Tôi từng gặp một hệ điện năng lượng mặt trời lắp xong được hơn nửa năm thì sản lượng tụt rõ rệt. Ban đầu chủ nhà tưởng là "trời nắng lên xuống", nhưng khi xem lại dữ liệu theo ngày và theo khung giờ, mức sụt không còn là chuyện thời tiết. Nó giống như chiếc máy đang bị "khựng" ở một khâu nào đó, có thể là phần điện, cũng có thể là phần vận hành ngoài nắng. Và tin tốt là, với cách khoanh vùng đúng, bạn thường tìm ra nguyên nhân khá nhanh, trước khi sự cố kéo dài làm hỏng thêm phần còn lại.

Bài viết này đi theo lối thực chiến: quan sát biểu hiện, suy ra khả năng cao, kiểm tra có thứ tự, rồi mới xử lý. Tôi sẽ nói cả những tình huống hay bị bỏ qua, ví dụ bóng cây mới mọc, đấu dây lệch cực, hoặc inverter "thở không đúng" do cấu hình. Bạn không cần phải là thợ điện mới làm được phần kiểm tra ban đầu, nhưng cần hiểu giới hạn an toàn khi đụng vào DC.

Khi nào gọi là "giảm sản lượng" thật sự?

Giảm sản lượng trong hệ năng lượng mặt trời có thể nhỏ, có thể lớn, và không phải lúc nào cũng là lỗi kỹ thuật. Thường cần nhìn theo ba lớp:

Thứ nhất là so sánh theo mùa. Cùng một tháng này không thể đem so y nguyên với tháng trước, nhất là nếu hướng lắp thay đổi hoặc vĩ độ có sự chênh theo mùa.

Thứ hai là so theo thời tiết. Nắng giảm khiến sản lượng giảm, nhưng giảm theo kiểu "đều đều": năng lượng mặt trời sáng lên, trưa cao, chiều tụt. Nếu dữ liệu có đoạn bị "đứt khúc" như đồ thị gãy, bạn nên nghi hơn phần điện hoặc phần cơ khí.

Thứ ba là so theo cấu trúc thời gian trong ngày. Nhiều sự cố tạo ra dấu hiệu rất đặc trưng, như công suất chỉ phát được buổi sáng, hoặc chỉ lên cao đến một mức rồi bị chặn, hay xuất hiện một bậc giảm cố định ở khung giờ cụ thể.

Tôi hay yêu cầu chủ hệ gửi ảnh chụp màn hình theo ít nhất 7 đến 14 ngày, kèm biểu đồ công suất theo giờ. Nếu chỉ có số liệu tổng tháng, đôi khi bạn sẽ mất cơ hội bắt đúng "thời điểm hệ bị làm sao".

Dấu hiệu thường gặp và "đọc vị" từ đồ thị

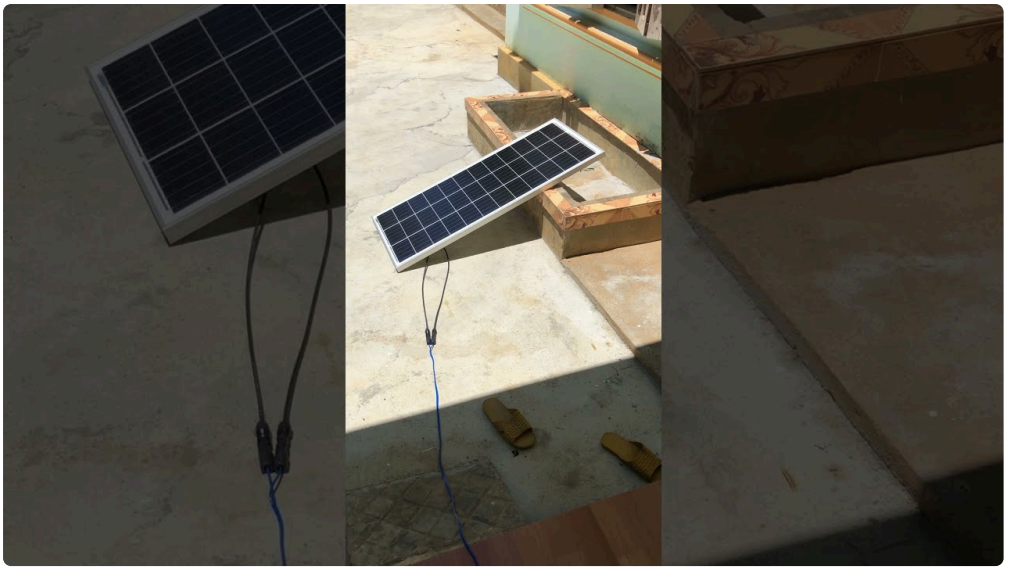
Nói về thực tế vận hành, giảm sản lượng thường rơi vào vài kiểu biểu hiện:

Có kiểu giảm mạnh nhưng vẫn giữ dáng đồ thị: lúc nào cũng thấp hơn kỳ vọng, nhưng trưa vẫn là trưa. Kiểu này hay liên quan đến bức xạ giảm (bụi, rụng lá, bóng che) hoặc suy hao do kết nối, như module bị một chuỗi "hụt" do mismatch.

Có kiểu giảm tại một đoạn thời gian: ví dụ khoảng 9h đến 11h công suất thấp hẳn, còn sau đó có cải thiện. Tôi từng bắt gặp trường hợp do giàn dây leo phía tây bắt đầu rậm vào đúng khung giờ nhận nắng nghiêng. Thời điểm là chìa khóa.

Có kiểu công suất leo lên một mức rồi không vượt được, như bị "đóng van". Với hệ có nhiều chuỗi hoặc nhiều MPPT, tình huống này có thể là inverter đang giới hạn do sự cố trong một chuỗi, hoặc một phần DC không đạt điều kiện vận hành bình thường.

Có kiểu giảm dần theo thời gian từng tuần: ban đầu giảm nhẹ rồi tăng thêm khi thời tiết ẩm, hoặc sau mưa. Trường hợp này làm tôi nghĩ đến ăn mòn đầu nối, thấm nước trong hộp nối (junction box), hoặc lỗi cách điện.



Nguyên nhân phổ biến, nhìn từ góc độ thợ kiểm tra

1) Bóng che mới xuất hiện, dù nhìn "không đáng kể"

Bóng che là thứ làm hệ tụt mà người dùng dễ bỏ qua nhất. Cây mọc thêm, tấm bạt che nắng mới lắp, giàn phơi trên sân thượng, thậm chí ăng ten hoặc tường chắn nắng đổi vị trí do sửa nhà.

Điểm khó là bóng che không cần che kín tấm pin. Chỉ cần một phần chuỗi bị che trong thời gian đủ dài là công suất giảm. Với module có bypass diode, đồ thị có thể không sụt "thẳng một phát", mà chỉ thấp hơn so với ngày nắng đẹp.

Một lần tôi kiểm tra một mái nhà có giàn hoa leo. Chủ nhà nói "không che". Nhưng khi tôi đứng đúng góc mặt trời lúc 10h sáng, tôi thấy một mảng lá chạm vào vùng nắng. Chỉ thay đổi vị trí giàn dây và tỉa bớt, sản lượng quay lại rõ rệt.

Cách nghĩ: nếu đồ thị giảm xuất hiện vào một khung giờ cố định theo thời gian trong năm, nghi bóng che hoặc thay đổi tương ứng.

2) Bụi bẩn, muội than, phân chim, rêu mái

Bụi làm giảm bức xạ đến mặt module, nhưng mức giảm phụ thuộc nhiều vào nơi lắp. Khu gần công trình, gần đường đất, hoặc khu có khói than, bụi xây dựng thường bẩn nhanh hơn. Phân chim, lá khô, hoặc rêu trên mái (đặc biệt vùng ẩm) có thể bám thành lớp.

Tôi từng chứng kiến một hệ chạy "đều" vào mùa đầu, rồi đến mùa mưa bắt đầu có rêu. Mưa có vẻ làm sạch, nhưng thật ra rêu bám theo vệt, khi nắng lên sẽ khô lại và đóng lớp bám. Sau khi làm vệ sinh đúng cách, sản lượng lên lại.

Nếu bạn định tự vệ sinh, hãy tránh xối mạnh làm "sốc nhiệt" hoặc trượt kính module. Trường hợp xấu là làm xước bề mặt hoặc làm lỏng jack nối do thao tác vội.

3) Một chuỗi DC bị suy yếu hoặc hỏng module

Trong nhiều hệ lắp đặt, đặc biệt hệ nhiều module chia thành nhiều string, chỉ cần một module giảm hiệu suất do lỗi cell, lỗi tiếp xúc, hoặc microcrack là cả string bị kéo theo.

