

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 14285-9:2024

ISO/IEC 30134-9:2022

Xuất bản lần 1

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

CÁC CHỈ SỐ HIỆU QUẢ CHÍNH CỦA TRUNG TÂM DỮ LIỆU

PHẦN 9: HIỆU SUẤT SỬ DỤNG NƯỚC (WUE)

Information technology - Data centres - Key performance indicators -

Part 9: Water usage effectiveness (WUE)

HÀ NỘI - 2024

Mục lục

1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ, định nghĩa, chữ viết tắt và ký hiệu	5
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa	5
3.2 Chữ viết tắt	7
3.3 Ký hiệu.....	8
4 Phạm vi áp dụng tại trung tâm dữ liệu	9
5 Xác định WUE.....	9
6 Phép đo WUE	10
6.1 Tổng quan.....	10
6.2 Phương pháp định lượng và phép đo lượng nước.....	10
7 Ứng dụng của WUE	13
8 Báo cáo WUE.....	14
8.1 Yêu cầu.....	14
8.2 Các khuyến nghị	15
8.3 Ví dụ về báo cáo giá trị WUE	16
8.4 Các dẫn xuất của WUE	16
8.5 Hệ số tái sử dụng nước (WRF)	18
Phụ lục A (Tham khảo) Ví dụ việc sử dụng CUE	19
Phụ lục B (Quy định) Tầm quan trọng của nước.....	21
Phụ lục C (Quy định) Hệ số cường độ năng lượng nước	22
Phụ lục D (Quy định) Mức tiêu thụ đất	24
Thư mục tài liệu tham khảo.....	26

Lời nói đầu

TCVN 14285-9:2024 hoàn toàn tương đương với ISO/IEC 30134-9:2022.

TCVN 14285-9:2024 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 9: Hiệu suất sử dụng nước (WUE)

Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 9: Water usage effectiveness (WUE)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định hiệu suất sử dụng nước (WUE) như một chỉ số hiệu quả chính (KPI) nhằm định lượng mức tiêu thụ nước của trung tâm dữ liệu trong giai đoạn sử dụng của vòng đời trung tâm dữ liệu.

WUE là một phương pháp đơn giản để báo cáo mức độ tiêu thụ nước khi vận hành DC. Bằng việc báo cáo mức tiêu thụ nước, có thể thể hiện hiệu suất sử dụng tài nguyên của DC.

Tiêu chuẩn này:

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

2 Tài liệu viện dẫn

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

ISO/IEC 30134-1:2016, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 1: Overview and general requirements (Công nghệ thông tin – Các chỉ số hiệu quả chính của Trung tâm dữ liệu - Phần 1: Tổng quan và các yêu cầu chung).

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

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

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

TCVN 14285-9:2024

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

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

tổng mức tiêu thụ năng lượng hàng năm cho tất cả các loại năng lượng phục vụ DC tại ranh giới của nó.

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

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

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

[NGUỒN: TCVN 14285-2:2024, 3.1.7]

3.1.2

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

năng lượng tiêu thụ do các thiết bị được sử dụng để quản lý, xử lý, lưu trữ hoặc truyền tải dữ liệu trong không gian máy tính.

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

CHÚ THÍCH 2: Việc sử dụng năng lượng của thiết bị IT tuân theo TCVN 14285-2:2024.

[NGUỒN: TCVN 14285-2:2024, 3.1.1]

3.1.3

hiệu suất sử dụng nước (water usage effectiveness)

tỷ lệ giữa lượng nước tiêu thụ của DC và năng lượng tiêu thụ bởi thiết bị IT.

3.1.4

sử dụng nước (water use)

nước được người dùng cuối sử dụng cho một mục đích cụ thể trong một khu vực nhất định.

CHÚ THÍCH 1: Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, sử dụng nước tương ứng với lượng nước tiêu thụ do việc xử lý dữ liệu trong DC.

CHÚ THÍCH 2: Sử dụng nước trong sinh hoạt, tưới tiêu hoặc công nghiệp chế biến là các ví dụ về một khu vực nhất định.

CHÚ THÍCH 3: Sử dụng nước được đo bằng thể tích nước (m³) tiêu thụ.

3.1.5

nước tái sử dụng (reused water)

nước do DC thải ra và được sử dụng cho mục đích khác.

CHÚ THÍCH 1: Việc tái sử dụng nước phải tuân thủ các quy định của Chính phủ.

3.1.6

nước uống

nước không bị nhiễm bẩn và an toàn được sử dụng để uống hoặc chế biến thực phẩm đảm bảo vệ sinh và vệ sinh cá nhân.

CHÚ THÍCH 1: Nước có thể uống được còn được gọi là nước uống.

CHÚ THÍCH 2: Định nghĩa về tiêu chí chất lượng nước uống thường tuân theo các quy định của Chính phủ; nếu không có thông tin về tiêu chuẩn thì xem Tham chiếu [2].

3.1.7

hệ số cường độ nước năng lượng (energy water intensity factor)

lượng nước được sử dụng để sản xuất năng lượng.

CHÚ THÍCH 1: Hệ số cường độ nước năng lượng được đo bằng m³ trên MWh.

3.1.8

tầm quan trọng của nước (water significance)

lượng nước ngọt tái tạo có sẵn cho mỗi người trong một năm.

CHÚ THÍCH 1: Trong cách tiếp cận của tiêu chuẩn này, tầm quan trọng của nước được phân loại theo các mức chỉ số căng thẳng cấp nước khác nhau.

3.1.9

chỉ số căng thẳng cấp nước (water stress)

khả năng đáp ứng nhu cầu nước ngọt của con người và hệ sinh thái.

3.1.10

chất lượng nước (water quality)

đặc điểm vật lý, hóa học và sinh học của nước liên quan đến tính phù hợp của nó đối với mục đích sử dụng dự định của con người, hệ sinh thái hoặc quy trình công nghiệp.

