

Phổ biến hướng dẫn áp dụng 03 TCVN về Mô đun Quang điện

1. Nội dung TCVN 13083-1:2020 IEC TS 61724-1:2017 Tính năng của hệ thống Quang điện – Phần 1: Theo dõi

Tiêu chuẩn này đưa ra các yêu cầu đối với thiết bị, phương pháp và thuật ngữ đối với theo dõi và phân tích tính năng của các hệ thống quang điện (PV). Việc theo dõi và phân tích tính năng của hệ thống quang điện được đề cập đến thông qua việc:

- Quy định về hệ thống theo dõi
- Thu thập dữ liệu về tham số đo được và kiểm tra chất lượng của các tham số đo
- Các tham số tính toán
- Thước đo tính năng.

Ngoài ra, tiêu chuẩn này đóng vai trò làm cơ sở cho các tiêu chuẩn khác dựa vào các dữ liệu được thu thập.

Một số thuật ngữ liên quan đến điện mặt trời được đề cập trong tiêu chuẩn này, ví dụ như:

- + Cường độ bức xạ - G (irradiance) là thông lượng công suất bức xạ tới trên một đơn vị diện tích, được tính bằng $W \cdot m^{-2}$.
- + Năng lượng bức xạ - H (irradiation) là cường độ bức xạ được lấy tích phân trong một khoảng thời gian cụ thể, được tính bằng đơn vị $kW \cdot h \cdot m^{-2}$.
- + Điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (STC): là điều kiện của cường độ bức xạ trên mặt phẳng ($1\ 000\ W \cdot m^{-2}$), nhiệt độ tiếp giáp của tế bào PV ($25\ ^\circ C$) và phổ bức xạ chuẩn được xác định trong TCVN 12678-3 (IEC 60904-3).
- + Công suất tác dụng – P là giá trị trung bình được lấy trong một khoảng thời gian của tích số tức thời của dòng điện và điện áp trong các điều kiện định kỳ, tính bằng W.
- + Công suất biểu kiến – S là tích của điện áp hiệu dụng giữa các cực của phần tử hai cực hoặc mạch điện hai cực và dòng điện hiệu dụng trong phần tử hoặc mạch điện, tính bằng VA.

Quy định chung cho các phép đo trong tiêu chuẩn này như sau :

- Yêu cầu về độ không đảm bảo đo: là độ không đảm bảo đo của thiết bị cảm biến và thiết bị ổn định tín hiệu
- Hiệu chuẩn: Nêu yêu cầu hiệu chuẩn các cảm biến và thiết bị điện tử ổn định tín hiệu
- Phần tử lặp lại: Tùy thuộc vào quy mô của hệ thống và yêu cầu của người sử dụng, hệ thống theo dõi có thể bao gồm cảm biến dự phòng và/hoặc lặp lại các phần tử cảm biến cho các thành phần khác nhau hoặc phần nhỏ của hệ thống PV đầy đủ. Theo đó, các tham số được đo và được tính được xác định trong tiêu chuẩn này có thể có nhiều trường hợp, mỗi trường hợp tương ứng với một phần nhỏ hoặc thành phần nhỏ của hệ thống PV.
- Tiêu thụ công suất: Quy định tổn hao công suất của nhà máy là các công suất ký sinh tiêu thụ bởi các hệ thống bám theo mặt trời, hệ thống theo dõi và các hệ thống phụ trợ khác cần thiết cho hoạt động của nhà máy PV.

- Tài liệu: điều này đưa ra các tài liệu cần thiết của nhà máy, ví dụ như:
 - + Quy định kỹ thuật của tất cả các thành phần của hệ thống theo dõi, kể cả cảm biến và thiết bị điện tử ổn định tín hiệu.
 - + Hướng dẫn cho người sử dụng phải được cung cấp kèm theo phần mềm hệ thống theo dõi.
 - + Tất cả các hoạt động bảo trì hệ thống, bao gồm làm sạch cảm biến, môđun PV hoặc các bề mặt bị bẩn khác...
 - Kiểm tra: đưa ra yêu cầu về số lần kiểm tra hệ thống theo dõi:
 - + Cấp A và cấp B, ít nhất mỗi năm một lần.
 - + Cấp C thì cần kiểm tra theo các yêu cầu cụ thể của từng địa điểm.
- Yêu cầu và Cách thức thực hiện các yêu cầu của tiêu chuẩn như sau:*

1. Quy định về hệ thống theo dõi:

Trong tiêu chuẩn này, hệ thống theo dõi được ứng dụng cho:

- + Đánh giá tính năng của hệ thống cơ bản
- + Tài liệu đảm bảo tính năng
- + Phân tích tổn hao hệ thống
- + Đánh giá sự tương tác với lưới điện
- + Khoanh vùng sự cố
- + Đánh giá công nghệ PV
- + Đo chính xác độ suy giảm của hệ thống PV

Tiêu chuẩn này cũng đưa ra 3 cấp hệ thống theo dõi dựa trên độ chính xác của hệ thống như sau:

- Cấp A: Độ chính xác cao
- Cấp B: Độ chính xác trung bình
- Cấp C: Độ chính xác cơ bản

Cấp A hoặc cấp B thích hợp nhất đối với các hệ thống PV quy mô lớn, ví dụ như các hệ thống phát điện quy mô lớn và hệ thống lắp đặt thương mại quy mô lớn, trong khi cấp B hoặc cấp C sẽ thích hợp nhất đối với các hệ thống nhỏ, ví dụ như các hệ thống lắp đặt thương mại quy mô nhỏ hơn và hệ thống lắp đặt trong dân cư. Tuy nhiên, người sử dụng tiêu chuẩn này có thể quy định bất kỳ cấp nào thích hợp với ứng dụng của mình, bất kể quy mô hệ thống PV.

Bảng 1 – Phân cấp hệ thống theo dõi và các ứng dụng được đề xuất

Ứng dụng điển hình	Cấp A Độ chính xác cao	Cấp B Độ chính xác trung bình	Cấp C Độ chính xác cơ bản
Đánh giá tính năng của hệ thống cơ bản	X	X	X
Tài liệu đảm bảo tính năng	X	X	
Phân tích tổn hao hệ thống	X	X	
Đánh giá sự tương tác với lưới điện	X		
Khoanh vùng sự cố	X		

Đánh giá công nghệ PV	X		
Đo chính xác độ suy giảm của hệ thống PV	X		

2. Thời gian thu thập dữ liệu và lập báo cáo được quy định như sau:

Thời gian thu thập dữ liệu là khoảng thời gian lấy mẫu. Mẫu là dữ liệu thu được từ cảm biến hoặc thiết bị đo, còn khoảng thời gian lấy mẫu là thời gian giữa các mẫu.

Báo cáo là giá trị tập hợp bao trùm nhiều khoảng thời gian ghi chép và kỳ báo cáo là thời gian giữa các báo cáo. Thông thường, kỳ báo cáo sẽ được chọn là ngày, tuần, tháng hoặc năm.

Tùy theo các cấp của hệ thống theo dõi mà cần đo các tham số cụ thể. Các tham số được đo bao gồm:

2.1. Cường độ bức xạ:

- Đo cường độ bức xạ tại hiện trường gồm:

+ Cường độ bức xạ trên mặt phẳng (POA); Cường độ bức xạ ngang tổng hoặc tổng xạ ngang (GHI).

+ Thiết bị đo: cảm biến bức xạ thích hợp bao gồm

- Nhật xạ kế theo công nghệ pin nhiệt điện;
- Thiết bị chuẩn PV, bao gồm các tế bào chuẩn và các môđun chuẩn; và
- Các cảm biến điốt quang điện.

Vị trí của các cảm biến phải được chọn thích hợp và cần căn chỉnh cảm biến theo góc nghiêng và góc phương vị, các cảm biến đo cũng cần bảo trì bao gồm hiệu chuẩn lại, làm sạch, kiểm tra và thay thế...

Các phép đo bổ sung gồm đo cường độ bức xạ trực tiếp thông thường, cường độ bức xạ khuếch tán, cường độ bức xạ trên mặt phẳng đối với các hệ thống hội tụ, phổ bức xạ đối với các hệ thống hội tụ, tỷ lệ bao quanh mặt trời đối với các hệ thống hội tụ.

- Đo bức xạ bằng vệ tinh viễn thám: Khi được phép các đại lượng bức xạ có thể được ước tính từ vệ tinh viễn thám. Các bức xạ có nguồn gốc từ vệ tinh đó được sử dụng rộng rãi để theo dõi tính năng của các hệ thống phát điện phân phối bao gồm các hệ thống cấp B và cấp C không có thiết bị đo, để tránh các yêu cầu về chi phí và bảo trì của các phép đo tại hiện trường.

Các bức xạ có nguồn gốc từ vệ tinh, bao gồm tổng xạ theo phương ngang, bức xạ trực tiếp thông thường, bức xạ khuếch tán và bức xạ trên mặt phẳng thường có sẵn trong thời gian thực từ các dịch vụ thương mại.

2.2 Các yếu tố môi trường:

- Nhiệt độ môđun quang điện: Nhiệt độ môđun PV, T_{mod} , được đo bằng cảm biến nhiệt độ được gắn ở mặt sau của một hoặc nhiều môđun.

- Nhiệt độ không khí xung quanh: nhiệt độ không khí xung quanh, T_{amb} phải được đo ở các vị trí đại diện cho điều kiện dàn bằng các cảm biến nhiệt độ đặt trong các tấm chắn bức xạ mặt trời được thông gió để không khí xung quanh có thể tự do đi qua.

- Hướng và tốc độ gió: Tốc độ gió và hướng gió được sử dụng để ước tính nhiệt độ của môđun. Tốc độ gió và hướng gió còn có thể được sử dụng để lập hồ sơ yêu cầu bảo hành liên quan đến thiệt hại do tác động của gió.

Tốc độ và hướng gió phải được đo ở độ cao và vị trí đại diện cho các điều kiện dây và/hoặc các điều kiện được giả định bởi mô hình tính năng bất kỳ có thể áp dụng được sử dụng làm đảm bảo tính năng của hệ thống lắp đặt PV.

