TCVN T I Ê U C H U Ẩ N Q U Ố C G I A

**TCVN ISO/IEC 30134-9:2024**

**ISO/IEC 30134-9:2022**

**CÔNG NGHỆ THÔNG TIN –**

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

**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 3](#_Toc173351386)

[2. Tài liệu viện dẫn 3](#_Toc173351387)

[3. Thuật ngữ, định nghĩa, từ viết tắt và ký hiệu 3](#_Toc173351388)

[3.1. Thuật ngữ và định nghĩa 3](#_Toc173351389)

[3.2. Viết tắt 5](#_Toc173351390)

[3.3. Ký hiệu 5](#_Toc173351391)

[4. Phạm vi áp dụng của trung tâm dữ liệu 6](#_Toc173351392)

[5. Xác định WUE 7](#_Toc173351393)

[6. Đo lường WUE 7](#_Toc173351394)

[6.1. Tổng quan 7](#_Toc173351395)

[6.2. Đo lường lượng nước sử dụng thực tế 7](#_Toc173351396)

[7. Ứng dụng của WUE 10](#_Toc173351397)

[8. Báo cáo WUE 10](#_Toc173351398)

[8.1. Yêu cầu 10](#_Toc173351399)

[8.2. Các khuyến nghị 11](#_Toc173351400)

[8.3. Ví dụ về báo cáo giá trị WUE 12](#_Toc173351401)

[8.4. Các dẫn xuất của WUE 12](#_Toc173351402)

[8.5. Hệ số tái sử dụng nước (WRF) 14](#_Toc173351403)

[Phụ lục A (Tham khảo) Ví dụ sử dụng 15](#_Toc173351404)

[Phụ lục B (Quy định) Tầm quan trọng của nước 17](#_Toc173351407)

[Phụ lục C (Quy định) Hệ số cường độ năng lượng nước 18](#_Toc173351410)

[Phụ lục D (Quy định) Mức tiêu thụ đất 20](#_Toc173351413)

[Thư mục tài liệu tham khảo 22](#_Toc173351416)

|  |
| --- |
| **Lời nói đầu**TCVN ISO/IEC 30134-9:2024 hoàn toàn tương đương với ISO/IEC 30134-9:2022.TCVN ISO/IEC 30134-9:2024 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 30134-9:2024** |

**Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu - Chỉ số chất lượng chính - Phần 9: Hiệu suất sử dụng nước (WUE)**

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

# Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định hiệu suất sử dụng nước (WUE) như một chỉ số chất lượng 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 trung tâm dữ liệu. Bằng việc báo cáo mức tiêu thụ nước, có thể thể hiện hiệu suất sử dụng tài nguyên của trung tâm dữ liệu.

Tiêu chuẩn này:

1. định nghĩa WUE của một trung tâm dữ liệu;
2. giới thiệu các loại hình đo lường WUE;
3. mô tả mối quan hệ của KPI này với cơ sở hạ tầng, thiết bị công nghệ thông tin và hoạt động công nghệ thông tin của trung tâm dữ liệu;
4. định nghĩa việc đo lường, tính toán và báo cáo thông số; và
5. cung cấp thông tin về việc giải thích chính xác WUE.

# 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.*

ISO 8601-1, *Ngày và giờ - Biểu diễn để trao đổi thông tin - Phần 1: Các quy tắc cơ bản*.

# 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**

**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 cho trung tâm dữ liệu tại giới hạn của nó.

CHÚ THÍCH 1: Tổng năng lượng của DC được đo bằng MWh; năng lượng được đo bằng các thiết bị đo năng lượng tại giới hạn của DC hoặc các điểm phát điện bên trong giới hạn.

CHÚ THÍCH 2: Điều này bao gồm điện, khí tự nhiên, hydro, bioethanol và các tiện ích khu vực như nước lạnh cung cấp hoặc nước ngưng tụ.