3.1.11

mức tiêu thụ đất (land consumption)

lượng đất dự định sử dụng cho con người, hệ sinh thái hoặc quy trình công nghiệp nhưng mất khả năng thấm nước.

3.2 Chữ viết tắt

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

DC	data centre	Trung tâm dữ liệu
dWUE	design water usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng nước thiết kế
EWIF	energy water intensity factor	Hệ số cường độ năng lượng nước
FI	falken mark indicator	Chỉ số Falkenmark
iWUE	interim water usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng nước tạm thời
peakWUE	peak water usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng nước mức đỉnh
PUE	power usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng điện
pWUE	partial water usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng nước một phần
qWUE	quality water usage effectiveness	Hiệu suất sử dụng nước chất lượng
WRF	water reuse factor	Hệ số tái sử dụng nước

3.3 Ký hiệu

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

E_{DC}	Tổng lượng tiêu thụ năng lượng của DC (hàng năm) tính bằng MWh
E_{IT}	Lượng tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT (hàng năm) tính bằng MWh
f_{EWI}	Hệ số cường độ nước năng lượng (EWIF)
$f_{r,w}$	Hệ số tái sử dụng nước (WRF)
$f_{s(F)}$	Hệ số thoát nước của bề mặt bịt kín hoàn toàn
$f_{s(f)}$	Hệ số thoát nước của bề mặt bịt kín một phần
$f_{s(h)}$	Hệ số thoát nước của bề mặt bịt kín gần như hoàn toàn
I_w	Tổng lượng nước đầu vào từ bên ngoài ranh giới DC (hàng năm) được đo bằng tổng thể tích tính bằng m ³
$I_{w,e}$	Lượng nước đầu vào từ tiêu thụ nước để sản xuất năng lượng
$I_{w,p}$	Lượng nước đầu vào từ nước uống
$I_{w,rw}$	Lượng nước đầu vào từ nước mưa
i_F	Chỉ số Falkenmark (FI)
L_{DC}	Diện tích đất sử dụng của DC
O_w	Tổng lượng nước thải ra ngoài ranh giới DC (hàng năm) được đo bằng tổng thể tích tính bằng m ³

p	Dân số
S_F	Bề mặt bịt kín hoàn toàn
S_f	Bề mặt bịt kín một phần
S_h	Bề mặt bịt kín gần như hoàn toàn
S_{run}	Lượng nước mặt chảy trôi (hàng năm) được đo bằng m^3
U_w	Lượng nước sử dụng của DC (hàng năm) được đo bằng tổng thể tích tính bằng m^3
$U_{r,w}$	Lượng nước tái sử dụng của DC (hàng năm) được đo bằng tổng thể tích tính bằng m^3
$U_{r,w,I}$	Tái sử dụng nước công nghiệp
$U_{r,w,NI}$	Tái sử dụng nước phi công nghiệp
$\eta_{U,W}$	Hiệu suất sử dụng nước
$\eta_{U,WI}$	Hiệu suất sử dụng nước trung gian

CHÚ THÍCH: Không giống như PUE, đơn vị năng lượng được sử dụng trong WUE là MWh.

4 Phạm vi áp dụng tại trung tâm dữ liệu

WUE theo quy định trong tiêu chuẩn này:

- chỉ liên quan đến cơ sở hạ tầng DC và thiết bị IT trong ranh giới của nó;
- mô tả mức tiêu thụ nước liên quan đến các thiết bị có điều kiện môi trường, đặc điểm tải thiết bị IT, yêu cầu sẵn sàng, yêu cầu bảo trì và bảo mật nhất định;
- đo lường mối quan hệ giữa tổng mức tiêu thụ nước của DC và năng lượng tiêu thụ của thiết bị IT.

WUE không:

- xét đến hiệu quả của các nguồn lực khác như nguồn nhân lực, không gian hoặc CO_2 ;
- cung cấp một chỉ số đo năng suất DC;
- cung cấp chỉ số đo hiệu suất toàn diện, độc lập;
- tính toán chất lượng quy trình tái sử dụng nước bên ngoài ranh giới của DC;
- tính toán cho việc hạ cấp hoặc nâng cấp nước (giảm hoặc cải thiện chất lượng nước).

5 Xác định WUE

WUE cung cấp một phương pháp xác định lượng nước sử dụng liên quan đến DC. Giá trị này bằng 0,0 cho biết việc sử dụng nước không liên quan đến hoạt động của DC. Về lý thuyết, WUE không có ranh giới trên và dưới.

WUE được xác định theo Công thức (1):

$$\eta_{U,W} = \frac{U_W}{E_{IT}} \quad (1)$$

Lượng nước sử dụng hàng năm được tính toán theo Công thức (2):

$$U_W = I_W - O_W \quad (2)$$

WUE có thể được áp dụng trong các tòa nhà sử dụng hỗn hợp khi có thể đo lường sự khác biệt giữa lượng nước sử dụng cho DC và lượng nước sử dụng cho các chức năng khác.

6 Phép đo WUE

6.1 Tổng quan

Tất cả các KPI của bộ tiêu chuẩn TCVN 14285 (ISO/IEC 30134) được xác định trong ranh giới của một DC (xem ISO/IEC 30134-1).

6.2 Phương pháp định lượng và phép đo lượng nước

6.2.1 Định lượng, khoảng thời gian đo và tần suất

Thời gian tính toán và phép đo tối thiểu là 12 tháng đối với giá trị năng lượng và nước tích lũy. Dữ liệu hàng năm sử dụng để tính toán WUE phải được lập thành văn bản. Dữ liệu hàng năm về mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT được thu thập phải trong cùng một khoảng thời gian. Không nhất thiết phải xác định tần suất đo hoặc đánh giá để xác định WUE hàng năm, vì giá trị nước hàng năm là dẫn xuất liên tục của năng lượng tiêu thụ trong khung thời gian đó. Các ví dụ về tính toán được mô tả trong Phụ lục A.