Bạn sẽ thấy dấu hiệu rất giống "một MPPT hoặc một đầu vào phát công suất kém", còn các phần khác vẫn ổn. Khi đó, dữ liệu theo từng MPPT hoặc theo từng input (nếu inverter hỗ trợ) sẽ hữu ích.

Cần nói thẳng: kiểm tra chuỗi DC không phải bài tập cho người chưa hiểu về điện một chiều. Dòng DC trong hệ có thể nguy hiểm, nên phần đo điện, kiểm tra cách điện phải làm theo quy trình an toàn và tốt nhất do đơn vị lắp đặt điện năng lượng mặt trời hoặc thợ có kinh nghiệm thực hiện.

4) Kết nối lỏng, oxy hóa đầu nối, nước lọt vào hộp nối

Lỗi kết nối là nhóm "ăn tiền" vì nó tiến triển. Ngày đầu có thể chưa lộ rõ, nhưng theo thời gian rung lắc, nhiệt giãn nở, mưa tạt, bụi bám vào giắc nối có thể gây tiếp xúc kém.

Tiếp xúc kém dẫn tới tăng điện trở tại điểm nối. Khi có dòng chạy, điểm đó nóng lên. Kết quả là sản lượng giảm và đôi khi còn kèm mùi khét, đổi màu nhựa, hoặc cháy xém.

Dấu hiệu cảnh báo bằng mắt thường: hộp nối bị ố vàng, cáp có vết nứt, băng keo bong, hoặc đầu nối có dấu hiệu "trắng muối" (tùy môi trường). Đặc biệt nếu giảm sản lượng xuất hiện sau một trận mưa lớn hoặc sau gió mạnh, nghi nhóm này.

5) Inverter giới hạn công suất hoặc cấu hình sai theo lưới

Inverter không chỉ chuyển đổi, nó còn quyết định hệ hoạt động theo giới hạn. Một số trường hợp khiến inverter "thấy" sự cố và tự giảm công suất, ví dụ:

- Cảm biến nhiệt hoặc đo điện áp bất thường.
- Cấu hình giới hạn công suất (limit) theo thỏa thuận hoặc do kỹ thuật viên thiết lập.
- Chế độ anti-islanding hoặc quy tắc bảo vệ thay đổi do cập nhật firmware.
- Nhiễu hoặc lỗi giao tiếp làm inverter báo trạng thái nhưng người dùng không để ý.

Tôi từng gặp tình huống chủ hệ xem app thấy "running normally", nhưng inverter lại đang bị giới hạn theo thời điểm do một cấu hình giảm công suất (có thể nhằm đáp ứng điều kiện vận hành). Khi kiểm tra lại thông số giới hạn, sản lượng phục hồi một cách "đúng bài".

Cách khoanh vùng: nếu giảm sản lượng đồng loạt ở mọi ngày nắng và đồ thị cho thấy inverter không đạt đỉnh dù bức xạ có, hãy xem log hoặc trạng thái lỗi, đặt trọng tâm vào thông số inverter.

6) Lỗi phương hướng, độ nghiêng hoặc lắp đặt sai so với thiết kế ban đầu

Đây là nguyên nhân nghe "kỹ thuật", nhưng lại xuất hiện khá nhiều khi lắp ngoài trời. Sai độ nghiêng vài độ, lệch hướng vài chục độ không nhất thiết làm hệ ngừng, nhưng có thể khiến năng lượng thu được thấp hơn kỳ vọng.

Cũng có trường hợp thiết kế ban đầu đúng, nhưng sau đó mái bị thay đổi, hoặc kết cấu đỡ bị lệch do gió, do thi công không chặt. Nếu hệ bị xê dịch nhẹ, bóng che cũng đổi theo.

Mẹo thực chiến: so sánh sản lượng với hệ khác lắp gần đó cùng quy chuẩn. Nếu hai hệ cùng công suất, cùng hướng tương tự mà hệ của bạn thấp hơn rõ rệt kéo dài, bạn nên kiểm tra lại bản đồ nắng và hình học lắp.

7) Module suy giảm theo thời gian, nhưng "suy giảm bình thường" phải có biên độ

Pin mặt trời có suy giảm theo năm. Tuy nhiên, tốc độ suy giảm "bình thường" thường không tạo ra mức tụt quá đột ngột trong vài tuần. Nếu bạn chứng kiến sụt mạnh trong thời gian ngắn, đừng vội quy cho suy giảm tuổi thọ. Hãy coi suy giảm tuổi thọ là nền, còn sự cố là phần cộng thêm.