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

[NGUỒN: ISO/IEC 30134-2:2016, 3.1.7]

**3.1.2**

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

năng lượng tiêu thụ bởi các thiết bị được sử dụng để quản lý, xử lý, lưu trữ hoặc định tuyến 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 các danh mục giống như trong Hiệu suất sử dụng năng lượng ISO 30134-2.

[NGUỒN: ISO/IEC 30134-2: 2016, 3.1.1, đã sửa đổi.]

**3.1.3**

**hiệu suất sử dụng nước (**water usage effectiveness)

tỷ lệ giữa lượng nước tiêu thụ của trung tâm dữ liệu 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 trung tâm dữ liệu 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 bảo đảm 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 độ căng thẳng nước khác nhau.

**3.1.9**

**căng thẳng 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.

## 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 năng lượng |
| 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 |

## Ký hiệu

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

E*DC* Tổng lượng tiêu thụ năng lượng của trung tâm dữ liệu (hàng năm) tính bằng MWh

EIT Lượng tiêu thụ năng lượng của thiết bị IT (hàng năm) tính bằng MWh

fEWI Hệ số cường độ nước năng lượng (EWIF)

fr,w Hệ số tái sử dụng nước (WRF)

fs(F) Hệ số thoát nước của bề mặt được bịt kín hoàn toàn

fs(f) Hệ số thoát nước của bề mặt được bịt kín một phần

fs(h) Hệ số thoát nước của bề mặt được bịt kín nhiều

Iw Tổng lượng nước đầu vào từ bên ngoài giới hạn trung tâm dữ liệu (hàng năm) được đo bằng tổng thể tích tính bằng m3

Iw,e Lượng nước đầu vào từ tiêu thụ nước để sản xuất năng lượng Iw,p Lượng nước đầu vào từ nước uống

Iw,p Lượng nước đầu vào từ nước mưa

if Chỉ số Falkenmark (FI)

LDC Diện tích đất sử dụng của trung tâm dữ liệu

Ow Tổng lượng nước thải ra ngoài giới hạn trung tâm dữ liệu (hàng năm) được đo bằng tổng thể tích tính bằng m3

p Dân số

sF Bề mặt được bịt kín hoàn toàn

sf Bề mặt được bịt kín một phần

sh Bề mặt được bịt kín nhiều

srun Lượng nước mặt chảy trôi (hàng năm) được đo bằng m3

Uw Lượng nước sử dụng của trung tâm dữ liệu (hàng năm) được đo bằng tổng thể tích tính bằng m3

Ur,w Lượng nước tái sử dụng của trung tâm dữ liệu (hàng năm) được đo bằng tổng thể tích tính bằng m3

Ur,w,l Tái sử dụng nước công nghiệp

Ur,w,NI Tái sử dụng nước phi công nghiệp

ηU,W Hiệu suất sử dụng nước

ηU,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.

# Phạm vi áp dụng của trung tâm dữ liệu

WUE theo quy định trong tiêu chuẩn này:

* chỉ liên quan đến cơ sở hạ tầng trung tâm dữ liệu và thiết bị IT trong giới hạn của nó;
* mô tả mức tiêu thụ nước liên quan đến các thiết bị có điều kiện môi trường, đặc điểm tải 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 trung tâm dữ liệu và năng lượng tiêu thụ của thiết bị IT.

WUE không:

* xét đến hiệu suất của các nguồn lực khác như nguồn nhân lực, không gian hoặc CO2;
* cung cấp một chỉ số đo năng suất trung tâm dữ liệu;
* cung cấp độc lập, chỉ số đo hiệu suất toàn diện;
* tính toán cho chất lượng quy trình tái sử dụng nước bên ngoài giới hạn của DC;
* tính toán cho việc hạ hoặc nâng cấp nước (giảm hoặc cải thiện chất lượng nước).

# 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 trung tâm dữ liệu. Về lý thuyết, WUE không có giới hạn trên và dưới.