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

6.2.2 Các loại WUE

6.2.2.1 Giới thiệu

Bảng 1 đưa ra định nghĩa cho các loại WUE và cung cấp một lộ trình xác định nhằm giúp việc hiệu chỉnh độ chính xác của WUE được đo. WUE xem xét đến chất lượng nước và các loại nước tái sử dụng khác nhau. Loại 3 yêu cầu báo cáo bổ sung về tầm quan trọng của nước theo khu vực (mức độ căng thẳng nước, theo Phụ lục B) và tiêu thụ đất (theo Phụ lục D).

Bảng 1 - Loại WUE

Nguồn nước đầu vào	Loại 1 (WUE ₁) cơ bản	Loại 2 (WUE ₂) trung bình	Loại 3 (WUE ₃) nâng cao
Lượng nước đầu vào được xem xét	Lượng nước đầu vào thực tế của DC.	Lượng nước đầu vào thực tế của DC.	Lượng nước tiêu thụ của sản xuất năng lượng và lượng nước đầu vào thực tế trừ đi nước mưa.
Lượng nước đầu ra được xem xét	Không tái sử dụng nước; lượng nước đầu vào tương đương với lượng nước sử dụng.	Lượng nước đầu ra của DC để tái sử dụng phi công nghiệp.	Lượng nước đầu ra của DC với việc đo lường tái sử dụng phi công nghiệp và công nghiệp.
Báo cáo bổ sung	Không có.	Không có.	Mức độ căng thẳng nước theo khu vực và tiêu thụ đất.

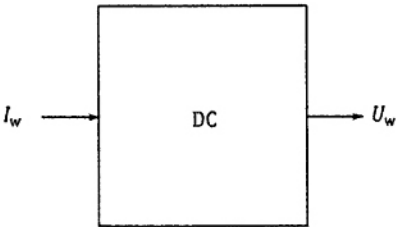
Chất lượng nước đầu vào được phân biệt thành nước uống và nước không uống được. Nếu có định nghĩa theo khu vực về chất lượng nước uống và nước không uống được thì phải tính đến định nghĩa này. Nếu không, áp dụng các định nghĩa được đưa ra trong tiêu chuẩn này. Đối với nước đầu ra, phải phân biệt giữa hai loại nước tái sử dụng: tái sử dụng phi công nghiệp và tái sử dụng công nghiệp. Định nghĩa về các tiêu chí tái sử dụng nước thường phụ thuộc vào quy định quốc gia hoặc địa phương. Phần nước đầu ra không được tái sử dụng được xác định là nước đã sử dụng.

6.2.2.2. WUE loại 1: Sử dụng nước nhưng không tính đến tái sử dụng nước

WUE₁ là một chỉ số xem xét tổng lượng nước tiêu thụ của DC. Đối với nước đầu vào, không phân biệt sử dụng nước và tái sử dụng nước trong loại 1 (xem Hình 1). WUE₁ không tính đến tầm quan trọng của mức độ căng thẳng nước và mức tiêu thụ đất theo khu vực.

CHÚ THÍCH: Đối với nước đầu vào, cả nước uống và nước không uống đều được tính đến.

WUE₁ bao gồm nước được sử dụng tại vị trí của DC để vận hành DC. Nghĩa là, bao gồm cả nước được sử dụng để tạo ẩm và nước bay hơi tại nơi sản xuất năng lượng hoặc làm mát DC và các hệ thống hỗ trợ của nó.



Hình 1 - WUE loại 1

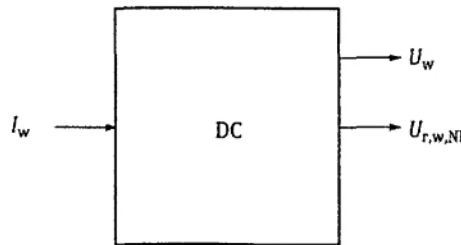
WUE loại 1 được tính toán bằng Công thức (3):

$$\eta_{U,W,1} = \frac{U_W}{E_{IT}} \quad (2)$$

Đối với loại 1, $W = U_W$. Đối với nước đầu ra trong loại 1, việc tái sử dụng nước không được tính đến. Nghĩa là, tất cả nước vào DC đều thoát ra khỏi DC dưới dạng nước đã qua sử dụng. WUE_1 chỉ yêu cầu các phép đo cơ bản cho nước đầu vào và không yêu cầu phải đo nước đầu ra. Đối với WUE_1 , không phải báo cáo bổ sung về mức độ căng thẳng nước và mức tiêu thụ đất theo khu vực.

6.2.2.3. WUE loại 2: Sử dụng nước có tính đến tái sử dụng nước

WUE_2 là chỉ số xem xét tổng lượng nước tiêu thụ của DC. Đối với nước đầu ra, có sự phân biệt giữa sử dụng nước và tái sử dụng nước trong loại 2 (xem Hình 2). Đối với loại 2, tái sử dụng nước chỉ đề cập đến nước phi công nghiệp. Đối với WUE_2 , không phải báo cáo bổ sung về mức độ căng thẳng nước và mức tiêu thụ đất theo khu vực.



Hình 2 - WUE loại 2

WUE loại 2 được tính toán bằng Công thức (4):

$$\eta_{U,W,2} = \frac{U_W}{E_{IT}} \quad (4)$$

trong đó $U_W = I_W - U_{r,w,i}$

WUE_2 chỉ yêu cầu các phép đo cơ bản cho nước đầu vào. Nước tái sử dụng phi công nghiệp phải được đo. Đối với WUE_2 , không phải báo cáo bổ sung về mức độ căng thẳng nước và mức tiêu thụ đất theo khu vực.

6.2.2.4. WUE loại 3: Sử dụng nước bao gồm tái sử dụng năng lượng và công nghiệp

WUE_3 là một chỉ số xem xét tổng lượng nước tiêu thụ của DC. Đối với loại 3, phải xác định lượng nước đầu vào loại trừ nước mưa đã qua sử dụng cho hoạt động của DC. Ngoài ra, phải xác định lượng nước tiêu thụ để sản xuất năng lượng được sử dụng bởi DC (xem Hình 3).