Tôi hay nhìn kiểu đồ thị: suy giảm bình thường thường mượt và kéo dài. Còn sự cố thường có "điểm rơi".

8) Hiện tượng PID hoặc vấn đề cách điện trong môi trường ẩm

Trong môi trường ẩm hoặc có điện áp cao kéo dài, một số hiện tượng liên quan đến PID (tiềm năng gây suy giảm) có thể ảnh hưởng hiệu suất. Tuy nhiên, để kết luận PID thường cần kiểm tra chuyên sâu về cách điện, đo đạc và đối chiếu điều kiện vận hành. Nên coi đây là giả thuyết khi hệ giảm theo mùa ẩm và có dấu hiệu liên quan đến cách điện hoặc cách chống ẩm.

Một lộ trình kiểm tra thực dụng, ưu tiên an toàn

Khi đã xác định "giảm thật", bạn cần một lộ trình không bỏ sót, nhưng cũng không đốt công đo đạc lan man.

Đầu tiên, hãy khoanh vùng theo dữ liệu: giảm xuất hiện toàn thời gian hay theo khung giờ. Nếu giảm theo khung giờ, bóng che và góc nắng có xác suất cao. Nếu giảm toàn ngày, bụi bẩn, kết nối, inverter giới hạn hoặc một string bị yếu đáng nghi hơn.

Tiếp theo, kiểm tra bằng quan sát không chạm vào điện. Đi dọc tuyến cáp đi từ inverter ra DC. Nhìn xem có đoạn nào võng, cáp bị đè, đầu nối lỏng, hộp junction có bị nứt hoặc bị nước thấm.

Sau đó, vệ sinh thử theo phương án tối thiểu và có đối chứng. Ví dụ bạn có thể đánh dấu một vùng module ít bẩn hơn để so sánh, hoặc vệ sinh một phần mái trước, theo dõi dữ liệu 1 đến 2 tuần. Làm theo kiểu "thử rồi đo" sẽ nhanh ra nguyên nhân hơn là làm đại trà.

Khi nghi ngờ phần điện trong DC hoặc inverter, hãy chuyển sang kiểm tra chuyên sâu của đơn vị có năng lực. Nếu bạn tự mở, rủi ro cao và có thể làm mất bảo hành. Với hệ có nhiều chuỗi, việc đo nhánh cần đúng đồng hồ và quy trình.

Dưới đây là một checklist ngắn, dành cho bước khoanh vùng ở mức người vận hành có thể làm được mà không bước vào phần DC đo trực tiếp.

- So sánh dữ liệu công suất theo giờ trước và sau giai đoạn giảm, xem có khung giờ "rơi" cố định hay không
- Quan sát bề mặt module và khu vực lắp, tìm dấu vết bóng che mới, lá rụng, phân chim, rêu hoặc bụi đóng dày
- Kiểm tra đầu nối, hộp nối, và tuyến cáp xem có dấu hiệu lỏng, oxy hóa, ố cháy, nứt vỏ cáp hay không
- Xem trạng thái inverter, cảnh báo, log sự kiện và thông số limit nếu có, đối chiếu thời điểm bắt đầu giảm
- So sánh với một hệ khác cùng khu (nếu có) hoặc đối chiếu với dự báo bức xạ để loại trừ "giảm do trời"

Vì sao cùng một nguyên nhân có thể cho ra nhiều kiểu đồ thị?

Nhiều người nhìn đồ thị rồi kết luận nhanh, nhưng thực tế một nguyên nhân có thể biểu hiện khác nhau tùy cấu hình hệ. Lý do nằm ở hai thứ: cách chia chuỗi (string) và cách inverter quản lý MPPT.

Nếu hệ của bạn có nhiều MPPT, một chuỗi yếu sẽ làm đồ thị có "một góc" giảm. Nếu inverter chỉ có một MPPT, tác động sẽ trải đều hơn, nhìn như giảm toàn cục. Tương tự, bypass diode trong module và công nghệ module (mono PERC, n-type, hay có tối ưu hóa) sẽ làm đường cong khác đi đôi chút.



Vì vậy, tôi luôn khuyến khích đọc dữ liệu theo đầu vào, nếu hệ có hỗ trợ. Nếu app không hiển thị từng string, hãy đề nghị đơn vị lắp đặt điện năng lượng mặt trời kiểm tra từng string bằng cách đo dòng điện và điện áp theo quy trình. Chỉ khi thấy string nào "khựng" mới dễ quyết định thay module hay xử lý tiếp xúc.

