hữu ích trong việc theo dõi xu hướng CER trong một trung tâm dữ liệu:

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

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

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 cho truyền thông bên ngoài nên đi kèm với các điều kiện làm lạnh bổ sung, chẳng hạn như sử dụng làm lạnh 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 suất làm lạnh 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 có thể 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 lạnh tiết kiệm năng lượng, nên mọi cải thiện đều có thể được phát hiện trong sự thay đổi của giá trị iCER ở cùng nhiệt độ không khí bên ngoài.

# Phụ lục A

# (Tham khảo)

# Sự tương quan giữa CER và các KPI khác

**A.1. Tổng quan**

Làm lạnh 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 suất năng lượng lớn nhất. Hiệu suất sử dụng điện tạm thời (pPUE) của cơ sở hạ tầng làm lạnh 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 lạnh, vì giá trị của pPUE nói chung nằm giữa 1 và PUE của DC, như được hiển thị trong Công thức (A.1)*:*

1 < ηU,P,p < ηU,P  (A-1)

trong đó

ηU,P,p là Hiệu suất sử dụng năng lượng, PUE;

*ηU,P* là Hiệu suất sử dụng năng lượng tạm thời, pPUE;

Xem ISO/IEC 30134-2 để biết định nghĩa và thông tin thêm về việc sử dụng PUE và pPUE.

Đo nhiệt lượng loại bỏ chia cho năng lượng điện sử dụng bởi cơ sở hạ tầng làm lạnh 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 lạnh) như một phần của toàn bộ hệ thống làm lạnh, ví dụ trong Tài liệu tham khảo [6] và Tài liệu tham khảo [10] (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 lạnh dựa trên các phép đo thực tế trong quá trình vận hành trung tâm dữ liệu. 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 lạnh**

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

Hiệu suất lạnh (COP) là một giá trị dựa trên tải nhiệt thực tế và công suất điện. Nó mô tả hiệu suất trong các điều kiện được kiểm soát, tối ưu, do đó cung cấp giá trị tối đa cho hiệu suất, 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 lạnh.

Theo Tài liệu tham khảo [6] và [10], EER là tỷ lệ giữa công suất làm lạnh và giá trị công suất đầu vào ở bất kỳ tập hợp điều kiện định mức nào. Nó cũng mô tả hiệu suất 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 lạnh.

Theo Tài liệu tham khảo [6], SEER là tổng nhiệt lượng được loại bỏ khỏi không gian được điều hòa trong mùa làm lạnh hàng năm chia cho tổng năng lượng điện tiêu thụ của máy điều hòa không khí hoặc máy bơm nhiệt trong cùng mùa. Nó mô tả hiệu suất của cơ sở hạ tầng làm lạnh 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**

Các nhà vận hành của các trung tâm dữ liệu có nhiều phòng có đặc điểm khác nhau (ví dụ: về mật độ năng lượng của giá đỡ hoặc chiến lược luân chuyển khí) có thể muốn so sánh hiệu suất 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 năng lượng điện cho cơ sở hạ tầng làm lạnh trung tâm yêu cầu tính toán tải nhiệt của mỗi phòng bằng Công thức (B.1)*:*

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

Trong đó



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

Do năng lượng 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 IT và dẫn đến nhiệt độ cao hơn ở đầu vào HVAC và do đó dẫn đến nhiệt độ cao hơn của chất làm lạnh. Khi các tuyến đường ống làm lạnh của các phòng máy tính khác nhau với nhiệt độ khác nhau được kết hợp, nhiệt độ trước hệ thống làm lạnh là hỗn hợp của các nhiệt độ này. Vì điều khoản này liên quan đến tình huống có nhiều phòng sử dụng cơ sở hạ tầng làm lạnh 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 suất năng lượng tổng thể. Các trung tâm dữ liệu 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 giới hạn của một DC có thể được đo và tính đến trong chỉ số chất lượng 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 lạnh. 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 giới hạn của DC sẽ được tính toán ở 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 thiết bị xử lý không khí (AHU), nếu có khả năng kỹ thuật, có thể được cấu hình liên quan đến hai thông số quan trọng:

1. Tốc độ quạt, xác định lượng không khí lưu thông trong phòng máy tính;
2. Nhiệt độ thấp hơn của chất làm lạnh, xác định công suất làm lạnh.

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 thiết bị xử lý không khí càng cao thì công suất làm lạnh của chúng càng thấp. Nhưng đối với hoạt động tải một phần, công suất làm lạnh thấp hơn có thể là đủ. Nâng cao nhiệt độ thấp hơn có lợi cho các hệ thống sử dụng làm lạnh 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 lạnh 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 lạnh trong các thiết bị xử lý không khí ảnh hưởng đến CER.

**C.2. Nhu cầu làm lạnh**

Bên trong cơ sở hạ tầng làm lạnh, một bộ bơm đảm bảo lưu lượng chất làm lạnh qua các đường ống đến các thiết bị xử lý không khí. Giảm thiểu khối lượng chất làm lạnh xuống mức nhu cầu làm lạnh giúp tránh bơm không phải thiết. Điều này trực tiếp cải thiện giá trị của CER vì ít năng lượng điện hơn được sử dụng bởi cơ sở hạ tầng làm lạnh, phục vụ cùng một tải 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 giới hạn 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 giới hạn.

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 jjj]

[jjj]: [giới hạn của trung tâm dữ liệu, làm lạnh dùng chung, không gian, an ninh vật lý]

Tải 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 Trung tâm dữ liệu 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, việc đo lường 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 lường, các thông tin ngữ cảnh và báo cáo khác phải thiết cho CER được tính theo năm.

**D.4. Xác định 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 lạnh, nhưng theo điều kiện vận hành thực tế, tham số này như một tham số phụ thuộc vào tải và nhiệt độ ngoài trời.