CHÚ THÍCH 1: Bằng cách loại trừ nước mưa khỏi lượng nước đầu vào, lợi ích của việc sử dụng nước mưa thu gom được tính đến. Nước mưa đã qua sử dụng là một phần của lượng nước đầu vào không dùng để uống.

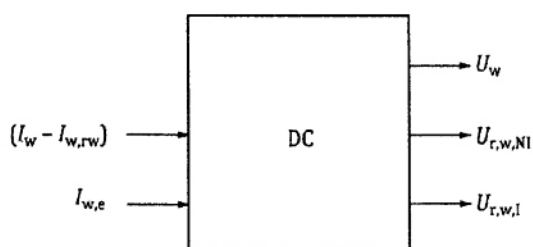
Để xác định lượng nước tiêu thụ để sản xuất năng lượng được sử dụng bởi DC, phải biết tổng lượng điện năng tiêu thụ của DC. Giá trị này sau đó phải được kết hợp với EWIF (xem Phụ lục C) dựa trên lượng nước được sử dụng để sản xuất năng lượng. Dữ liệu cho EWIF do nhà cung cấp/sản xuất năng lượng cung cấp.

Nếu không có sẵn giá trị cường độ nước năng lượng thực tế từ nhà cung cấp năng lượng địa phương, thì việc tính toán WUE sẽ bị ranh giới tại các phương pháp WUE₁ và WUE₂. Các giá trị EWIF trong Bảng C.1 là các ví dụ và không được sử dụng khi không có giá trị thực tế từ nhà cung cấp năng lượng địa phương.

CHÚ THÍCH 2: Đối với nước đã qua sử dụng trong việc cung cấp năng lượng (ví dụ: điện, nhiệt, làm mát, khí tự nhiên, nhiên liệu diesel), không có lượng nước đầu vào vật lý tại ranh giới của DC. Lượng nước đầu vào cho năng lượng luôn luôn được "sử dụng" vì điện năng bị "mất mát" (chuyển thành nhiệt).

Đối với nước đầu ra, có sự phân biệt giữa sử dụng nước và tái sử dụng nước trong loại 3. Đối với loại 3, việc tái sử dụng nước đề cập đến nước không dùng cho mục đích công nghiệp và nước dùng cho mục đích công nghiệp.

Báo cáo WUE₃ tính đến tầm quan trọng của mức độ căng thẳng và tiêu thụ đất theo khu vực.



Hình 3 - WUE loại 3

WUE loại 3 được tính toán bằng Công thức (4):

$$\eta_{U,W,3} = \frac{U_W}{E_{IT}} \quad (4)$$

trong đó $U_W = (I_w - I_{w,rw} + I_{w,e}) - (U_{r,w,I} + U_{r,w,NI})$ và $I_{w,e} = E_{DC} \times f_{EWI}$

7 Ứng dụng của WUE

Các nhà khai thác DC có thể sử dụng WUE để giám sát và báo cáo lượng nước tiêu thụ liên quan đến tiêu thụ năng lượng IT trong DC.

Mặc dù có thể sử dụng KPI này một cách độc lập, tuy nhiên, để đánh giá toàn diện hơn về hiệu suất sử dụng tài nguyên của DC, phải xem xét các KPI khác trong bộ tiêu chuẩn TCVN 14285 (ISO/IEC

30134). Khi báo cáo WUE, cũng phải báo cáo giá trị PUE tương ứng.

Tại nhiều khu vực trên thế giới, căng thẳng nước là một vấn đề nghiêm trọng. Chỉ số căng thẳng cấp nước gây ra sự suy giảm của nguồn nước ngọt cả về số lượng và chất lượng. Chỉ số căng thẳng cấp nước do tiêu thụ là do việc sử dụng nước rộng rãi trong công nghiệp và nông nghiệp/chăn nuôi. Một phần lớn trong số này là sử dụng gián tiếp trong các quy trình công nghiệp tốn nhiều nước, bao gồm cả DC. Vì lý do đó, WUE loại 3 xem xét các giai đoạn khác nhau của tầm quan trọng của nước.

Việc mở rộng các khu vực xây dựng làm giảm không gian mở trong và xung quanh các thành phố, ảnh hưởng đến các dịch vụ hệ sinh thái như lưu thông nước. Các chức năng quan trọng của đất, đặc biệt là khả năng thấm nước cũng bị mất đi. Các khu vực xây dựng liên quan đến DC là một phần của việc tiêu thụ đất này. Vì lý do đó, loại 3 xem xét việc tiêu thụ đất của DC.

Việc lập kế hoạch, xây dựng và vận hành DC phải tính đến tác động đến chất lượng nước, tầm quan trọng của nước và mức tiêu thụ đất. Đối với việc lựa chọn vị trí DC, tầm quan trọng của nước theo khu vực, tiềm năng tái sử dụng nước và việc mở rộng các khu vực xây dựng là những yếu tố quan trọng.

8 Báo cáo WUE

8.1 Yêu cầu

8.1.1. Cấu trúc chuẩn cho dữ liệu thông tin WUE

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

- a) DC được kiểm tra,
- b) giá trị WUE,
- c) loại WUE,
- d) tầm quan trọng của nước cho WUE₃,
- e) mức tiêu thụ đất cho WUE₃,
- f) ngày kết thúc giai đoạn đo theo định dạng ISO 8601-1 (ví dụ: yyyy-mm-dd).

Các loại WUE sẽ được cung cấp dưới dạng ký hiệu chỉ số dưới cho tên của số liệu, ví dụ: WUE₂ cho giá trị loại 2.