Cách khắc phục theo nguyên nhân (và những quyết định phải cân nhắc)

Nếu nghi bóng che hoặc thay đổi môi trường

Khắc phục thường không tốn điện, nhưng cần dứt điểm. Tỉa cây, di dời vật cản, hoặc thay đổi vị trí giàn phơi, xếp lại đồ vật trên sân thượng. Nếu che do công trình mới từ nhà bên cạnh, bạn có thể cân nhắc giải pháp kỹ thuật như tối ưu hóa bố trí module, thêm hàng module bù vùng sáng hoặc điều chỉnh hướng nghiêng nếu cấu trúc cho phép.

Đôi khi giải pháp "đúng" lại là theo dõi thêm một mùa, vì cây lớn dần. Nếu bóng che chỉ theo mùa, bạn không cần sửa quá lớn ngay lập tức, nhưng phải đảm bảo không có điểm che cố định dài ngày gây suy giảm kéo dài.

Nếu nghi bụi bẩn, rêu, phân chim

Vệ sinh đúng cách và đúng chu kỳ. Nếu khu vực của bạn bẩn nhanh, vệ sinh theo mốc thời gian cố định có thể tốt hơn chờ đến khi sản lượng rơi xuống. Làm vệ sinh theo kiểu nhẹ nhàng, tránh cọ mạnh hoặc dùng hóa chất không rõ độ an toàn cho kính module.

Nếu thấy rêu bám dai, có thể cần xử lý chuyên sâu hơn, kiểm tra thoát nước mái để giảm ẩm thường xuyên.

Tôi từng khuyên khách dùng nước sạch áp lực vừa, lau theo một chiều nhất định, và không làm vào giữa trưa nắng gắt. Nghe có vẻ nhỏ, nhưng giảm được nguy cơ sốc nhiệt và xước mặt.

Nếu nghi kết nối lỏng hoặc oxy hóa

Cách khắc phục là sửa đúng điểm, thay đầu nối hoặc làm lại siết chuẩn. Nếu có biểu hiện cháy xém, đừng chỉ bọc lại cho qua. Những điểm nóng đã từng xảy ra thì nguy cơ tái diễn cao.

Sau khi xử lý, cần chạy lại và theo dõi dữ liệu vài ngày để xem công suất có trở lại dáng bình thường không.

Nếu nghi một chuỗi hoặc module lỗi

Tùy mức độ và khả năng đo kiểm. Có trường hợp module suy giảm nhưng không hẳn "đứt", nhìn không thấy hỏng cơ khí. Lúc này cần đo dòng điện theo string, đối chiếu với thông số danh định hoặc mô hình kỳ vọng.

Việc thay module nên dựa trên bằng chứng, tránh thay theo cảm giác. Thực tế đôi khi thủ phạm là đầu nối hoặc hộp nối, thay nhầm module sẽ tốn chi phí mà không giải quyết gốc.

Nếu nghi inverter giới hạn hoặc cấu hình sai

Cần truy log sự kiện và kiểm tra thông số cấu hình. Firmware cũng là biến số. Đừng tự reset liên tục khi chưa hiểu vì sao inverter vào giới hạn, vì reset chỉ xóa trạng thái, không xóa nguyên nhân.

Nếu xác định có limit theo thời gian hoặc theo chế độ, điều chỉnh lại theo đúng thỏa thuận vận hành. Ở công đoạn này, nên làm với đội kỹ thuật lắp đặt để đảm bảo đúng điều kiện và giữ bảo hành.



Tránh những "cách chữa cháy" làm vấn đề tệ hơn

Một số thói quen khiến hệ giảm dài hơn:

Đầu tiên là thay đổi đồng loạt nhiều thứ trong một lần. Ví dụ vừa vệ sinh xong, vừa thay inverter, vừa đổi cấu hình. Khi đó bạn không biết biến nào gây ra sự cải thiện. Kết quả là lần sau lại khó khoanh vùng.

Thứ hai là tự ý mở hộp nối hoặc xử lý dây DC mà không có quy trình an toàn. Chỉ một thao tác sai có thể làm phát sinh lỗi cách điện hoặc gây hư hỏng rộng hơn.