- Tỷ lệ bẩn: Tỷ lệ bẩn là tỷ số giữa công suất ra thực của dàn PV trong điều kiện bẩn cho trước và công suất dự kiến nếu dàn PV được làm sạch và không bị bẩn.

Phương pháp đo 1 - suy giảm công suất lớn nhất do bẩn

Thực hiện phép đo như sau:

a) Đo dòng điện ngắn mạch và nhiệt độ của thiết bị sạch.

b) Đo công suất lớn nhất và nhiệt độ của thiết bị bẩn.

c) Tính cường độ bức xạ hiệu quả từ các giá trị đo được thực hiện ở bước a), sử dụng các giá trị hiệu chuẩn được xác định tại 7.3.4.3 b).

d) Tính công suất lớn nhất dự kiến của thiết bị bị bẩn ở cường độ bức xạ được xác định ở bước c) và nhiệt độ đo được ở bước b), sử dụng các giá trị hiệu chuẩn được xác định tại 7.3.4.3 c).

e) Tính tỷ lệ bẩn SR bằng cách chia công suất lớn nhất của thiết bị đo được tính tại bước b) cho công suất lớn nhất dự kiến của nó được tính tại bước d).

Phương pháp đo 2 – suy giảm dòng điện ngắn mạch do bị bẩn

Thực hiện phép đo như sau:

a) Đo dòng điện ngắn mạch và nhiệt độ của thiết bị sạch.

b) Đo dòng điện ngắn mạch và nhiệt độ của thiết bị bị bẩn.

c) Tính cường độ bức xạ hiệu quả từ các giá trị đo được thực hiện ở bước a), sử dụng các giá trị hiệu chuẩn được xác định tại 7.3.4.3 b).

d) Tính dòng điện ngắn mạch dự kiến của thiết bị bị bẩn ở cường độ bức xạ được xác định ở bước c) và nhiệt độ đo được tại bước b), sử dụng các giá trị hiệu chuẩn được xác định tại 7.3.4.3 c).

e) Tính tỷ lệ bẩn SR bằng cách chia dòng điện ngắn mạch của thiết bị bị bẩn đo được ở bước b) cho dòng ngắn mạch dự kiến của nó tính được ở bước d).

Phương pháp 1 (7.3.4.4) thường được ưu tiên áp dụng hơn vì phương pháp này thể hiện tốt nhất lượng tổn hao công suất thực do bị bẩn, và đặc biệt phương pháp này cho ra kết quả chính xác hơn khi việc bị bẩn có thể không đồng đều trên các môđun, đặc biệt đối với các môđun tinh thể silic điển hình.

Phương pháp 2 (7.3.4.5) có thể được sử dụng khi bẩn đồng đều trên các môđun hoặc khi những tác động do bẩn không đồng đều lên tỷ lệ công suất tối đa so với dòng điện ngắn mạch là nhỏ do kết cấu hoặc đặc điểm vật lý của môđun, ví dụ như đối với các môđun màng mỏng điển hình. Cả hai phương pháp đều có thể được sử dụng đồng thời và giá trị thích hợp nhất hoặc có thể sử dụng trung bình theo trọng số.

- Lượng mưa: Các số đo lượng mưa có thể được sử dụng để ước tính độ sạch của các môđun. Tuy nhiên, nếu đo tỷ lệ bẩn thì độ sạch của môđun sẽ được biết trực tiếp.

- **Tuyệt:** Các số đo lượng tuyệt có thể được sử dụng để ước tính tổn hao do tuyệt che bóng. Tuy nhiên, đo tỷ lệ bản cũng có tính đến những tổn hao này. Do đó, nếu đo tỷ lệ bản thì có thể không cần thiết phải đo lượng tuyệt, trừ khi các thiết bị được sử dụng để đo độ bản không phải là đại diện cho dàn PV hoặc được lắp khác nhau hoặc ở độ cao khác nhau.

- **Độ ẩm:** Các số đo độ ẩm tương đối có thể được sử dụng để ước tính sự thay đổi phổ tới có thể ảnh hưởng đến đầu ra công suất môđun PV cũng như các số đọc của cảm biến bức xạ. Dữ liệu về độ ẩm cùng với dữ liệu về nhiệt độ cũng có thể được sử dụng để tính toán thời gian bị ẩm do ngưng tụ. Một cách khác, có thể sử dụng cảm biến ngưng tụ bề mặt để thu thập trực tiếp dữ liệu này.

2.3. Hệ thống bám

Hệ thống bám đơn trục

Góc nghiêng ϕ_T của hệ thống bám thời gian thực phải được đo trên các hệ thống bám đại diện. Có thể đo bằng động cơ hoặc bộ đếm vị trí hoặc các cảm biến khác tích hợp bên trong cơ cấu bám, nếu mong muốn, mà không cần thiết bị đo riêng rẽ.

Hệ thống bám trục kép đối với các hệ thống $> 20x$

Đối với các hệ thống có độ hội tụ cao ($> 20x$), các sai số chỉ hướng của hệ thống bám thời gian thực phải được đo trên các hệ thống đại diện sử dụng các cảm biến được xác định và hiệu chuẩn theo IEC 62817:2014.

2.4. Phép đo điện

Tất cả các phép đo điện phải có phạm vi gia tăng lên đến ít nhất 120 % đầu ra điện dự kiến khi dàn PV hoạt động ở STC hoặc gia tăng đến thông số danh định tối đa của bộ nghịch lưu, chọn giá trị nào thấp hơn.

Các phép đo điện phải có độ không đảm bảo đo đáp ứng các yêu cầu được liệt kê trong Bảng 11 và Bảng 12 đối với các phép đo tương ứng với ≥ 20 % đầu ra điện dự kiến khi dàn PV hoạt động ở STC.

Bảng 11 liệt kê các yêu cầu đối với các phép đo điện mức bộ nghịch lưu, bao gồm các phép đo một chiều trên dàn PV trước các phép đo chuyển đổi điện và xoay chiều sau khi chuyển đổi điện. Các phép đo một chiều có thể được thực hiện tại từng hộp kết hợp hoặc từng chuỗi bổ sung cho các phép đo tại các bộ nghịch lưu hoặc thay thế cho các phép đo tại bộ nghịch lưu.

Bảng 11 – Yêu cầu của các phép đo điện cấp bộ nghịch lưu

Thông số	Độ không đảm bảo đo		
	Cấp A Độ chính xác cao	Cấp B Độ chính xác trung bình	Cấp C Độ chính xác cơ bản
Điện áp đầu vào (một chiều)	$\pm 2,0$ %	Không áp dụng	Không áp dụng
Dòng điện đầu vào (một chiều)	$\pm 2,0$ %	Không áp dụng	Không áp dụng

Công suất đầu vào (một chiều)	±2,0 %	Không áp dụng	Không áp dụng
Điện áp đầu ra (xoay chiều)	±2,0 %	±3,0 %	Không áp dụng
Dòng điện đầu ra (xoay chiều)	±2,0 %	±3,0 %	Không áp dụng
Công suất đầu ra (xoay chiều)	±2,0 %	±3,0 %	Không áp dụng

Bảng 12 liệt kê các yêu cầu đối với các phép đo điện tại đầu ra của nhà máy điện, tức là tổng đầu ra do tất cả các bộ nghịch lưu trong hệ thống tạo ra. Đối với hệ thống nhiều pha, phải đo từng pha hoặc hai trong ba pha (phương pháp hai óát mét).

Bảng 12 – Yêu cầu đối với phép đo đầu ra điện xoay chiều cấp độ nhà máy

Thông số	Cấp A Độ chính xác cao	Cấp B Độ chính xác trung bình	Cấp C Độ chính xác cơ bản
Công suất tác dụng và năng lượng	Cấp 0,2 S theo TCVN 7589-22 (IEC 62053-22)	Cấp 0,5 S theo TCVN 7589-22 (IEC 62053-22)	Cấp 2 theo TCVN 7589-21 (IEC 62053-21)
Hệ số công suất	Cấp 1 theo IEC 61557-12	Cấp 1 theo IEC 61557-12	Không áp dụng

Sau khi đo và thu thập dữ liệu cần Xử lý dữ liệu và kiểm tra chất lượng các dữ liệu này. Các dữ liệu được xử lý đối với bức xạ và công suất PV phát ra cần được giới hạn theo số giờ ban ngày của từng ngày (từ lúc mặt trời mọc đến lúc mặt trời lặn, cường độ bức xạ $W \geq 20 W/m^2$) để tránh các giá trị dữ liệu ban đêm từ bên ngoài đưa vào các sai số trong phân tích, trừ khi các sai số đó được chứng minh là không đáng kể.

Để kiểm tra chất lượng cần:

+ Loại bỏ các số đọc không hợp lệ

Dữ liệu đo được phải được kiểm tra và lọc, tự động hoặc thủ công, để xác định các điểm dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ và lọc chúng ra khỏi nội dung phân tích tiếp theo. Dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ đó phải được hệ thống theo dõi ghi lại.

+ Xử lý các dữ liệu bị thiếu

Các dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ có thể được xử lý theo một trong các cách sau đây:

- dữ liệu không đúng hoặc bị thiếu có thể được thay thế bằng các giá trị được ước tính từ dữ liệu hợp lệ được ghi trước và/hoặc sau dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ;

- dữ liệu không hợp lệ hoặc bị thiếu có thể được thay thế bằng giá trị trung bình trong khoảng thời gian được phân tích;
 - dữ liệu có thể được xử lý theo cách thức được quy định trong hợp đồng có hiệu lực, tài liệu đảm bảo tính năng hoặc quy định kỹ thuật khác bao gồm việc lắp đặt;
 - khoảng thời gian phân tích có thể được xem là thiếu hoặc không hợp lệ.
- Việc xử lý cụ thể các dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ phải được lập tài liệu trong báo cáo.