8.1.2. Dữ liệu báo cáo công bố WUE

8.1.2.1. Thông tin bắt buộc

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

- a) thông tin liên hệ (tên tổ chức hoặc thông tin liên hệ nên 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 phép đo: WUE với ký hiệu phù hợp bao gồm chỉ định loại;
- d) đặc tả các điểm cuối và thiết bị đo thể tích nước về mặt hiệu chuẩn;
- e) thông tin về mức sử dụng nước theo khu vực của nhà cung cấp năng lượng (EWIF).

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 hệ và mô tả môi trường khu vực;
- b) kết quả đo: WUE với ký hiệu phù hợp;
- c) E_{IT} và U_w ;
- d) ngày bắt đầu và ngày hoàn thành đo đánh giá;
- e) báo cáo về diện tích tòa nhà DC;
- 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;
- h) Tham chiếu nguồn năng lượng và các yếu tố chuyển đổi (ví dụ: EWIF).

8.2 Các khuyến nghị

Các thông tin sau đây giúp ích trong việc theo dõi xu hướng WUE trong một DC:

- a) diện tích DC (m^2);
- b) tổng công suất thiết kế của DC (ví dụ: 10 MW);
- c) tên của người kiểm toán và phương pháp kiểm toán được sử dụng (nếu có);
- d) thông tin liên hệ của DC;
- e) điều kiện môi trường của DC;
- f) vị trí và khu vực 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);

TCVN 14285-9:2024

o) mục tiêu sẵn sàng của DC (xem ISO/IEC 30134-1, Phụ lục A);

p) chi tiết làm mát và xử lý không khí.

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

8.3 Ví dụ về báo cáo giá trị WUE

Dựa trên cấu trúc của 8.1.1, khoản mục này cung cấp các ví dụ cụ thể về các ký hiệu WUE và cách diễn giải của các ký hiệu này.

Ví dụ 1:

Mẫu ký hiệu WUE cho loại 1:

DC X: $WUE_1 (2020-12-31) = 3,0$

Giải thích: Trong năm 2020, giá trị WUE của DC X là 3,0, tức là 6,00 m³ nước được sử dụng cho 2 MWh năng lượng IT trong DC. Đây là WUE loại 1.

Ví dụ 2:

Mẫu ký hiệu WUE cho loại 3:

DC Y: $WUE_3 (2020-12-31) = 4,0$; không có chỉ số căng thẳng cấp nước; diện tích đất sử dụng là 10 000 m²

Giải thích: Trong năm 2020, giá trị WUE của DC Y là 4,0, tức là 4,00 m³ nước được sử dụng cho 1 MWh năng lượng IT trong DC. Vị trí DC không có chỉ số căng thẳng cấp nước và diện tích đất sử dụng bởi các khu vực bịt kín của DC là 10 000 m². Đây là WUE loại 3.

8.4 Các dẫn xuất của WUE

8.4.1. Mục đích của các dẫn xuất WUE

Thông thường, các giá trị WUE cần:

- biểu thị WUE cho các khoảng thời gian nhỏ hơn 12 tháng; và/hoặc
- cung cấp WUE cho các DC tách biệt, không độc lập (tức là tòa nhà hỗn hợp); và/hoặc
- dự đoán giá trị WUE mong muốn trong giai đoạn thiết kế DC; và/hoặc
- cung cấp WUE cho chất lượng nước riêng lẻ; và/hoặc
- cung cấp WUE cho tái sử dụng nước;
- biểu thị giá trị WUE cho nhu cầu nước tối đa.

Vì mục đích này, các dẫn xuất WUE và hệ số tái sử dụng nước được thể hiện trong 8.4.3 đến 8.4.6 và 8.5 giải quyết các nhu cầu cụ thể này. Mỗi dẫn xuất phải kèm theo thông tin cụ thể mô tả tình huống cụ thể.

Việc sử dụng các dẫn xuất WUE sẽ được ghi nhận theo mô tả trong 8.4.3 đến 8.4.6. Việc sử dụng kết hợp các thuật ngữ được phép để mô tả các tình huống và giá trị cụ thể. Một ví dụ về việc sử dụng các dẫn xuất này là:

thiết kế, pWUE (20xx-08-01: 20xx-08-31) = 3,1 [tham khảo jji]

[jji]: [ranh giới của DC, làm mát được chia sẻ, không gian, an ninh vật lý]

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

8.4.2. WUE tạm thời

Định nghĩa của WUE nêu rõ ràng rằng đây là một con số hàng năm. Trong trường hợp phải báo cáo WUE cho các khoảng thời gian khác, ví dụ như vì lý do thanh toán hóa đơn nước, WUE cũng có thể được báo cáo cho các khoảng thời gian khác với tiền tố "i" và khoảng thời gian được ghi tại chỉ số dưới dòng, ví dụ: iWUE_{yyyy-mm-dd - yyyy-mm-dd}.

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

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

8.4.3. WUE một phần

Ngoài 8.1.1, việc báo cáo WUE một phần (pWUE) phải bao gồm danh sách chi tiết các nguồn tài nguyên được chia sẻ.

8.4.4. WUE thiết kế

WUE thiết kế (dWUE) mô tả một WUE dự đoán cho một DC trước khi vận hành.

Ngoài 8.1.1, việc báo cáo dWUE phải bao gồm lịch trình dWUE và dPUE dựa trên mục tiêu về tài IT.

8.4.5. WUE chất lượng

Định nghĩa của WUE nêu rõ ràng rằng tất cả các chất lượng nước đều được bao gồm. Thông thường không có các phép đo riêng cho một số chất lượng nước nhất định trong DC. Trong trường hợp phải báo cáo WUE cho một chất lượng nước nhất định, ví dụ như vì lý do thanh toán hóa đơn nước, WUE có thể được báo cáo cho một chất lượng nước duy nhất với tiền tố "q". qWUE chỉ được áp dụng nếu lượng nước đầu vào và lượng nước đầu ra cho chất lượng nước cụ thể này có thể được đo tách biệt so với các chất lượng nước khác, ví dụ như hệ thống nước độc lập để sử dụng nước mưa. qWUE không bao gồm việc hạ cấp nước hoặc nâng cấp nước.