WUE được xác định theo Công thức (1):

****

Lượng nước sử dụng hàng năm được tính toán theo Công thức (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 trung tâm dữ liệu và lượng nước sử dụng cho các chức năng khác.

# Đo lường WUE

## Tổng quan

Tất cả các KPI của bộ tiêu chuẩn ISO/IEC 30134 được xác định trong giới hạn của một trung tâm dữ liệu (xem ISO/IEC 30134-1).

## Đo lường lượng nước sử dụng thực tế

**6.2.1. Tính toán, thời gian đo và tần suất**

Thời gian tính toán và đo lường 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 ghi lại. 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 lường hoặc đánh giá để xác định WUE hàng năm, vì giá trị nước hàng năm là tích phân 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 lường hoặc đánh giá có thể cần thiết cho việc cải thiện hệ thống phụ (tham khảo PUE cục bộ), nhưng không bắt buộc phải công bố WUE.

**6.2.2. 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 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 thiếu nước, theo Phụ lục B) và tiêu thụ đất (theo Phụ lục D).

**Bảng 1 - Loại WUE**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nguồn nước đầu vào** | **Loại 1 (WUE1) cơ bản** | **Loại 2 (WUE2) trung gian** | **Loại 3 (WUE3) 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 thiếu nước theo khu vực và tiêu thụ đất. |

CHÚ THÍCH: Chất lượng nước đầu vào được phân biệt thành nước uống và nước không uống. Nếu có định nghĩa theo khu vực về chất lượng nước uống và nước không uống 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 mà không tái sử dụng**

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 tình trạng thiếu 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 DC để vận hành trung tâm dữ liệu. Nghĩa là, bao gồm cả nước được sử dụng để tạo ẩm và nước bay hơi tại nơi sản xuất năng lượng hoặc làm lạnh DC và các hệ thống hỗ trợ của nó.



**Hình 1 - WUE loại 1**

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

****

Đối với loại 1, W = Uw. 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. WUE1 chỉ yêu cầu các phép đo cơ bản cho nước đầu vào và không yêu cầu phải đo nước đầu ra. Đối với WUE1, không phải báo cáo bổ sung về mức độ thiếu nước theo khu vực và mức tiêu thụ đất.

**6.2.2.3. WUE loại 2: Sử dụng nước bao gồm tái sử dụng**

WUE2 là một 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 WUE2, không phải báo cáo bổ sung về mức độ thiếu nước theo khu vực và mức tiêu thụ đất.



**Hình 2 - WUE loại 2**

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

****

trong đó *Uw = Iw - Ur,w,l*

WUE2 chỉ yêu cầu các phép đo cơ bản cho nước đầu vào. Nước tái sử dụng phi công nghiệp phải được đo. Đối với WUE2, không phải báo cáo bổ sung về mức độ thiếu nước theo khu vực và mức tiêu thụ đất.

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

WUE3 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 giới hạn 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, lạnh, khí tự nhiên, nhiên liệu diesel), không có lượng nước đầu vào vật lý tại giới hạn 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 tình trạng thiếu nước và tiêu thụ đất ở khu vực.



**Hình 3 - WUE loại 3**

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

****

trong đó *Uw* = (*Iw* - *Iw,r,w* + *Iw,e*) - (*Ur,w*,I + *Ur,w*,IN) và *Iw,e* = *EDC* × *fEWI*

# Ứng dụng của WUE

Các nhà quản lý trung tâm dữ liệu 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 ISO/IEC 30134. Khi báo cáo WUE, cũng phải báo cáo giá trị PUE tương ứng.

Tại nhiều khu vực trên thế giới, thiếu nước là một vấn đề nghiêm trọng. Căng thẳng về nước gây ra sự suy giảm của nguồn nước ngọt về số lượng và chất lượng. Căng thẳng về 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 trung tâm dữ liệu. 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.