Điểm 3. Các tham số được tính toán

Bảng 13 tóm tắt các tham số được tính toán và được xác định rõ hơn dưới đây. Tất cả đại lượng trong bảng dưới đây phải được báo cáo theo kỳ báo cáo (thường là một ngày, tháng hoặc năm).

Bảng 13 – Các tham số được tính toán

Tham số	Ký hiệu	Đơn vị
Năng lượng bức xạ (9.3)		
Năng lượng bức xạ trên mặt phẳng	H_1	kWh·m ⁻²
Điện năng (9.4)		
Năng lượng đầu ra của dàn PV (một chiều) Đầu ra năng lượng từ hệ thống PV (xoay chiều)	E_A E_{out}	kWh kWh
Công suất danh định của dàn (9.5)		
Công suất danh định của dàn (một chiều)	P_0	kW
Công suất danh định của dàn (xoay chiều)	$P_{0,AC}$	kW
Năng suất và tổn hao năng suất (9.6 và 9.7)		
Năng suất dàn PV	Y_A	kWh·kW ⁻¹
Năng suất hệ thống cuối	Y_f	kWh·kW ⁻¹
Năng suất chuẩn	Y_r	kWh·kW ⁻¹
Tổn hao thu của dàn	L_C	kWh·kW ⁻¹
Tổn hao của cân bằng hệ thống	L_{BOS}	kWh·kW ⁻¹
Hiệu suất (9.8)		
Hiệu suất của dàn	η_A	Không
Hiệu suất của hệ thống	η_f	Không
Hiệu suất BOS (cân bằng hệ thống)	η_{BOS}	Không

Điểm 4 Thước đo tính năng

Một số thước đo được xác định ở đây để định lượng tính năng của hệ thống. Các thước đo này được liệt kê trong Bảng 14 và được xác định rõ hơn trong các phần được trình bày tiếp theo. Thước đo thích hợp nhất đối với một hệ thống cụ thể phụ thuộc vào thiết kế hệ thống và yêu cầu của người sử dụng.

Bảng 14 – Các thước đo tính năng

Tham số	Ký hiệu	Đơn vị
Dựa vào thông số đặc trưng (10.3)		
Tỷ lệ tính năng	PR	Không
Tỷ lệ tính năng hằng năm	PR_{annual}	Không
Tỷ lệ tính năng tương đương nhiệt độ hàng năm	$PR'_{annual-eq}$	Không
Tỷ lệ tính năng nhiệt độ theo STC	PR'_{STC}	Không
Dựa vào mô hình (10.4)		
Chỉ số tính năng công suất	PPI	Không
Chỉ số tính năng năng lượng	EPI	Không
Chỉ số tính năng công suất cơ bản	$BPPI$	Không
Chỉ số tính năng năng lượng cơ bản	$BEPI$	Không

Khi thu thập xong tất cả các dữ liệu thì cần lọc dữ liệu. Phương pháp lọc như sau:

- + Sử dụng dữ liệu có sẵn
- + Lọc dữ liệu theo các điều kiện cụ thể
- + Lọc dữ liệu bằng cách phân tích sự suy giảm độ khả dụng của bộ nghịch lưu, lưới điện hoặc phụ tải

Trên đây là toàn bộ nội dung của tiêu chuẩn, ngoài ra còn có 4 phụ lục hướng dẫn cụ thể hơn về :

- Khoảng thời gian lấy mẫu
- Chọn và gắn cảm biến nhiệt độ vào tấm phía sau của mô đun
- Xác định hệ số giảm thông số đặc trưng
- Giới thiệu về hệ thống có tải cục bộ, thiết bị tích trữ hoặc nguồn phụ.

2. Nội dung TCVN 13083-2:2020 IEC TS 61724-2:2016 Tính năng của hệ thống Quang điện – Phần 2: Phương pháp đánh giá công suất

Tiêu chuẩn này đưa ra quy trình để đo và phân tích sản lượng công suất của một hệ thống quang điện (PV) cụ thể nhằm đánh giá chất lượng tính năng của hệ thống PV.

Mục đích của tiêu chuẩn này nhằm xác định rõ một quy trình khung để so sánh công suất phát ra đo được so với công suất dự kiến của một hệ thống PV trong những ngày tương đối nắng.

Quy trình thử nghiệm trong tiêu chuẩn này được thiết kế và biên soạn với mục tiêu chính là tạo thuận lợi để lập tài liệu mục tiêu tính năng, nhưng cũng có thể được sử dụng để kiểm tra xác nhận cho một mô hình, bám theo tính năng (ví dụ sự suy giảm) của một hệ thống trong nhiều năm, hoặc để lập tài liệu chất lượng hệ thống cho các mục đích khác.

Tiêu chuẩn này áp dụng một số thuật ngữ liên quan đến vận hành của nhà máy điện mặt trời, công suất, chất lượng hệ thống:

+ Chất lượng hệ thống (system quality): Các thuộc tính về tính năng hệ thống có thể truy nguyên đến chất lượng của thiết kế hệ thống, chất lượng của các thành phần hệ thống và chất lượng của việc lắp đặt.

+ Công suất dự kiến (expected power): Sự phát công suất của một hệ thống PV được dự kiến đối với các dữ liệu thời tiết thực thu thập được tại hiện trường trong khi vận hành hệ thống dựa trên các tham số thiết kế của hệ thống.

+ Công suất đo được (measured power): Công suất điện được phát ra từ hệ thống PV.

+ Công suất mục tiêu (target power): Sự phát công suất dự kiến từ một hệ thống PV ở điều kiện chuẩn mục tiêu (TRC) dựa trên các tham số thiết kế của hệ thống.

+ Vận hành hệ thống (system operation): Các thuộc tính về tính năng hệ thống có thể được truy nguyên đến chất lượng của các hoạt động và dịch vụ bảo trì được cung cấp.

+ Vận hành bị cắt giảm (curtailed operation): Công suất ra của (các) bộ nghịch lưu bị giới hạn vì các lý do bên ngoài như lưới điện địa phương không thể tiếp nhận điện hoặc thỏa thuận hợp đồng.

+ Vận hành bị hạn chế (constrained operation): Vận hành của một nhà máy trong điều kiện khi tất cả các bộ nghịch lưu bị giới hạn bởi khả năng của bộ nghịch lưu (còn được gọi là bão hòa bộ nghịch lưu) mà không phải bởi đầu ra từ dàn PV, như được quan sát đối với hệ thống có thông số đặc trưng một chiều cao hơn so với thông số đặc trưng xoay chiều và khi cường độ bức xạ cao.

+ Vận hành không bị hạn chế (unconstrained operation): Công suất ra của tất cả các bộ nghịch lưu không phụ thuộc vào công suất của dàn một chiều khi phản ứng với ánh nắng mặt trời mà không bị giới hạn bởi công suất của bộ nghịch lưu hoặc các ảnh hưởng cắt giảm.

Yêu cầu của tiêu chuẩn

Hệ thống PV được đánh giá chất lượng tính năng trong tiêu chuẩn này có thể là một trong nhiều cấp độ chi tiết của một nhà máy PV. Mức nhỏ nhất có thể thực hiện thử nghiệm là mức nhỏ nhất của cụm phát điện xoay chiều có khả năng vận hành trên lưới độc lập. Khi việc xây dựng nhà máy PV được chia thành các giai đoạn, khuyến cáo rằng thử nghiệm cần được áp dụng ở mức cao nhất, bao gồm toàn bộ dự án PV.

Một số môđun PV có sự thay đổi tính năng có thể đo được trong vòng hàng giờ hoặc hàng ngày khi lắp đặt tại hiện trường; một số khác thì không. Khoảng thời gian thử nghiệm phải được thỏa thuận giữa các bên theo hướng dẫn của nhà chế tạo về số ngày phơi nắng hoặc phơi bức xạ cần thiết để nhà máy đạt được tính năng mục tiêu cùng với các mô tả chi tiết về ngày lắp đặt và kết nối thực tế.

Khuyến cáo rằng thử nghiệm nên bao gồm dữ liệu từ ít nhất hai ngày nếu thu được dữ liệu đủ ổn định. Thử nghiệm có thể được kéo dài bảy ngày hoặc dài hơn nếu muốn đánh giá độ lặp lại hoặc nếu thời tiết không ổn định.

Thử nghiệm có thể được hoàn thiện vào bất kỳ thời điểm nào trong năm, mặc dù độ lệch so với các điều kiện chuẩn và các ảnh hưởng của góc tới khác nhau có thể làm tăng độ không đảm bảo đo vào một số thời điểm trong năm.

Thiết bị và quy trình đo đối với tất cả các tham số được đo được khuyến cáo phù hợp với các yêu cầu cấp A trong TCVN 13083-1 (IEC 61724-1). Tuy nhiên, đánh giá theo cấp B hoặc cấp C cũng có thể được hoàn thiện và được lập tài liệu trong báo cáo cuối cùng.

Cách thức thực hiện các yêu cầu của tiêu chuẩn

Quy trình để đo và phân tích sản lượng công suất của một hệ thống quang điện (PV) cụ thể nhằm đánh giá chất lượng tính năng của hệ thống PV được thực hiện như sau:

1. Lập tài liệu các mục tiêu tính năng trong vận hành “không bị hạn chế” và “bị hạn chế”

Công suất ra dự kiến và các điều kiện chuẩn kết hợp phải được xác định cho cả vận hành “không bị hạn chế” và vận hành “bị hạn chế”, nếu liên quan, như sau:

- Xác định ranh giới thử nghiệm phù hợp với ranh giới hệ thống dự kiến: Phương pháp thử nghiệm này nhằm định lượng tính năng của một hệ thống, nhưng kết quả thử nghiệm có thể phụ thuộc vào những yếu tố được xem là một phần của hệ thống. Ranh giới thử nghiệm phải được căn chỉnh phù hợp với ranh giới hệ thống để kết quả thử nghiệm phản ánh được tính năng của hệ thống cần thử nghiệm.