CHÚ THÍCH: Hạ cấp nước mô tả việc làm giảm chất lượng nước; nâng cấp nước mô tả việc cải thiện chất lượng nước.

Ngoài 8.1.1, việc báo cáo qWUE phải bao gồm chất lượng nước đang được đánh giá.

8.4.6. WUE đỉnh

WUE đỉnh ($_{peak}WUE$) mô tả WUE trong các điều kiện thiết kế tối đa (ví dụ: làm mát không khí trong mùa hè) trong một giờ của tải IT hoạt động tối đa. Việc sử dụng $_{peak}WUE$ có thể tạo ra sự khác biệt giữa giá trị WUE "thiết kế" và "thực tế".

8.5 Hệ số tái sử dụng nước (WRF)

Nếu có sự tái sử dụng nước, WUE_2 và WUE_3 sẽ được báo cáo cùng với một KPI bổ sung cho việc tái sử dụng nước. WRF cung cấp phương pháp để xác định mức độ tái sử dụng nước liên quan đến DC.

WRF nằm trong khoảng từ 0 đến 1 ($0 \leq WRF \leq 1$). WRF có giá trị lý tưởng là 1,0, cho thấy tất cả nguồn nước liên quan đến hoạt động của DC đều được tái sử dụng.

WRF được định nghĩa được tính toán bằng Công thức (6):

$$f_{r,w} = \frac{U_{r,w}}{I_w} \tag{6}$$

Phụ lục A

(Tham khảo)

Ví dụ việc sử dụng CUE

A.1 Sử dụng CUE đúng cách

Phụ lục A cung cấp các ví dụ về việc sử dụng và tính toán WUE chính xác để hỗ trợ việc áp dụng WUE thông qua các nghiên cứu cụ thể. Các ví dụ này đều dựa trên cùng một thông số kỹ thuật của DC.

Mức sẵn sàng của DC là loại 3, theo ISO/IEC 22237-1. Mức tiêu thụ điện IT hàng năm, E_{IT} là 700 000 kWh. Mức tiêu thụ điện DC hàng năm, E_{DC} là 900 000 kWh. PUE_1 (ngày 31 tháng 12 năm 2016) của DC là 1,3.

Hệ thống làm mát của DC sử dụng bộ làm mát gián tiếp so với nhu cầu nước hàng năm là 2 000 m³. Điện năng của DC đến từ khí tự nhiên với EWIF là 3,0 m³ trên MWh. Không có tái sử dụng nước (ví dụ như từ nước mưa).

A.2 WUE loại 1

$$\eta_{U,W,1} = U_w / E_{IT} = (2\,000\text{ m}^3/\text{a}) / (700\text{ MWh}/\text{a}) = 2,9\text{ m}^3/\text{MWh}$$

trong đó

$$U_w = I_w = I_{w,p} = 2\,000\text{ m}^3/\text{a} = \text{nhu cầu nước từ bộ làm mát gián tiếp.}$$

CHÚ THÍCH: Ký hiệu đơn vị "/a" có nghĩa là khoảng thời gian đo là 12 tháng (luân phiên, theo năm). Đơn vị "m³" hoặc "MWh" có nghĩa là một mét khối nước được sử dụng trong khoảng thời gian đo 12 tháng.

A.3 WUE loại 3

$$\eta_{U,W,3} = U_w / E_{IT} = (3\,000\text{ m}^3/\text{a}) / (700\text{ MWh}/\text{a}) = 4,3\text{ m}^3/\text{MWh}$$

trong đó

$$U_w = I_w - O_w = (I_w - I_{w,rw} + I_{w,e}) - (U_{r,w,l} + U_{r,w,NI}) = (2\,000\text{ m}^3/\text{a} - 700\text{ m}^3 + 2\,700\text{ m}^3/\text{a}) - (0 + 1\,000\text{ m}^3/\text{a}) = 4\,000\text{ m}^3/\text{a} - 1\,000\text{ m}^3/\text{a} = 3\,000\text{ m}^3/\text{a}$$

trong đó

I_w có giá trị của nhu cầu nước 2 000 m³ từ bộ làm mát gián tiếp;

$$I_{w,e} = E_{DC} \times f_{EWI} = 900\text{ MWh} \times 3,0\text{ m}^3/\text{MWh} = 2\,700\text{ m}^3$$

đối với $U_{r,w,l}$ không có tái sử dụng nước công nghiệp; và

$U_{r,w,NI}$ có giá trị của 1 000 m³/a.

A.4 IWUE loại 3

Do mùa hè nhu cầu làm mát cao hơn mùa đông, kết quả là nhu cầu về điện và nước tại DC

TCVN 14285-9:2024

tăng lên trong giai đoạn từ 01/07/2016 đến 31/07/2016. Nhu cầu năng lượng IT là 60 MWh trong khoảng thời gian được xem xét. Chỉ số $iPUE_{2016-07-01 - 2016-07-31}$ là 1,7 do làm mát miễn phí không khả dụng vào mùa hè. Nhu cầu nước từ bộ làm mát kiểu đoạn nhiệt là 500 m^3 trong khoảng thời gian cần xem xét.

$$\eta_{U,W,2016-07-01 - 2016-07-31} = U_w / E_{IT} = (500 + 300) \text{ m}^3 / 60 \text{ MWh} = 13,3$$

trong đó

$$I_{w,e} = E_{DC} \times f_{EWM} = E_{IT} \times \eta_{U,P,I} \times f_{EWM} = 60 \text{ MWh} \times 1,7 \times 3,0 \text{ m}^3/\text{MWh} = 306 \text{ m}^3$$

Báo cáo về $iWUE$ sẽ là: $iWUE_{3(2016-07-01 - 2016-07-31)} = 13,3$ với $iPUE_{2016-07-01 - 2016-07-31} = 1,7$.