Thứ ba là "để đó vài tuần xem sao" trong khi dấu hiệu đã rõ như cháy xém, mùi khét, hoặc rò rỉ. Các điểm đó không tự biến mất. Điện năng lượng mặt trời là hệ ngoài trời, làm theo cảm tính có thể tạo rủi ro.

Câu chuyện từ hiện trường: khi chỉ cần một thay đổi nhỏ

Có lần tôi đi kiểm tra hệ của một cửa hàng nhỏ. Chủ nhà nói sản lượng giảm dần, nhất là buổi chiều. Khi lên mái, tôi thấy có một chỗ đặt thùng hàng cao mới xây ở góc sân, nắng phản vào làm bóng đổ cắt qua đúng vùng module theo hướng tây nam.

Điều đáng nói là chỗ đó che rất "mảnh", nhìn từ xa không ai để ý. Nhưng đồ thị công suất có đoạn giảm đúng vào thời điểm bóng đổ đi qua. Sau khi hạ thấp vị trí thùng và xoay lại khu đặt vật tư để không tạo bóng trực tiếp, sản lượng buổi chiều tăng lên khá rõ, còn buổi trưa gần như giữ ổn định.

Câu chuyện này nhắc tôi rằng, đôi khi nguyên nhân không nằm trong thiết bị. Nó nằm trong thói quen sử dụng không gian quanh mái.

Nên làm gì để giảm rủi ro tụt sản lượng về sau

Cách bền nhất vẫn là quản lý theo dữ liệu và theo mùa, thay vì chỉ khi thấy sản lượng thấp mới chạy đi tìm.

Nếu bạn đang cân nhắc lắp đặt điện năng lượng mặt trời, hãy hỏi rõ về thiết kế chuỗi, số MPPT, cơ chế giới hạn công suất, và cách nhà sản xuất hoặc đơn vị lắp đặt hỗ trợ theo dõi. Một hệ có giám sát tốt, hiển thị được nhiều lớp dữ liệu sẽ giúp bạn phản ứng nhanh khi có sự cố.

Với những hệ đang vận hành, bạn nên tạo thói quen xem dữ liệu theo khung giờ, không chỉ tổng sản lượng theo tháng. Một biểu đồ công suất theo giờ giống như bản đồ, nó cho bạn biết "hệ có đang chạy đúng dáng nắng hay không".

Nếu khu vực có bụi nhiều hoặc có bóng che theo mùa, hãy đặt lịch vệ sinh và kiểm tra cơ khí theo điều kiện thực tế. Đừng chỉ chạy theo lịch "mỗi 3 tháng", vì có nơi 3 tháng vẫn quá lâu, có nơi 4 đến 6 tháng vẫn ổn.

Khi nào cần gọi kỹ thuật ngay?

Nếu bạn thấy bất kỳ dấu hiệu bất thường rõ rệt, đừng trì hoãn:

- Sản lượng tụt mạnh kèm cảnh báo từ inverter.
- Có mùi khét, dấu cháy xém ở hộp nối hoặc đầu cáp.
- Bề mặt hộp nối hoặc cáp có dấu nứt, hở, nước thấm.
- Dữ liệu cho thấy công suất không lên được như thường lệ trong nhiều ngày nắng rõ.

Những tình huống này thường liên quan đến an toàn và lỗi tiếp xúc. Xử lý sớm giúp giảm nguy cơ hỏng rộng và hạn chế chi phí về sau.

Chốt lại theo cách "đi tìm thủ phạm"

Giảm sản lượng không phải lúc nào cũng là lỗi pin. Nó có thể là môi trường, có thể là kết nối, có thể là cấu hình inverter, hoặc có thể là thay đổi nhỏ ngoài mái khiến góc nắng biến thành kẻ phá hoại âm thầm.

Điểm mấu chốt là: đọc dữ liệu theo thời gian trong ngày, quan sát bề mặt và khu vực xung quanh để bắt bóng che hoặc bụi bẩn, rồi mới đi sâu vào phần điện. Làm đúng thứ tự, bạn sẽ tiết kiệm được nhiều công, và quan trọng hơn là tránh xử lý sai thứ cần thiết.

Nếu bạn muốn, bạn có thể chia sẻ cấu hình hệ của mình, ví dụ tổng công suất, số string hoặc MPPT (nếu biết), loại inverter và ảnh đồ thị công suất vài ngày giảm mạnh. Tôi sẽ giúp bạn khoanh vùng nguyên nhân khả dĩ theo đúng dấu hiệu bạn đang gặp.