- Xác định các điều kiện chuẩn đối với vận hành “không bị hạn chế”

Các điều kiện chuẩn mục tiêu (TRC) đối với vận hành không bị hạn chế được xác định đối với tính năng mục tiêu. TRC cần được chọn sao cho việc vận hành không bị hạn chế (tức là trong phạm vi công suất của bộ nghịch lưu) và điều kiện bức xạ có thể khác với so với mức $1\ 000\ \text{W}/\text{m}^2$ nếu nhà máy được thiết kế phải chịu sự hạn chế của công suất bộ chuyển đổi là $1\ 000\ \text{W}/\text{m}^2$.

- Xác định tính năng mục tiêu khi vận hành “không bị hạn chế” và “bị hạn chế”

Công suất ra mục tiêu của hệ thống được xác định đối với vận hành “không bị hạn chế” và với các điều kiện chuẩn mục tiêu đã được xác định ở 6.1.3 và với một mô hình để xác định sự thay đổi của công suất theo cường độ bức xạ, nhiệt độ và gió, sử dụng các tham số thiết kế của nhà máy.

Tính năng mục tiêu trong vận hành “bị hạn chế” thường được xác định bằng khả năng của bộ nghịch lưu. Nếu giá trị này độc lập với các điều kiện vận hành, thì việc kiểm tra xác nhận vận hành trong tình trạng “không bị hạn chế” rất đơn giản và các bên tham gia thử nghiệm không cần lo lắng. Tuy nhiên, nếu một hệ thống được dự kiến vận hành trong tình trạng “bị hạn chế” trong

nhiều giờ của năm, kiến nghị nên kiểm tra xác nhận sự vận hành đúng trong tình trạng “bị hạn chế”.

- Xác định sự phụ thuộc nhiệt độ của công suất nhà máy trong vận hành “không bị hạn chế”

Nếu mô hình nhiệt độ đã được xác định cho nhà máy thì ưu tiên sử dụng mô hình này. Nếu mô hình sử dụng tốc độ gió là một yếu tố đầu vào, thì vị trí (bao gồm độ cao) của cảm biến gió phải được xác định rõ. Nếu mô hình nhiệt độ chưa được xác định thì có thể sử dụng mô hình trong Phụ lục A. Ưu tiên sử dụng mô hình nhiệt độ dựa trên nhiệt độ môi trường xung quanh và tốc độ gió thay vì dựa trên việc đo nhiệt độ phía sau môđun vì việc đánh giá bao gồm một số khía cạnh về lắp môđun có thể khiến cho môđun chạy bị nóng và vì để tránh các thách thức trong việc mô tả đặc tính nhiệt độ môđun mà có thể rất khác nhau trên toàn khu vực hiện trường.

- Xác định sự phụ thuộc vào cường độ bức xạ

Công suất nhà máy là một hàm của cường độ bức xạ phải được xác định bằng mô hình công suất được thống nhất bởi các bên tham gia thử nghiệm.

- Xác định mục tiêu tính năng trong vận hành “bị hạn chế”

Tính năng trong vận hành “bị hạn chế” có thể tương đương với thông số đặc trưng xoay chiều của bộ nghịch lưu được điều chỉnh đối với tất cả các tổn hao giữa bộ nghịch lưu và vị trí đo công suất xoay chiều và được lập tài liệu.

Nếu tính năng trong vận hành “bị hạn chế” có thể phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc điều kiện khác thì cũng phải ghi vào tài liệu.

Nếu tính năng trong điều kiện “bị cắt giảm” bị khống chế bởi một đơn vị bên ngoài thì việc đánh giá tính năng trong các điều kiện như vậy có thể được loại trừ khỏi việc đánh giá, có thống nhất từ các bên tham gia thử nghiệm.

Phép đo trong điều kiện “bị hạn chế” có thể được bỏ qua khi có sự đồng ý của các bên yêu cầu thử nghiệm.

- Xác định độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo trong thử nghiệm cần được tính toán như mô tả ở điều 6.5 trong nội dung của tiêu chuẩn này. Xác định độ không đảm bảo đo và vai trò của nó trong việc xác định kết quả thử nghiệm đạt/không đạt so với công suất mục tiêu và công suất đo được phải được thỏa thuận.

2. Đo dữ liệu: Các dữ liệu cần đo bao gồm: Công suất ra, cường độ bức xạ, nhiệt độ, tốc độ gió, tình trạng sạch của cảm biến và hệ thống PV và các dữ liệu bất kỳ khác được thu thập trong vài ngày.

Để thực hiện đo dữ liệu thì trước hết phải được kiểm tra dữ liệu nằm ngoài dải hoặc các xu hướng bất hợp lý như mô tả trong TCVN 13083-1 (IEC 61724-1).

Bảng 1 – Sự hợp lệ của dữ liệu và các tiêu chí lọc

		Các tiêu chí được đề xuất để gắn cờ dữ liệu bị loại bỏ (dữ liệu 15 min)			
Kiểu cờ	Mô tả	Cường độ bức xạ (W/m ²)	Nhiệt độ môi trường xung	Tốc độ gió (m/s)	Công suất (công suất danh định)

			quanh (°C)		xoay chiều)
Dải	Giá trị nằm ngoài giới hạn được chấp nhận	$< 0,5 \cdot \text{cường độ bức xạ TRC}^*$ hoặc $> 1,2 \cdot \text{TRC}^b$	> 50 hoặc $< -10^a$	> 15 hoặc $< 0,5$	$> 1,02 \cdot \text{công suất}$ hoặc $< -0,01 \cdot \text{công suất}$
Giá trị cố định	Các giá trị giữ nguyên không đổi theo thời gian. Được phát hiện khi sử dụng đạo hàm.	Đạo hàm $< 0,0001$ khi giá trị > 5	$< 0,0001$ và $> -0,0001$	$< \text{độ nhạy của cảm biến}$	thay đổi $< 0,1\%$ trong 3 số đọc
Thay đổi đột ngột và ổn định	Các giá trị thay đổi không được chấp nhận giữa các điểm dữ liệu. Được phát hiện khi dùng đạo hàm đối với nhiệt độ và tốc độ gió.	Giá định dữ liệu 15 min được suy ra từ ít nhất dữ liệu 1 min, độ lệch chuẩn $> 5\%$ giá trị trung bình	> 4	> 10	Giá định dữ liệu 15 min được suy ra từ ít nhất dữ liệu 1 min, độ lệch chuẩn $> 5\%$ giá trị trung bình
Trạng thái bộ nghịch lưu	Các trạng thái của bộ nghịch lưu không	Không áp dụng	Không áp dụng	Không áp dụng	Không áp dụng

	nhất quán (không phải tất cả đều bị hạn chế - xem chữ)				
--	---	--	--	--	--

CHÚ THÍCH 1: Bộ lọc bức xạ có thể được điều chỉnh cho phù hợp với phạm vi tính năng hệ thống tuyến tính với cường độ bức xạ. Dữ liệu gắn cờ được xem xét để loại bỏ và được ghi vào tài liệu trong báo cáo thử nghiệm giải thích lý do loại bỏ.

CHÚ THÍCH 2: Các hiệu ứng suy giảm cảm ứng tiềm ẩn (PID) có thể bắt đầu làm suy giảm đáng kể tính năng trong các điều kiện bức xạ yếu, mà không có một hiệu ứng có thể đo được ở mức bức xạ cao. Sự phát hiện sớm dấu hiệu suy giảm cảm ứng tiềm ẩn không nằm trong phạm vi của thử nghiệm này.

^a Có thể được điều chỉnh tùy theo mùa thu thập dữ liệu.

^b Cường độ bức xạ lớn nhất trong phân tích này có thể được điều chỉnh để giải thích cho khả năng xảy ra hiệu ứng rìa mây, theo đó ánh sáng bị phân tán bởi một đám mây gần đó và có thể dẫn đến các số đọc cường độ bức xạ lên đến gần 1 500 W/m². Đối với hầu hết các hệ thống, các điều kiện này sẽ gây ra bão hòa bộ nghịch lưu và thường sẽ không được đưa vào dữ liệu đánh giá khi lọc độ ổn định.

Các dữ liệu cũng có thể được sàng lọc theo chức năng bình thường của hệ thống. Các giai đoạn hỏng bộ bám theo mặt trời hoặc bản hệ thống ảnh hưởng đến các kết quả thử nghiệm có thể được loại bỏ hoặc không loại bỏ tùy thuộc vào mục đích ứng dụng thử nghiệm. Việc loại bỏ hoặc không loại bỏ phải được ghi vào báo cáo như một phần của báo cáo thử nghiệm.

Tiếp theo cần thực hiện việc che cảm biến bức xạ như sau:

Do độ nhạy của thử nghiệm đối với dữ liệu bức xạ, phải đặc biệt lưu ý đến dữ liệu bức xạ. Đặc biệt, dữ liệu bức xạ có thể bắt nguồn từ việc che ngẫu nhiên một cảm biến hoặc hỏng cảm biến cần được loại bỏ trước khi lấy trung bình các dữ liệu từ các cảm biến còn lại. Việc sử dụng nhiều cảm biến tại mỗi trạm thời tiết rất hữu ích khi xác định các vấn đề do bị che một số cảm biến.

Ngoài ra, nếu một cảm biến bức xạ được định hướng không chính xác (ví dụ nếu lắp trên một bộ bám theo mặt trời và bộ này dừng lại), thì dữ liệu từ cảm biến này cần được loại bỏ.

Tất cả các cảm biến phải được hiệu chuẩn chính xác để cung cấp kết quả thử nghiệm với độ không đảm bảo đo thấp, nhất quán với các yêu cầu được mô tả trong TCVN 13083-1 (IEC 61724-1) đối với cấp mong muốn của phép đo.

Trong trường hợp sử dụng nhiều cảm biến, nếu việc kiểm tra dữ liệu phát hiện ra sai số ở đầu ra của cảm biến thì dữ liệu đó cần được loại bỏ trước khi lấy trung bình của các dữ liệu. Việc này chỉ được thực hiện khi có sự đồng thuận giữa các bên liên quan.