Phụ lục B

(Quy định)

Tầm quan trọng của nước

Đối với WUE loại 3, việc báo cáo về tầm quan trọng của nước là bắt buộc. Tầm quan trọng của nước được đo bằng "chỉ số căng thẳng cấp nước". Trong tiêu chuẩn này, chỉ số căng thẳng cấp nước được báo cáo bởi FI, i_F .

FI phụ thuộc vào hai biến số: dòng chảy mặt hàng năm (m^3) và dân số. FI được định nghĩa như sau:

$$i_F = S_{run} / p$$

Nếu lượng nước tái tạo tại một quốc gia thấp hơn $1\,700\,m^3$ mỗi người trong một năm, thì quốc gia đó được coi là đang phải chịu chỉ số căng thẳng cấp nước; dưới $1\,000\,m^3$ được coi là khan hiếm nước; và dưới $500\,m^3$ là hoàn toàn khan hiếm nước. Đối với WUE loại 3, báo cáo về tầm quan trọng của nước là thông tin bổ sung cho WUE và diện tích đất liên quan đến DC (Phụ lục D).

Phụ lục C

(Quy định)

Hệ số cường độ năng lượng nước

Hầu hết nước sau khi tuần hoàn được thải vào nước mặt hoặc bay hơi vào môi trường. Tăng tỷ lệ tuần hoàn và tránh bay hơi sẽ giảm lượng nước phải lấy từ nguồn nước đô thị, nước ngầm hoặc nước mặt. Đối với WUE loại 3, việc báo cáo về Hệ số cường độ năng lượng nước (EWIF) là bắt buộc.

EWIF là một số liệu để đánh giá tính bền vững khi lựa chọn vị trí DC hoặc hỗn hợp năng lượng cho DC. EWIF định lượng mức tiêu thụ nước do các nhà cung cấp năng lượng gây ra để sản xuất một đơn vị năng lượng.

Giá trị EWIF do nhà cung cấp năng lượng tính toán và cung cấp, ví dụ như tỷ lệ giữa nước tiêu thụ (m^3) và năng lượng sản xuất (MWh). Bảng C.1 cung cấp một số ví dụ về EWIF đối với sản xuất điện nhiệt điện và các nguồn năng lượng khác.

Bảng C.1 - Ví dụ EWIF cho các nguồn năng lượng khác nhau

Loại nhà máy và hệ thống làm mát	EWIF (m^3 / MWh)
hơi nước từ hoá thạch/ sinh khối/ nhiên liệu phế thải, làm mát một lần	1,36
hơi nước từ hoá thạch/ sinh khối/ nhiên liệu phế thải, bể làm mát	1,36 - 2,18
hơi nước từ hoá thạch/ sinh khối/ nhiên liệu phế thải, tháp làm mát	2,18
Hơi nước hạt nhân, làm mát một lần	1,82
Hơi nước hạt nhân, bể làm mát	1,82 - 3,27
Hơi nước hạt nhân, tháp làm mát	3,27
Chu trình hỗn hợp khí tự nhiên/ dầu, làm mát một lần	0,45
Chu trình hỗn hợp khí tự nhiên/ dầu, tháp làm mát	0,82
Chu trình hỗn hợp khí tự nhiên/ dầu, làm mát khô	0,00
Chu trình hỗn hợp than/ dầu nặng, tháp làm mát	0,91
Điện gió	0,00
CHÚ THÍCH: Về nguồn dữ liệu của bảng này, xem Tham khảo [17].	

Thông thường, điện lưới bao gồm hỗn hợp năng lượng từ các nguồn năng lượng khác nhau. EWIF và hỗn hợp năng lượng phải lấy từ nhà cung cấp năng lượng khu vực để sử dụng các giá trị thực tế trong tính toán WUE_3 . Nếu không có sẵn các giá trị thực tế, việc tính toán WUE sẽ bị giới hạn tại phương pháp WUE_2 . Bình thường, EWIF được tính cho điện năng nhưng không bị giới hạn bởi quy định điện năng là một trong những dạng năng lượng do DC sử dụng. Một ví dụ về năng lượng không phải điện được sử dụng trong DC là hệ thống làm mát chạy bằng nhiệt (ví dụ như máy làm mát hấp thụ). Trong trường hợp này, EWIF cho điện và nhiệt phải được xem xét.

Phụ lục D

(Quy định)

Mức tiêu thụ đất

Mức tiêu thụ đất thể hiện các chức năng quan trọng của đất bị mất đi, đặc biệt là khả năng thấm nước. Mức tiêu thụ đất của một DC theo khía cạnh khả năng thấm nước là một yếu tố quan trọng cho tính bền vững của DC. Thông thường, các hoạt động tiêu thụ đất là không thể đảo ngược. Với các khu vực càng đông dân cư, diện tích bị kín càng lớn. Hiện nay, tại nhiều đô thị, việc xác định diện tích bị kín bởi các lô đất xây dựng được dùng để tính phí cho chủ sở hữu các lô đất này trong việc xử lý lượng nước mưa không được thấm thấu khi tính toán phí nước thải.

Bên cạnh WUE, mức tiêu thụ đất cung cấp thêm thông tin về các tác động liên quan đến nước của khu vực xây dựng DC. Ngoài việc sử dụng nước mưa như một phần của WUE₂ (ví dụ làm mát không khí), việc tính toán mức tiêu thụ đất còn bao gồm cả yếu tố nước mưa không được thấm thấu do DC gây ra. Đối với WUE loại 3, mức tiêu thụ đất sẽ được báo cáo như là thông tin bổ sung cho WUE và mức độ căng thẳng nước (Phụ lục B).

Trong tiêu chuẩn này, việc tính toán mức tiêu thụ đất của một DC theo diện tích bị kín của khu đất DC được đề cập đến. Diện tích bị kín được chia thành các loại sau:

- Bề mặt bị kín hoàn toàn;
- Bề mặt bị kín gần như hoàn toàn;
- Bề mặt bị kín một phần;
- Bề mặt không bị kín.