# Báo cáo WUE

## Yêu cầu

**8.1.1. Cấu trúc tiêu chuẩn cho việc truyền dữ liệu WUE**

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

1. trung tâm dữ liệu được kiểm tra,
2. giá trị WUE,
3. loại WUE,
4. tầm quan trọng của nước cho WUE3,
5. mức tiêu thụ đất cho WUE3,
6. ngày kết thúc giai đoạn đo lường theo định dạng ISO 8601-1 (ví dụ: yyyy-mm-dd).

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

**8.1.2. Dữ liệu cho việc báo cáo công khai WUE**

**8.1.2.1. Thông tin bắt buộc**

Dữ liệu sau đây phải được cung cấp khi báo cáo công khai dữ liệu WUE:

1. thông tin liên hệ (ít nhất tên tổ chức);
2. thông tin vị trí DC (ít nhất là quận hoặc khu vực);
3. kết quả đo lường: WUE với ký hiệu phù hợp;
4. đặc tả các điểm cuối và thiết bị đo lường thể tích nước về mặt hiệu chuẩn;
5. thông tin về mức sử dụng nước khu vực của nhà cung cấp năng lượng (EWIF).

**8.1.2.2. Bằng chứng hỗ trợ**

Thông tin tối thiểu về trung tâm dữ liệu phải bao gồm các mục sau đây:

1. tên tổ chức, thông tin liên hệ và mô tả môi trường khu vực;
2. kết quả đo: WUE với ký hiệu phù hợp;
3. EIT *và* Uw;
4. ngày bắt đầu đo lường và ngày hoàn thành đánh giá;
5. báo cáo về diện tích tòa nhà DC;
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 và loại PUE tương ứng;
8. Tham chiếu nguồn năng lượng và các yếu tố chuyển đổi (ví dụ: EWIF).

## Các khuyến nghị

Các thông tin sau đây giúp ích trong việc theo dõi xu hướng WUE đối với một trung tâm dữ liệu:

1. diện tích DC (m2);
2. tổng tải thiết kế của DC cho cơ sở vật chất (ví dụ: 10 MW);
3. tên của tổ chức kiểm toán viên và phương pháp kiểm toán được sử dụng (nếu có);
4. thông tin liên hệ 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 vận hành;
10. số lượng máy chủ, bộ định tuyến và thiết bị lưu trữ;
11. sử dụng CPU trung bình và đỉnh 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 sàng 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.

## 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 chúng.

Ví dụ 1:

Mẫu ký hiệu WUE cho loại 1:

DC X: WUE1 (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.

Mẫu ký hiệu WUE cho loại 3:

DC Y: WUE3 (2020-12-31) = 4,0; không có căng thẳng 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 căng thẳng nước và diện tích đất sử dụng bởi các khu vực niêm phong của DC là 10 000 m2. Đây là WUE loại 3.

## Các dẫn xuất của WUE

**8.4.1. Mục đích của các dẫn xuất WUE**

Thông thường, các giá trị WUE được phải để:

1. biểu thị WUE cho các khoảng thời gian nhỏ hơn 12 tháng; và/hoặc
2. cung cấp WUE cho các trung tâm dữ liệu tách biệt, không độc lập (tức là tòa nhà hỗn hợp); và/hoặc
3. dự đoán giá trị WUE mong muốn trong giai đoạn thiết kế DC; và/hoặc
4. cung cấp WUE cho chất lượng nước riêng lẻ; và/hoặc
5. cung cấp WUE cho tái sử dụng nước;
6. 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 giới thiệu từ 8.4.3 đến 8.4.6 và 8.5, giải quyết các nhu cầu cụ thể này. Mỗi dẫn xuất phải được 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 từ 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 tạm thời (20xx-08-01: 20xx-08-31) = 3,1 [tham khảo jjj]

[jjj]: [giới hạn của DC, làm lạnh chia sẻ, không gian, an ninh vật lý]

40 % tải trọng IT, 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: iWUEyyyy-mm-dd - yyyy-mm-dd.