Dữ liệu phải được gắn cờ phụ thuộc vào việc tất cả các bộ nghịch lưu đang bám theo điểm công suất lớn nhất hay tất cả các bộ nghịch lưu bị giới hạn công suất vì đạt đến công suất ra của nó. Tất cả các dữ liệu khác bị loại bỏ.

Nếu bộ nghịch lưu giới hạn công suất theo nhiều cách khác nhau tùy theo các điều kiện vận hành, thì dữ liệu phải được chia thành bin để xác định các dữ liệu nào thuộc điều kiện vận hành đang được xem xét.

3 Tính toán hệ số hiệu chỉnh

Hệ số hiệu chỉnh được tính toán để điều chỉnh công suất đo được theo các điều kiện được sử dụng cho tính năng mục tiêu.

4 So sánh công suất đo được với tính năng mục tiêu

Công suất hiệu chỉnh trung bình đo được (xem 6.3 trong nội dung của tiêu chuẩn này) và tính năng mục tiêu có thể được so sánh dưới dạng một hiệu số đơn giản, hiệu phần trăm hoặc tính toán tỉ số.

Đối với các hệ thống thường xuyên vận hành bị hạn chế và khi các bên tham gia thử nghiệm thống nhất đưa nội dung này vào, thì báo cáo thử nghiệm sẽ bao gồm hai kết quả thử nghiệm để phản ánh cả vận hành bị hạn chế và vận hành không bị hạn chế. Việc sử dụng hai kết quả thử nghiệm này được chọn bởi người sử dụng thử nghiệm và phải được xác định rõ trước khi thực hiện thử nghiệm. Nếu chỉ mong muốn một kết quả thử nghiệm, thì một cách tiếp cận là sử dụng dữ liệu thời tiết thông thường để nhận biết lượng năng lượng dự kiến phát ra trong điều kiện vận hành bị hạn chế và không bị hạn chế, và sau đó suy ra một kết quả tổng hợp áp dụng cho cả hai giá trị năng lượng điển hình để thu được trung bình có trọng số của hai kết quả thử nghiệm.

Phép so sánh P_{corr} và tính năng mục tiêu bao gồm việc xem xét độ không đảm bảo đo được theo 6.5 như được hướng dẫn theo thỏa thuận ban đầu.

5 Phân tích độ không đảm bảo đo

Là một phần của kế hoạch tính năng mục tiêu hoặc kế hoạch thử nghiệm, thỏa thuận phải tuyên bố cách xem xét độ không đảm bảo đo trong phép đo. Theo đó, cần phải định lượng độ không đảm bảo đo trong phép đo như một phần của việc xác định xem tính năng đo được có đạt mức kỳ vọng không. Bất kể liệu độ không đảm bảo đo có được sử dụng khi xác định kết quả thử nghiệm hay không, thì việc phân tích độ không đảm bảo đo phải là một phần của việc đánh giá.

Đánh giá độ không đảm bảo đo phải bao gồm việc xem xét một dải các điều kiện đã lấy mẫu thành công trong quá trình thử nghiệm. Ví dụ, định thiên liên quan đến phổ, góc tới, v.v... có thể được đưa vào nếu phép đo được giới hạn trong một thời điểm ngắn vào buổi sáng và một thời điểm ngắn vào buổi chiều khi công suất một chiều nằm trong giới hạn công suất của bộ nghịch lưu.

Trên đây là quy trình cần thiết để đo và phân tích sản lượng công suất của một hệ thống quang điện (PV) cụ thể nhằm đánh giá chất lượng tính năng của hệ thống PV.

Sau khi thực hiện quy trình này, cần lập tài liệu quy trình thử nghiệm. Tài liệu cần có các nội dung như sau:

- a) mục đích;
- b) các giá trị mục tiêu và cơ sở bao gồm việc xác định ranh giới hệ thống dự kiến và ranh giới thử nghiệm có liên quan;
- c) trình tự thử nghiệm;
- d) các bên tham gia thử nghiệm và các vai trò, trách nhiệm tương ứng đối với mô tả chi tiết việc lắp đặt, vận hành, và phân tích dữ liệu, bao gồm trách nhiệm về:
 - i) hiệu chuẩn;
 - ii) làm sạch các cảm biến;
 - iii) làm sạch dàn;
 - iv) phát hiện các vấn đề hệ thống;
 - v) giải quyết các vấn đề hệ thống;
 - vi) xác định các cắt giảm điện năng (nếu có);
 - vi) phân tích dữ liệu;
 - viii) viết/rà soát lại báo cáo cuối cùng;
 - ix) các vai trò liên quan khác.
- e) các yêu cầu vận hành nhà máy bao gồm việc làm sạch, kiểm tra bằng chứng về sự tương tác với chim muông, động vật, sự tích tụ rác thải, gạch đá vụn, v.v....
- f) thiết bị đo;
- g) phân tích độ không đảm bảo đo trước thử nghiệm;
- h) các phương pháp chi tiết về xử lý dữ liệu và rút gọn dữ liệu;
- i) các tiêu chí đối với một thử nghiệm thành công;
- j) các tờ thông số kỹ thuật của phương tiện, dụng cụ và các giấy chứng nhận hiệu chuẩn;
- k) dữ liệu khí tượng lịch sử tham chiếu và/hoặc tệp điện tử.

Tiêu chuẩn này cũng quy định Báo cáo thử nghiệm cuối cùng phải bao gồm quy trình thử nghiệm (trình bày rõ ràng hoặc bằng cách tham chiếu) và các hạng mục sau:

- 1) mô tả bên thực hiện thử nghiệm;
- 2) mô tả hiện trường cần thử nghiệm, bao gồm vĩ độ, kinh độ và cao độ;
- 3) mô tả hệ thống cần thử nghiệm; cần lưu ý cụ thể có tải kí sinh hay không và cách lập tài liệu tải kí sinh này khi thử nghiệm;
- 4) tóm tắt về tính năng mục tiêu trong điều kiện vận hành “không bị hạn chế” và “bị hạn chế”, bao gồm việc xác định TRC và mô hình công suất đi kèm;
- 5) tóm tắt việc xác định các dữ liệu khí tượng thu thập được trong quá trình thử nghiệm, bao gồm dữ liệu hiệu chuẩn đối với tất cả các cảm biến (nhận dạng cảm biến, phòng thí nghiệm thử nghiệm, ngày giờ thử nghiệm) và vị trí của cảm biến, bao gồm cả hình ảnh để lập tài liệu vị trí cảm biến và điều kiện đất như thảm thực vật gồ ghề hay bằng phẳng hoặc có tuyết và các ghi chép về việc làm sạch cảm biến;
- 6) tóm tắt việc xác định các dữ liệu đầu ra thu thập được trong quá trình thử nghiệm, bao gồm các bản ghi về việc hiệu chuẩn đã thực hiện;

- 7) dữ liệu chưa xử lý thu thập được trong quá trình thử nghiệm, trong đó ghi lại dữ liệu nào đã đáp ứng sự ổn định và các tiêu chí khác;
- 8) giải thích tại sao dữ liệu đã đạt các tiêu chí lọc (nếu có) bị loại bỏ;
- 9) đối với các thử nghiệm CPV, khối lượng không khí trung bình (bức xạ có trọng số) trong thời gian thử nghiệm phải được báo cáo;
- 10) danh mục tất cả các sai lệch so với quy trình thử nghiệm và tại sao lại thực hiện như vậy;
- 11) tóm tắt các hệ số hiệu chỉnh được tính toán đối với dữ liệu đã lọc;
- 12) bản so sánh tóm tắt giữa tính năng mục tiêu và các giá trị công suất trung bình được đo, hiệu chỉnh như được tính theo 6.3 đối với điều kiện vận hành “bị hạn chế” và “không bị hạn chế” nếu có;
- 13) mô tả về phân tích độ không đảm bảo đo và tuyên bố về độ không đảm bảo đo đi kèm với các hệ số hiệu chỉnh, trên cơ sở độ không đảm bảo đo của các phép đo thời tiết (xem 6.5) và độ không đảm bảo đo của các mô hình như mô hình nhiệt độ và giả định về đáp ứng tuyến tính với bức xạ;
- 14) mô tả về phân tích độ không đảm bảo đo và tuyên bố về độ không đảm bảo đo đi kèm với tính năng đo được (xem 6.5) bao gồm phân tích độ không đảm bảo đo được đưa vào từ ngoại suy (tất cả các điểm dữ liệu nằm về một phía của TRC);
- 15) phiên bản tóm tắt các kết quả thử nghiệm trong đó bao gồm:
 - a) P_{corr} trong điều kiện vận hành “không bị hạn chế”;
 - b) P_{corr} trong điều kiện vận hành “bị hạn chế”;
 - c) các điều kiện chuẩn trong vận hành không bị hạn chế (TRC) và công suất mục tiêu đi kèm với các điều kiện này;
 - d) chỉ số tính năng trong điều kiện TRC (tỉ số giữa P_{corr} và tính năng mục tiêu tính theo %).

Đối với các hạng mục bị trùng lặp trong cả hai danh sách, báo cáo cuối cùng cần lặp lại thông tin gốc, kiểm tra xác nhận rằng dự án đã được thực hiện như kế hoạch ban đầu, hoặc ghi lại các thay đổi xảy ra trong quá trình thử nghiệm.

3. Nội dung TCVN 13083-3:2020 IEC TS 61724-3:2016 Tính năng của hệ thống quang điện – Phần 3: Phương pháp đánh giá năng lượng

Tiêu chuẩn này xác định một quy trình đo và phân tích sản lượng điện của một hệ thống quang điện (PV) cụ thể liên quan đến sản lượng năng lượng dự kiến cho cùng một hệ thống từ các điều kiện thời tiết thực tế do các bên tham gia thử nghiệm xác định.

Mục đích của tiêu chuẩn này là xác định một quy trình để so sánh điện năng đo được với năng lượng dự kiến của hệ thống PV. Quy trình khung này tập trung vào các hạng mục như thời gian thử nghiệm, các phương pháp lọc dữ liệu, thu thập dữ liệu, và lựa chọn cảm biến.