Tùy thuộc vào loại, các hệ số bị kín khác nhau được sử dụng để tính toán mức tiêu thụ đất. 100 % nước mưa trên bề mặt bị kín hoàn toàn được thải vào hệ thống thoát nước công cộng. Do đó, khu vực này được tính là 100 %.

Các khu vực không bị kín hoàn toàn, chẳng hạn như lát đá tự nhiên, được tính toán với hệ số nhỏ hơn. Mức độ thấm thấu của lớp phủ sàn càng thấp thì diện tích tính toán càng nhỏ. Để tính toán mức tiêu thụ đất của DC, kích thước và loại bị kín (khả năng thấm nước) của các khu vực lát đá được tính đến.

Các khu vực xây dựng và lát nền bổ sung được nhân với các hệ số thoát nước khác nhau tùy thuộc vào loại bị kín và khả năng thấm nước (Bảng D.1) để tính toán việc mức tiêu thụ đất.

Bảng D.1 - Ví dụ về hệ số thoát nước cho các cấp độ khác nhau của bề mặt bịt kín

Cấp độ bịt kín	Hệ số thoát nước	Ví dụ về bề mặt
Bề mặt bịt kín hoàn toàn	1,0	Bề mặt mái nhà, bê tông nhựa, bê tông, nhựa đường
Bề mặt bịt kín gần như hoàn toàn	0,6	Tấm lát, đá nhân tạo, lát vỉa hè nổi đi
Bề mặt bịt kín một phần	0,3	Đá dăm, vỉa hè cỏ, mái nhà xanh
Bề mặt không bịt kín	0,0	Cỏ, sỏi

Ví dụ, các hệ số thoát nước do chính quyền địa phương cung cấp khi tính toán phí thoát nước. Hệ số thoát nước có thể khác nhau tùy theo từng khu vực. Một ví dụ về tính toán mức tiêu thụ đất của một DC như sau:

Ví dụ: Khuôn viên thuộc quyền sở hữu độc quyền của DC. Tòa nhà DC được xây dựng trên một khuôn viên có diện tích 10 000 m². Trong đó:

- Bề mặt bịt kín hoàn toàn bởi mái của tòa nhà DC và nhựa đường (ví dụ như đường dẫn vào) là 6 000 m².
- Bề mặt bịt kín gần như hoàn toàn bởi tấm lát và vỉa hè nổi đi cho khu vực bãi đậu xe là 1 000 m²
- Bề mặt bịt kín một phần bởi mái nhà xanh và vỉa hè cỏ trong khuôn viên DC là 1 000 m².
- Bề mặt không bịt kín như khu vực cỏ và sỏi là 2 000 m².

Mức tiêu thụ đất của DC được tính toán như sau:

$$\begin{aligned} L_{DC} &= S_F \times f_{s(F)} + S_H \times f_{s(H)} + S_I \times f_{s(I)} \\ &= 6\,000\text{ m}^2 \times 1,0 + 1\,000\text{ m}^2 \times 0,6 + 1\,000\text{ m}^2 \times 0,3 = 6\,900\text{ m}^2 \end{aligned}$$

DC có mức tiêu thụ đất là 6 900 m².

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO/IEC 22237-1, Information technology - Data centres and facilities and infrastructures - Part 1: General concepts
- [2] TCVN 14285-2:2024 (ISO/IEC 30134:2016), Công nghệ thông tin – Các chỉ số hiệu quả chính của Trung tâm dữ liệu - Phần 2: Hiệu suất sử dụng năng lượng (PUE)
- [3] ISO/IEC 30134-3, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 3: Renewable energy factor (REF)
- [4] ISO/IEC 30134-4, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 4: IT Equipment Energy Efficiency for servers (ITEEsv)
- [5] ISO/IEC 30134-5, Information technology - Data centres - Key performance indicators - Part 5: IT Equipment Utilization for servers (ITEUsv)
- [6] TCVN ISO 14046:2016: Quản lý môi trường - Dấu vết nước – Các nguyên tắc, yêu cầu và hướng dẫn
- [7] TCVN 7589 (tất cả các phần), Thiết bị đo điện (xoay chiều) - Yêu cầu cụ thể
- [8] EN 50600-1, Information technology - Data centre facilities and infrastructures - Part 1: General concepts
- [9] EN 12056-1-01, Gravity drainage systems inside buildings - Part 1: General and performance requirements
- [10] The Green Grid WP #35, 2011: WATER USAGE EFFECTIVENESS (WUE™): A GREEN GRID DATA CENTER SUSTAINABILITY METRIC
- [11] ASHRAE Real-Time Energy Consumption Measurements in data centres. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [12] Energy Calculators http://www.eia.doe.gov/kids/energy.cfm?page=about_energy_conversion_calculator-basics, 2010
- [13] ENERGY STAR data centre Energy Efficiency Initiatives, http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.server_efficiency#rating_dcdp, 2010
- [14] U.S. Geological Survey - Water Science School - Industrial Water User https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/industrial-water-use?qt-science_center_objects=Otfqt-Science_center_objects
- [15] Falkenmark M., Lundquist J., Widstrand C.1989), ", Macro-scale Water Scarcity Requires Micro-scale Approaches: Aspects Of Vulnerability in Semi-arid Development", Natural Resources Forum, Vol. 13, No. 4, pp. 258-267

- [16] Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/aquastat/en/geospatial-information> (2021)
 - [17] Water & Sustainability, (Volume 3): U.S. Water Consumption for Power Production - The Next Half Century: <http://large.stanford.edu/courses/2013/ph241/abdul-khabir2/docs/EPRI-Volume-3.pdf>
 - [18] World Health Organization, Guidelines for drinking-water quality [electronic resource]: incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. - 3rd ed. ISBN 92 4 154696 4.
-