Lưu ý rằng, đối với một khoảng thời gian báo cáo WUE nhỏ hơn 12 tháng, các phép đo lường 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 lường 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 tải 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 biệt 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 riêng 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 hạ cấp nước hoặc nâng cấp nước.

CHÚ THÍCH: Hạ cấp nước mô tả việc 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 (peakWUE) mô tả WUE trong các điều kiện thiết kế tối đa (ví dụ: làm lạnh không khí trong mùa hè) trong một giờ của tải IT hoạt động tối đa. Việc sử dụng peakWUE có thể tạo ra sự khác biệt giữa giá trị WUE "thiết kế" và "thực tế".

## Hệ số tái sử dụng nước (WRF)

Nếu có bất kỳ sự tái sử dụng nước nào, WUE2 và WUE3 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 ≤ WRF ≤ 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)*:*



# Phụ lục A

# (Tham khảo)

# Ví dụ sử dụng

**A.1. Sử dụng CUE đúng cách**

Phụ lục A cung cấp các ví dụ về việc sử dụng và tính toán WUE chính xác để hỗ trợ việc áp dụng WUE nhanh chóng thông qua sự hiểu biết rộng rãi. 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, EITlà 700 000 kWh. Mức tiêu thụ điện trung tâm dữ liệu hàng năm, EDC, là 900 000 kWh. PUE1 (ngày 31 tháng 12 năm 2016) của DC là 1,3.

Hệ thống làm lạnh của DC sử dụng bộ làm lạnh gián tiếp 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**

**ηU,W,1 = Uw / EIT = (2 000 m3/a) /(700 MWh/a) = 2,9 m3/MWh**

**Trong đó**

**Uw = Iw = Iw,p = 2 000 m3/a = nhu cầu nước từ bộ làm lạnh gián tiếp**

CHÚ THÍCH: Ký hiệu đơn vị "/năm" 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**



trong đó



trong đó

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



đối với Ur,w,I, không có tái sử dụng nước công nghiệp; và

*Ur,w,NI* có giá trị của 1 000 m3/năm.

**A.4. WUE tạm thời loại 3**

Mùa hè nhu cầu làm lạnh cao hơn mùa đông. Kết quả là nhu cầu về điện và nước tại DC 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 iPUE2016-07-01 – 2016-07-31 là 1,7 do làm lạnh miễn phí không khả dụng vào mùa hè. Nhu cầu nước từ bộ làm lạnh kiểu đoạn nhiệt là 500 m3 trong khoảng thời gian cần xem xét.



trong đó



Báo cáo về iWUE sẽ là: iWUE3(2016-07-01 – 2016-07-31) = 13,3 với iPUE2016-07-01 – 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 nước". Trong tiêu chuẩn này, mức độ căng thẳng nước được báo cáo bởi FI, iF.

FI phụ thuộc vào hai biến số: dòng chảy mặt hàng năm (m3) và dân số. FI được định nghĩa như sau:

iF = srun / p

Nếu lượng nước tái tạo ở một quốc gia thấp hơn 1 700 m3 mỗi người ttrong một năm, thì quốc gia đó được coi là đang phải chịu căng thẳng về nước; dưới 1 000 m3 được coi là khan hiếm nước; và dưới 500 m3, là hoàn toàn khan hiếm nước. Đối với WUE loại 3, tầm quan trọng của nước được báo cáo như là thông tin bổ sung cho WUE và diện tích đất liên quan đến trung tâm dữ liệu (Phụ lục D).