Quy trình thử nghiệm trong tiêu chuẩn này đã được xây dựng với mục đích chính là tạo thuận lợi cho việc lập tài liệu đảm bảo tính năng, nhưng cũng có thể được sử dụng để kiểm tra xác nhận độ chính xác của một mô hình, theo dõi tính năng (ví dụ sự suy giảm tính năng) của một hệ thống trong khoảng

thời gian nhiều năm, hoặc để lập tài liệu chất lượng hệ thống cho các mục đích khác.

Tiêu chuẩn này áp dụng một số thuật ngữ liên quan độ khả dụng năng lượng, các loại năng lượng, các chỉ số tính năng:

+ Độ khả dụng năng lượng (energy availability): Thước đo lượng năng lượng để định lượng năng lượng dự kiến khi hệ thống đang vận hành so với tổng năng lượng dự kiến.

+ Độ không khả dụng năng lượng (energy unavailability): Thước đo để định lượng năng lượng tổn hao khi hệ thống không vận hành (như được đánh giá bởi chỉ số vận hành tự động như cờ trạng thái bộ nghịch lưu chỉ ra rằng bộ nghịch lưu đang chuyển từ điện một chiều sang điện xoay chiều hay không). Độ không khả dụng năng lượng là tỷ số giữa năng lượng dự kiến (được tính từ mô hình ban đầu và dữ liệu thời tiết đo được) mà không thể phát ra được do bộ nghịch lưu hoặc các thành phần khác đang ngắt kết nối và tổng năng lượng dự kiến trong một năm.

+ Độ khả dụng năng lượng không bao gồm nguyên nhân bên ngoài (external-cause-excluded energy availability): Thước đo định lượng năng lượng dự kiến khi hệ thống đang vận hành so với tổng năng lượng dự kiến trong các thời điểm khi nhà máy không thể vận hành.

+ Năng lượng dự đoán (predicted energy): Sự phát năng lượng của một hệ thống PV được tính bằng một mô hình tính năng cụ thể, sử dụng dữ liệu thời tiết lịch sử được xem là đại diện tại hiện trường, trong đó mô hình tính năng cụ thể này đã được thỏa thuận bởi tất cả các bên tham gia thử nghiệm (xem Hình 1).

+ Năng lượng dự kiến (expected energy): Sự phát năng lượng của một hệ thống PV được tính bằng cùng một mô hình tính năng cụ thể như được sử dụng trong mô hình năng lượng dự đoán, sử dụng dữ liệu thời tiết lịch sử được thu thập tại hiện trường trong quá trình vận hành của hệ thống trong năm xem xét.

Năng lượng đo được (measured energy): Điện năng phát ra đo được từ hệ thống PV trong quá trình thử nghiệm trong cùng khoảng thời gian như mô hình năng lượng dự kiến.

+ Chỉ số tính năng (performance index): Phát điện của một hệ thống PV so với dự kiến, như được xác định trong TCVN 13083-1 (IEC 61724-1) và được tính như quy định trong tiêu chuẩn này.

+ Chỉ số tính năng năng lượng (energy performance index): Phát điện của một hệ thống PV so với năng lượng dự kiến trong một khoảng thời gian đã quy định, như được xác định trong TCVN 13083-1 (IEC 61724-1) và được tính trong tiêu chuẩn này. Chỉ số tính năng năng lượng có thể đề cập đến tất cả các thời điểm hoặc chỉ các thời điểm khả dụng như được xác định bởi chỉ số tính năng năng lượng bao gồm tất cả hoặc chỉ số tính năng năng lượng trong vận hành, một cách tương ứng.

+ Chỉ số tính năng năng lượng gộp (all-in energy performance index): Phát điện của một hệ thống PV so với tổng năng lượng dự kiến trong một khoảng thời gian đã quy định, kể cả các thời điểm khi hệ thống không vận hành.

+ Chỉ số tính năng năng lượng trong vận hành (in-service energy performance index): Phát điện của một hệ thống PV so với năng lượng dự kiến trong một khoảng thời gian đã quy định trong các thời điểm khi hệ thống đang vận hành (không bao gồm các thời điểm khi bộ nghịch lưu hoặc các thành phần khác được phát hiện là không kết nối).

+ Chỉ số tính năng công suất (power performance index): Phát điện của một hệ thống PV so với sản lượng công suất dự kiến trong bộ tập hợp các điều kiện quy định, như được xác định trong TCVN 13083-1 (IEC 61724-1) và được tính trong TCVN 13083-2 (IEC 61724-2).

Yêu cầu của tiêu chuẩn

+ Hệ thống PV được đánh giá năng lượng được áp dụng trong tiêu chuẩn này có thể là một trong nhiều cấp độ chi tiết của một nhà máy PV. Mức nhỏ nhất mà thử nghiệm có thể áp dụng là mức nhỏ nhất của cụm phát điện xoay chiều có khả năng vận hành trên lưới độc lập.

+ Việc xây dựng nhà máy PV thường được chia thành các giai đoạn. Các giai đoạn có thể có các điểm kết nối riêng rẽ hoặc được chia sẻ và có thể trải dài trong hàng tháng hoặc thậm chí hàng năm. Nói chung, khuyến cáo rằng thử nghiệm cần được áp dụng ở mức cao nhất, bao gồm toàn bộ dự án PV.

+ Một số môđun PV có sự thay đổi tính năng có thể đo được trong vòng hàng giờ hoặc hàng ngày khi lắp đặt tại hiện trường; một số khác thì không. Việc bắt đầu thử nghiệm cần được thỏa thuận giữa các bên tham gia theo hướng dẫn của nhà sản xuất về số ngày phơi bức xạ cần thiết để nhà máy đạt được tính năng đã lập mô hình cùng với các mô tả chi tiết về ngày lắp đặt và kết nối thực tế.

+ Khuyến cáo rằng thử nghiệm cần kéo dài 365 ngày. Kỳ thử nghiệm thực cần được thỏa thuận trước. Nếu thử nghiệm không được liên tục trong đầy đủ một năm thì các biến đổi theo mùa (bao gồm che bóng, phủ, nhiệt độ và gió) có thể gây sai lệch tính năng so với tính năng có thể thu được trong toàn bộ một năm.

+ Thước đo tính năng, chỉ số tính năng năng lượng trong vận hành, chỉ được báo cáo trong các thời điểm khi bộ nghịch lưu và các thành phần khác đang kết nối. Năng lượng dự kiến trong các thời điểm khi bộ nghịch lưu và các thành phần khác ngắt kết nối được định lượng trong thước đo độ không khả dụng năng lượng. Thước đo độ không khả dụng năng lượng có thể được chia thêm thành các trường hợp với nguyên nhân bên trong và bên ngoài, như được thỏa thuận bởi các bên tham gia thử nghiệm.

+ Thiết bị và quy trình đo đối với tất cả các tham số đo được cần phù hợp với TCVN 13083-1 IEC 61724-1), yêu cầu cấp A. Tuy nhiên, đánh giá cấp B hoặc cấp C (theo hợp đồng) có thể cũng được hoàn chỉnh và lập tài liệu trong báo cáo cuối cùng.

Cách thức thực hiện các yêu cầu của tiêu chuẩn

Quy trình đo và phân tích sản lượng điện của một hệ thống quang điện (PV) cụ thể liên quan đến sản lượng năng lượng dự kiến cho cùng một hệ thống từ các điều kiện thời tiết thực tế như sau:

Việc so sánh năng lượng đo được và năng lượng dự kiến được đơn giản hóa bằng cách thu thập dữ liệu thời tiết mới theo cùng định dạng như dữ liệu lịch sử. Trong trường hợp cả hai bên tham gia đều thống nhất và dữ liệu trong tài liệu ở định dạng giống nhau.

1. Tính và lập tài liệu năng lượng dự đoán và phương pháp được sử dụng để tính năng lượng dự kiến

Bước đầu tiên trong quá trình thường là dự đoán tính năng của hệ thống PV dựa trên dữ liệu thời tiết lịch sử, sử dụng mô hình đã được thống nhất bởi các bên tham gia. Mô hình được xác định liên quan đến đầu vào mô hình, quá trình tính toán và cách đưa dữ liệu khí tượng đo được vào mô hình.

- Xác định ranh giới thử nghiệm phù hợp với ranh giới hệ thống dự kiến

Phương pháp thử nghiệm này nhằm định lượng tính năng của một hệ thống, nhưng kết quả thử nghiệm có thể phụ thuộc vào những yếu tố được xem là một phần của hệ thống.

- Xác định các đầu vào khí tượng được sử dụng để dự đoán

Nguồn của tổng cường độ bức xạ ngang, nhiệt độ môi trường xung quanh, tốc độ gió và dữ liệu khí tượng khác như áp suất khí quyển và độ ẩm được mô tả và dữ liệu thô được đưa vào trong phụ lục của báo cáo cuối cùng. Dự kiến rằng việc này được lập tài liệu càng cụ thể càng tốt trước khi thử nghiệm (ví dụ: loại cảm biến, vị trí, chu trình làm sạch và hiệu chuẩn và tất cả các thông tin liên quan bổ sung).

- Xác định các đầu vào PV được dùng để dự đoán

Bảng 1 đưa ra thông tin yêu cầu cho từng loại dữ liệu đầu vào. Bảng ví dụ này xác định các thông tin được yêu cầu cho từng tham số. Cần đưa ra đủ thông tin sao cho việc dự đoán được tái lập.