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

****

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

**D.4.2. Đo lường 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. Đề xuất**

Các trung tâm dữ liệu nên triển khai tự động hóa việc đọc đồng hồ 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 lạnh tiết kiệm năng lượng, báo cáo CPR phải chứa các điều kiện này.

**D.4.3.2. Đề xuất**

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 lạnh 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 IT, thì tải tối đa của cơ sở hạ tầng làm lạnh phụ thuộc vào tải 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 lạnh theo các điều kiện vận hành 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 lạnh. Các giá trị điển hình của CPR đối với hệ thống làm lạnh 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 lạnh 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 lạnh yêu cầu nhiều năng lượng điện 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 lực của DC, CPR phải được giám sát ở các tải IT khác nhau để xác minh sự phát triển của CPR lên các giá trị cao hơn ở các tải IT cao hơn.

**D.5. Xác định CEF**

**D.5.1. Tính toán CEF**

Hệ số hiệu suất làm lạnh (CEF) là nghịch đảo của CER, như được thể hiện trong Công thức (D2)*:*



Không giống như CER, CEF cho phép thể hiện hiệu suất của hệ thống làm lạnh 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 năng lượng điện 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 lạnh, ví dụ như CRAH, máy làm lạnh và máy làm lạnh khô như một chuỗi cơ sở hạ tầng làm lạnh 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 năng lượng điện của hệ thống phụ, như được thể hiện trong Công thức (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 lạnh. Tương tự như CEF, là tỷ lệ phần trăm sử dụng năng lượng điện của toàn bộ hệ thống làm lạnh phải thiết để loại bỏ nhiệt, pCEF là tỷ lệ phần trăm sử dụng năng lượng điện của từng hệ thống phụ.

**D.5.3. Ví dụ**

Bảng D.1 hiển thị ví dụ về hệ thống làm lạnh bao gồm CRAH, máy làm lạnh 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 lạnh, bao gồm CRAH, máy làm lạnh và giàn khô, được đo ở các nhiệt độ không khí ngoài trời khác nhau.

Tổng mức tiêu thụ năng lượng của trung tâm dữ liệu được tính toán từ tổng mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT, tổn hao UPS và hệ thống làm lạnh.

Tổng năng lượng điện 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 lạnh 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 lạnh là 294 kWh.

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

Giải thích: pCEF tạm thời của CRAH là 4% ở nhiệt độ không khí ngoài trời 8 oC. 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 lạnh, nhiệt độ không khí ngoài trời 8 oC]

Giải thích: pCEF tạm thời của máy làm lạnh là 2 % ở nhiệt độ không khí ngoài trời 8 oC. Tính toán bằng cách lấy mức tiêu thụ năng lượng của máy làm lạnh (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 oC]

Giải thích: pCEF tạm thời của giàn khô là 5% ở nhiệt độ không khí ngoài trời 8 oC. 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 lạnh 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 trung tâm dữ liệu 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 lạnh 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.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ngày đoGiờ đo bắt đầuGiờ đo kết thúcNhiệt độ ngoài trờiiPUECEF | 2016-10-25 12:00:00 18:00:008oC 1,16 11% | 2016-10-28 12:00:00 18:00:0014oC 1,18 13% | 2016-11-2612:00:00 18:00:003°C1,138% |
| Mức tiêu thụ năng lượng | kWhel | pCEF | kWhel | pCEF | kWhel | pCEF |
| IT | 2 550 | - | 2 550 | - | 2 550 | - |
| Tổn hao UPS | 120 | - | 120 | - | 120 | - |
| Hệ thống làm lạnh | 294 | - | 347 | - | 214 | - |
| CRAH | 107 | 4% | 107 | 4% | 53 | 2% |
| Máy làm lạnh | 53 | 2% | 53 | 2% | 27 | 1% |
| Máy làm lạnh khô | 134 | 5% | 187 | 7% | 134 | 5% |

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

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

# Thư mục tài liệu tham khảo

1. *PUE™, Kiểm tra toàn diện về số liệu - The Green Grid,* [*https://www.thegreengrid.org/*](https://www.thegreengrid.org/)
2. *ISO/IEC 30134-2,* Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 2: Hiệu suất sử dụng năng lượng (PUE)
3. *ISO/IEC 30134-3,* Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 3: Hệ số năng lượng tái tạo (REF)
4. *ISO/IEC 30134-4,* Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 4: Hiệu suất năng lượng của Thiết bị CNTT dành cho máy chủ (ITEEsv)
5. *ISO/IEC 30134-5,* Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 5: Sử dụng Thiết bị CNTT cho máy chủ (ITEUsv)
6. *ISO/IEC 30134-6,* Công nghệ thông tin - Chỉ số chất lượng chính của trung tâm dữ liệu - Phần 6: Hệ số tái sử dụng năng lượng (ERF)
7. *Tiêu chuẩn ANSI/AHRI 210/240-2008,* Đánh giá hiệu suất của Thiết bị Điều hòa Không khí Thống nhất & Máy bơm Nhiệt Nguồn Không khí
8. *ISO/IEC 22237-1:2021,* Công nghệ thông tin - Cơ sở hạ tầng và cơ sở vật chất của trung tâm dữ liệu - Phần 1: Khái niệm tổng quát
9. *IEC 62052 (tất cả các phần),* Thiết bị đo điện - Yêu cầu chung, kiểm tra và điều kiện kiểm tra
10. *IEC 62053 (tất cả các phần),* Thiết bị đo điện (a.c.) - Yêu cầu cụ th
11. *AHRI* 1360(I-P)-2017: Đánh giá Hiệu suất của Máy điều hòa không khí Phòng Máy tính và Xử lý Dữ liệu

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