# Phụ lục C

# (Quy định)

#  Hệ số cường độ năng lượng nước

Hầu hết nước, sau khi tuần hoàn, được thải trở lại môi trường, có thể trực tiếp vào nước mặt (thường ở chất lượng giảm) hoặc qua bay hơi. 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 trung tâm dữ liệu hoặc hỗn hợp năng lượng cho trung tâm dữ liệu. EWIF định lượng mức tiêu thụ nước do các nhà cung cấp năng lượng gây ra để sản xuất một đơn vị năng lượng.

EWIF được tính toán bởi nhà cung cấp năng lượng như tỷ lệ giữa nước tiêu thụ (m3) và năng lượng sản xuất (MWh). Giá trị của EWIF thường do nhà cung cấp năng lượng cung cấp. 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 lạnh** | **EWIF (m³ / MWh)** |
| hơi nước từ hoá thạch / sinh khối / nhiên liệu phế thải, làm lạnh một lần | 1,36 |
| hơi nước từ hoá thạch / sinh khối / nhiên liệu phế thải, bể làm lạnh | 1,36 - 2,18 |
| hơi nước từ hoá thạch / sinh khối / nhiên liệu phế thải, tháp làm lạnh | 2,18 |
| Hơi nước hạt nhân, làm lạnh một lần | 1,82 |
| Hơi nước hạt nhân, bể làm lạnh | 1,82 - 3,27 |
| Hơi nước hạt nhân, tháp làm lạnh | 3,27 |
| Chu trình hỗn hợp khí tự nhiên / dầu, làm lạnh một lần | 0,45 |
| Chu trình hỗn hợp khí tự nhiên / dầu, tháp làm lạnh | 0,82 |
| Chu trình hỗn hợp khí tự nhiên / dầu, làm lạnh khô | 0,00 |
| Chu trình hỗn hợp than / dầu nặng, tháp làm lạnh | 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 WUE3. Nếu không có sẵn các giá trị thực tế, việc tính toán WUE sẽ bị giới hạn ở phương pháp WUE2. Bình thường, EWIF được tính cho điện nhưng không giới hạn ở điện là một trong những dạng năng lượng sử dụng bởi DC. Một ví dụ về năng lượng không phải điện được sử dụng trong DC là hệ thống làm lạnh chạy bằng nhiệt (ví dụ như máy lạnh 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 có nghĩa là các chức năng quan trọng của đất, đặc biệt là khả năng thấm nước, bị mất đi. 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. Khu định cư càng đông đúc thì không gian càng khan hiếm và việc xây dựng và đóng kín các khu vực sử dụng càng nhiều. Ở nhiều đô thị, việc đóng kín các lô đất xây dựng hiện nay được xác định để tính phí chủ sở hữu xử lý nước mưa không thấm thoát 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 lạnh không khí), việc mức tiêu thụ đất còn tính đến việc ngăn chặn sự thẩm thấu nước mưa 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 thiếu nước (Phụ lục B).

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

* Bề mặt hoàn toàn bịt kín
* Bề mặt bịt kín nặng
* Bề mặt ít bịt kín
* Khu vực không bịt kín

Tùy thuộc vào loại, các hệ số bịt kín khác nhau được sử dụng để tính toán mức tiêu thụ đất. 100% nước mưa trên bề mặt hoàn toàn bịt kín được dẫn vào hệ thống thoát nước công cộng. Do đó, khu vực này được tính là 100%. Các khu vực không được bịt kín đủ, chẳng hạn như lát đá tự nhiên, được tính toán với hệ số nhỏ hơn. Mức độ thẩm 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 bịt 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 bịt 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 hoàn toàn bịt kín | 1,0 | Mái nhà, nhựa đường, bê tông, bitum |
| Bề mặt bịt kín nặng | 0,6 | Tấm lát, đá nhân tạo, lát vỉa hè nối cỏ |
| Bề mặt ít bịt kín | 0,3 | Đá dăm, vỉa hè cỏ, mái nhà xanh |
| Khu vực 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 vùng. Một ví dụ về tính toán mức tiêu thụ đất của một DC được cung cấp như sau:

**Ví dụ:** Tòa nhà trung tâm dữ liệu được xây dựng trên một khuôn viên có diện tích 10 000 m2. Khuôn viên thuộc quyền sở hữu độc quyền của trung tâm dữ liệu. 6 000 m2 trong số 10 000 m2 được niêm phong hoàn toàn bởi mặt mái của tòa nhà trung tâm dữ liệu và nhựa đường (ví dụ như đường dẫn vào). 1 000 m2 được niêm phong nặng bằng tấm lát và vỉa hè nối cỏ cho khu vực bãi đậu xe. Khu vực mái nhà xanh và vỉa hè cỏ chiếm 1 000 m2 trong khuôn viên trung tâm dữ liệu. 2 000 m2 là khu vực không được niêm phong như cỏ và sỏi.

Mức tiêu thụ đất của trung tâm dữ liệu được tính toán như sau:



Trung tâm dữ liệu có mức mức tiêu thụ đất là 6 900 m2.

# Thư mục tài liệu tham khảo

1. ISO/IEC 22237-1: Công nghệ thông tin - Trung tâm dữ liệu, cơ sở vật chất và cơ sở hạ tầng - Phần 1: Khái niệm tổng quan
2. ISO/IEC 30134-2:2016: 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 thiết bị IT 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 IT cho máy chủ (ITEUsv)
6. ISO 14046: Quản lý môi trường - Dấu chân nước - Nguyên tắc, yêu cầu và hướng dẫn
7. IEC 62052 (tất cả các phần): Thiết bị đo điện năng (AC) - Yêu cầu tổng quan, thử nghiệm và điều kiện thử nghiệm
8. IEC 62053 (tất cả các phần): Thiết bị đo điện năng (AC) - Yêu cầu cụ thể
9. EN 50600-1: Công nghệ thông tin - Cơ sở vật chất và cơ sở hạ tầng trung tâm dữ liệu - Phần 1: Khái niệm tổng quan
10. EN 12056-1-01: Hệ thống thoát nước trọng lực bên trong tòa nhà - Phần 1: Yêu cầu chung và hiệu suất
11. The Green Grid WP #35, 2011: HIỆU SUẤT SỬ DỤNG NƯỚC (WUE™): MỘT CHỈ SỐ BỀN VỮNG CHO TRUNG TÂM DỮ LIỆU CỦA GREEN GRID
12. ASHRAE Đo lường mức tiêu thụ năng lượng theo thời gian thực tại các trung tâm dữ liệu. Atlanta: Hiệp hội kỹ sư sưởi ấm, làm lạnh và điều hòa không khí Hoa Kỳ, Inc.
13. Máy tính năng lượng [invalid URL removed], 2010
14. Sáng kiến Hiệu suất năng lượng trung tâm dữ liệu ENERGY STAR, [invalid URL removed], 2010
15. Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ - Trường Khoa học Nước - Người sử dụng nước công nghiệp [invalid URL removed]
16. Falkenmark M., Lundquist J., Widstrand C. (1989), "Thiếu hụt nước quy mô lớn đòi hỏi các cách tiếp cận quy mô nhỏ: Các khía cạnh của tính dễ bị tổn thương trong Phát triển bán khô hạn", Diễn đàn Tài nguyên thiên nhiên, Tập san **13,** Số 4, trang 258-267
17. Tổ chức Nông nghiệp và Lương thực Liên Hiệp Quốc, <http://www.fao.org/aquastat/> en/geospatial-information/ (2021)
18. Nước và Bền vững, (Tập 3): Mức tiêu thụ nước của Hoa Kỳ để Sản xuất Điện - Nửa thế kỷ tới: [http://large.stanford.edu/courses/2013/ph241/abdul-khabir2/docs/EPRI]([invalid URL removed]\*
19. Tổ chức Y tế Thế giới, Hướng dẫn về chất lượng nước uống

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