Bảng 1 – Ví dụ về các tham số đầu vào về tính năng PV cho mô hình để dự đoán ban đầu

Tham số đầu vào	Giá trị	Nguồn thông tin
Môđun P_{max} ở điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (STC) (hoặc điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn hội tụ (CSTC)) = 1000 W/m^2 , nhiệt độ tế bào quang điện $25 \text{ }^\circ\text{C}$	205 W	Tờ dữ liệu
Hệ số nhiệt độ công suất môđun	- 0,35 %/ $^\circ\text{C}$	Tờ dữ liệu
Số lượng môđun	200	Bản vẽ hệ thống
Số lượng chuỗi	20	Bản vẽ hệ thống
Độ nghiêng	30°	Bản vẽ hệ thống
Góc phương vị	180°	Bản vẽ hệ thống
Bộ nghịch lưu		
Tất cả các tham số môđun được sử dụng trong mô hình đều được liệt kê trong		

bảng này hoặc trong các bảng riêng bao gồm các giả thiết về:

- Che bóng
- Bắn và/hoặc chu trình làm sạch
- Các hệ số tổn hao không thuộc môđun (ví dụ bộ nghịch lưu hoặc điện trở)
- Các vận hành và các giả định bảo trì khả dụng
- Độ khả dụng và sự cắt giảm, các sự cố mất điện khác
- Hạn chế của bộ nghịch lưu
- Tổn hao do tuyết
- Mô tả chi tiết về mô hình (góc tới, điện trở nối tiếp, phổ và các tham số khác).

- Xác định dữ liệu đo sẽ được thu thập trong thử nghiệm

Bảng 2 đưa ra các ví dụ về các loại dữ liệu cần có, một số mô hình có thể sử dụng các đầu vào khác nhau, bao gồm cả các phép đo phổ.

Bảng 2 – Bảng ví dụ về lập tài liệu các tham số đầu vào khí tượng và các đầu vào khác cho mô hình để tính năng lượng dự kiến

Tham số đầu vào	Loại cảm biến	Vị trí, hướng, và/hoặc định vị cảm biến	Số lượng cảm biến	Hiệu chuẩn và bảo trì (chỉ ra người sẽ thực hiện bảo trì nếu không phải là người vận hành hệ thống)	Kiểm tra việc căn chỉnh (chỉ ra người sẽ kiểm tra việc căn chỉnh nếu không phải là người lắp đặt)	Tần suất và phân tích dữ liệu
Tổng cường độ bức xạ ngang	Nhật xạ kế mô hình # XXX*	Được lắp ở độ cao 2 m như trong bản vẽ Y*	3	Một lần một năm; làm sạch hàng tuần	Trong khoảng 1° Kiểm tra xác nhận tầm nhìn toàn cảnh bầu trời như được xác định bởi mô hình khi bắt đầu và kết thúc thử	Dữ liệu trung bình trong 1 h và sử dụng giá trị trung bình từ tất cả các cảm biến vận hành

					nghiệm	
Nhiệt độ** môi trường xung quanh	Nhiệt ngẫu loại T	Như trong bản vẽ Y*	2	Hiệu chuẩn trước và sau thử nghiệm	Không có	Dữ liệu trung bình trong 1 h và sử dụng giá trị trung bình từ tất cả các cảm biến vận hành
Tốc độ gió	Phong tốc kế Mô hình X*	Như trong bản vẽ Y*	1	Hiệu chuẩn trước và sau thử nghiệm	Không có	Dữ liệu trung bình trong 1 h
Năng lượng xoay chiều	Công tơ điện tại công ty điện lực: Mô hình XXX*	Đầu ra của toàn hệ thống được trình bày trên bản vẽ Y, công tơ điện ####*	1	Một lần một năm	Không áp dụng	Năng lượng tích hợp được đọc hàng ngày
Hệ số công suất						Sử dụng thông tin từ sổ tay của bộ nghịch lưu
Chỉ ra rằng bộ nghịch lưu đang bám theo điểm công suất lớn nhất	Bảng được điền như các ví dụ phía trên					
Tổn hao năng						

lượng kí sinh						
Kiểm tra dữ liệu				Chỉ ra người chịu trách nhiệm kiểm tra hàng ngày		Khuyến cáo nên kiểm tra hàng ngày
Xử lý dữ liệu bị mất						Chỉ ra tất cả các sai lệch so với 6.5
Thêm các dòng cho các tham số bổ sung						
<p>* X, Y, hoặc ## được sử dụng để giữ chỗ cho thông tin thực. ** Nhiệt độ môđun cũng có thể được đo.</p>						

- Xác định các phép tính mô hình

Quy trình lập mô hình phải được xác định một cách chi tiết theo yêu cầu để người có chuyên môn kỹ thuật có thể tái lập việc tính toán năng lượng dự đoán. Bản mô tả có thể được lập tài liệu dưới dạng tài liệu tham khảo có sẵn. Việc xác định mô hình nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này.

- Năng lượng dự đoán đối với hệ thống và khoảng thời gian quy định

Sử dụng các dữ liệu đầu vào và quá trình nêu trong 6.2.2 đến 6.2.6, chỉ ra năng lượng dự đoán đối với hệ thống được chỉ định và năng lượng dự đoán này liên quan như thế nào với các đầu ra của hệ thống như được xác định trong Bảng 2. Năng lượng này có thể được dự đoán cho đầu ra một chiều và/hoặc xoay chiều và có thể có các dự đoán bổ sung về tải kí sinh, ví dụ như các hệ thống bám đang vận hành. Nếu hệ thống không được mô tả rõ ràng trong tài liệu riêng rẽ, thì hệ thống được mô hình hóa phải được mô tả trong phần này bao gồm tất cả các chi tiết có liên quan đến hệ thống như số lượng môđun, cấu hình lắp đặt, v.v... Nếu thực hiện thử nghiệm theo giai đoạn, thì sự mô tả hệ thống có thể xác định từng hệ thống nhỏ. Nếu khoảng thời gian đủ dài để bao gồm cả sự suy giảm của dàn và/hoặc nếu thử nghiệm bị hoãn lại để bao gồm các thay đổi về cảm ứng ánh sáng thì những điều này phải được mô tả.

- Xác định độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo trong thử nghiệm cần được tính toán theo các phương pháp được trình bày trong ASME Bộ quy tắc thử nghiệm tính năng 19.1,

TCVN 9595-1:2013 (ISO/IEC Guide 98-1:2009), TCVN 9595-3:2013 (ISO/IEC Guide 98-3:2008), ISO 5725 hoặc ISO GUM.

Cả độ không đảm bảo đo có hệ thống (trệch) và ngẫu nhiên (chính xác) đều được đưa vào phân tích. Sự góp phần vào độ không đảm bảo đo phụ thuộc vào mô hình được sử dụng, nhưng nhìn chung bao gồm độ không đảm bảo đo trong các phép đo cường độ bức xạ, nhiệt độ và điện năng được tạo ra.

2. Phép đo dữ liệu

Dữ liệu nêu trong Bảng 2 được thu thập và ghi chép theo tần suất và ở định dạng quy định, cố gắng tránh các khoảng trống dữ liệu để duy trì chức năng cảm biến và hiệu chuẩn cảm biến thông qua việc phát hiện sớm các sự cố, và tuân thủ chặt chẽ các quy trình đã thống nhất trước đó. Việc làm sạch cảm biến phải được lập tài liệu thông qua sổ nhật ký ngày giờ làm sạch và các ghi chú về các quan sát bất thường (nên chụp ảnh, đặc biệt khi có một bộ theo dõi độ bẩn).

3. Xác định dữ liệu đi kèm với độ không đảm bảo đo

Dữ liệu cần được sàng lọc cho các thời điểm bộ nghịch lưu không kết nối (không chuyển đổi dòng điện một chiều sang xoay chiều) hoặc một số thành phần khác không kết nối.

4. Xác định dữ liệu lỗi và thay thế hoặc điều chỉnh dữ liệu này và việc chuẩn bị dữ liệu đầu vào mô hình

Dữ liệu được kiểm tra lỗi, quy trình chính xác có thể thay đổi tùy theo dữ liệu được thu thập. Nên lập tài liệu các phương pháp đã phê duyệt về lọc dữ liệu trước khi thử nghiệm, nhưng sự phức tạp của hệ thống khiến việc này trở nên khó khăn, và có thể cần một quá trình thống nhất mới trong quá trình thử nghiệm; các bộ lọc được áp dụng và dữ liệu được bỏ ra phải được lập tài liệu trong báo cáo.

5. Tính toán năng lượng dự kiến

Năng lượng dự kiến phát ra của nhà máy được tính bằng cách đưa các dữ liệu đầu vào thay đổi đo được trong thời gian thử nghiệm vào mô hình tính năng. Quy trình từng bước sau đây để tính toán năng lượng dự kiến.

Đo tất cả các đầu vào thay đổi, bao gồm các dữ liệu khí tượng và các tham số cụ thể của nhà máy cần thiết để cập nhật mô hình tính năng trung bình năm dự đoán nhằm tính đến các điều kiện thực tế trong thời gian thử nghiệm. Điều này được quy định trong Bảng 2.

Nếu cần thiết, phải xác nhận tính hợp lệ của dữ liệu đầu vào đo được theo điều 6.5 trong nội dung của tiêu chuẩn.

Cần bảo đảm rằng khoảng thời gian của các dữ liệu đầu vào thay đổi đo được phải nhất quán với các yêu cầu đầu vào của mô hình tính năng. Ví dụ, nếu đi theo một chương trình mô phỏng theo giờ như mô hình tính năng và đo dữ liệu độ phân giải trong khoảng hơn một giờ, thì lập một tệp dữ liệu theo giờ bằng cách lấy trung bình các giá trị đầu vào đo được tại khoảng thời gian thu thập. Quy trình này đã được xác định ở 6.2.5 trong nội dung của tiêu chuẩn. (Xem thêm điều 6.9 trong tiêu chuẩn về nội dung chi tiết).

Lập tài liệu tem thời gian cần tuân theo TCVN ISO 8601:2004. Bảo đảm rằng dữ liệu theo giờ, ví dụ như giờ kết thúc, giờ bắt đầu, hoặc trung bình giữa giờ phải ở tem thời gian đúng. Ngoài ra, xác nhận sự căn chỉnh giữa dữ liệu thu thập được và các can thiệp phần mềm về tem thời gian (nên tuân theo TCVN ISO 8601:2004), xác nhận việc xử lý giờ “mùa hè” hoặc giờ “tiết kiệm ánh sáng ban ngày”, bao gồm các ngày nhuận, và thể hiện ban đêm là 0:00 hoặc 24:00, nếu có.

Việc tính toán năng lượng dự kiến trong các thời điểm hệ thống không khả dụng được thực hiện như sau:

+ Đưa các dữ liệu khí tượng đo được vào mô hình tính năng sử dụng nội dung chi tiết ở 6.2 của tiêu chuẩn, để tính toán năng lượng dự kiến trong các thời điểm hệ thống không khả dụng trong thời gian thực hiện thử nghiệm.

+ Lập tài liệu tất cả các thời điểm hệ thống không khả dụng và năng lượng dự kiến đi kèm không được nhận biết trong thời gian thử nghiệm, và nếu muốn, tách chúng thành năng lượng liên quan đến độ không khả dụng do nguyên nhân bên trong và bên ngoài, nhận xét về các nguyên nhân được nhận dạng do không khả dụng. Nếu các nguyên nhân không khả dụng được nhận dạng theo cách này, thì độ khả dụng của năng lượng loại trừ nguyên nhân bên ngoài phải được tính theo 6.8.1. Ảnh hưởng của hệ số công suất khác 1 phải được xem xét khi tính toán năng lượng thực.

Việc tính toán năng lượng dự kiến trong các thời điểm hệ thống khả dụng được thực hiện như sau:

+ Đưa các dữ liệu khí tượng đo được vào mô hình tính năng sử dụng nội dung chi tiết ở 6.2 để tính toán năng lượng dự kiến trong các thời điểm hệ thống khả dụng trong thời gian thực hiện thử nghiệm. Cả năng lượng dự kiến thực tế và biểu kiến đều phải được tính toán.

Sau đó, tính tổng năng lượng dự kiến như sau:

Tổng năng lượng dự kiến được tính bằng cách lấy tổng các năng lượng dự kiến trong các thời điểm hệ thống không khả dụng và khả dụng. Cả năng lượng dự kiến thực tế và biểu kiến đều phải được tính toán.

Sau khi tính toán cần thực hiện phân tích các sai khác

Nếu năng lượng dự kiến sai lệch so với năng lượng dự đoán một cách đáng kể (trên 10 %) thì phải thực hiện chẩn đoán nguyên nhân gốc. Ví dụ, việc chẩn đoán này có thể là thời tiết trong năm không dự kiến được, mô hình mô phỏng khác so với nhà máy đã xây dựng, hoặc thiếu dữ liệu bất thường. Báo cáo thử nghiệm phải nhận xét về việc thử nghiệm có còn được xem là hợp lệ không.

6 Tính năng lượng đo được

Năng lượng đo được là kết quả của tất cả năng lượng phát ra bởi nhà máy khi đo tại vị trí của công tơ điện trong thời gian thực hiện thử nghiệm sau khi đã trừ đi năng lượng tổn hao do tải kí sinh. Nếu dữ liệu thiếu được thay thế, cần lưu ý rằng sản lượng điện đo được được ước tính nhất quán với cách xác định năng lượng dự kiến trong khoảng thời gian đã xác định đó.

7. Tính toán các thước đo từ dữ liệu đo được gồm có:

- + Tính toán chỉ số tính năng năng lượng và độ khả dụng
- + Tính toán hệ số công suất
- + Tính toán tỷ lệ tính năng

8. Phân tích độ không đảm bảo đo

Như một phần của kế hoạch đảm bảo tính năng hoặc kế hoạch thử nghiệm, thỏa thuận phải tuyên bố cách xem xét độ không đảm bảo đo trong phép đo. Theo đó, cần phải định lượng độ không đảm bảo đo trong phép đo và phân tích như một phần của việc xác định xem tính năng đo được có đạt mức kỳ vọng không.

Trên đây là quy trình cần thiết để đo và phân tích sản lượng năng lượng của một hệ thống quang điện (PV) cụ thể nhằm đánh giá chất lượng tính năng của hệ thống PV.

Sau khi thực hiện quy trình này, cần lập tài liệu quy trình thử nghiệm. Tài liệu cần có các nội dung như sau:

- a) Mục đích;
- b) Các giá trị đảm bảo và cơ sở để đảm bảo hoặc dự đoán tính năng
- c) Lịch trình thử nghiệm;
- d) Các bên tham gia thử nghiệm và các vai trò, trách nhiệm tương ứng đối với mô tả chi tiết việc lắp đặt, vận hành, và phân tích dữ liệu, bao gồm trách nhiệm về:

- 1) Hiệu chuẩn.
 - 2) Chất lượng dữ liệu liên tục.
 - 3) Làm sạch các cảm biến;
 - 4) Làm sạch dàn;
 - 5) Phát hiện các vấn đề hệ thống;
 - 6) Giải quyết các vấn đề hệ thống;
 - 7) Xác định các cắt giảm điện năng (nếu có);
 - 8) Phân tích dữ liệu;
 - 9) Viết/xem xét lại báo cáo cuối cùng;
 - 10) Các vai trò liên quan khác.
- e) Các yêu cầu vận hành và bảo trì nhà máy.
 - f) Thiết bị đo.
 - g) Phân tích độ không đảm bảo đo trước thử nghiệm.
 - h) Các phương pháp chi tiết về xử lý dữ liệu và rút gọn dữ liệu.
 - i) Các tiêu chí đối với một thử nghiệm thành công.
 - j) Các tờ thông số kỹ thuật của thiết bị đo và giấy chứng nhận hiệu chuẩn.
 - k) Phụ lục dữ liệu khí tượng lịch sử.
 - l) Phụ lục tổng hợp dữ liệu phân tích và đo được, bao gồm dữ liệu đã được thay thế trong mỗi kỳ báo cáo.

Tiêu chuẩn này cũng quy định Báo cáo thử nghiệm cuối cùng phải bao gồm quy trình thử nghiệm (trình bày rõ ràng hoặc bằng cách tham chiếu) và các hạng mục sau:

- a) Mô tả bên thực hiện thử nghiệm.
- b) Mô tả hiện trường cần thử nghiệm, bao gồm vĩ độ, kinh độ và cao độ.

- c) Mô tả các thuộc tính chất lượng của hiện trường ví dụ như tên đơn vị tích hợp hệ thống, tên nhà cung cấp vận hành và hoạt động bảo trì.
- d) Mô tả cấu hình hệ thống bao gồm nhà chế tạo và kiểu mô hình của các thành phần then chốt được sử dụng như môđun PV, bộ nghịch lưu, máy biến áp MV, v.v...
- e) Mô tả hệ thống cần thử nghiệm, đặc biệt là các khía cạnh về khí tượng được nêu trong Bảng 2, mô tả tất cả các đầu vào của mô hình. Cần lưu ý cụ thể có tải kí sinh hay không và cách lập tài liệu tải kí sinh này khi thử nghiệm.
- f) Mô tả các dữ liệu khí tượng lịch sử được sử dụng để dự đoán ban đầu như nêu trong Bảng 1 và/hoặc đưa vào các dữ liệu thô trong phụ lục nếu dữ liệu tham chiếu không sẵn có.
- g) Tóm tắt về việc dự đoán tính năng ban đầu được thực hiện dựa trên các dữ liệu lịch sử.
- h) Tóm tắt việc xác định các dữ liệu khí tượng được lấy trong quá trình thử nghiệm như mô tả trong Bảng 2, bao gồm dữ liệu hiệu chuẩn đối với tất cả các cảm biến (nhận dạng cảm biến, phòng thí nghiệm thử nghiệm, ngày giờ thử nghiệm và các thay đổi quan sát được trong hiệu chuẩn).
- i) Tóm tắt việc xác định các dữ liệu đầu ra thu thập được trong quá trình thử nghiệm như mô tả trong Bảng 2, bao gồm các bản ghi về việc hiệu chuẩn đã thực hiện.
- j) Dữ liệu chưa xử lý thu thập được trong quá trình thử nghiệm, trong đó ghi lại dữ liệu nào đã được gắn cờ liên quan đến các thời điểm hệ thống không khả dụng (nên lập thành một phụ lục của báo cáo).
- k) Giải thích tại sao dữ liệu được thay thế (nếu có).
- l) Danh mục tất cả các sai lệch so với quy trình thử nghiệm và tại sao lại thực hiện như vậy.
- m) Tóm tắt (xem ví dụ ở Phụ lục A):
- 1) sản lượng điện dự kiến được tính từ dữ liệu thời tiết đo được trong các thời điểm khả dụng (6.6.7),
 - 2) sản lượng điện dự kiến trong các thời điểm hệ thống không khả dụng (6.6.6) được chia thành hai loại theo nguyên nhân (bên trong hoặc bên ngoài, nếu muốn),
 - 3) tổng sản lượng điện dự kiến trong toàn bộ thời gian thử nghiệm (6.6.8),
 - 4) sản lượng điện đo được (6.7),
 - 5) độ khả dụng năng lượng được tính toán (6.8),
 - 6) chỉ số tính năng năng lượng gộp và chỉ số năng lượng trong vận hành theo phân số hoặc phần trăm (6.8),
 - 7) nên bao gồm sự phân chia các nguyên nhân của chỉ số tính năng năng lượng nhỏ hơn 100 %
- n) Mô tả về phân tích độ không đảm bảo đo và tuyên bố về độ không đảm bảo đo đi kèm với tính năng dự kiến và độ khả dụng, dựa trên độ không đảm bảo đo của các phép đo thời tiết (xem 6.9).

o) Mô tả về phân tích độ không đảm bảo đo và tuyên bố về độ không đảm bảo đo đi kèm với tính năng đo được (xem 6.9).

Đối với các hạng mục bị trùng lặp trong cả hai danh sách, báo cáo cuối cùng cần lặp lại thông tin gốc, kiểm tra xác nhận rằng dự án đã được thực hiện như kế hoạch ban đầu, hoặc ghi lại các thay đổi xảy ra trong quá trình thử nghiệm. Ngoài ra, tiêu chuẩn này còn có phụ lục đưa ra ví dụ về tính các chỉ số tính năng năng lượng.