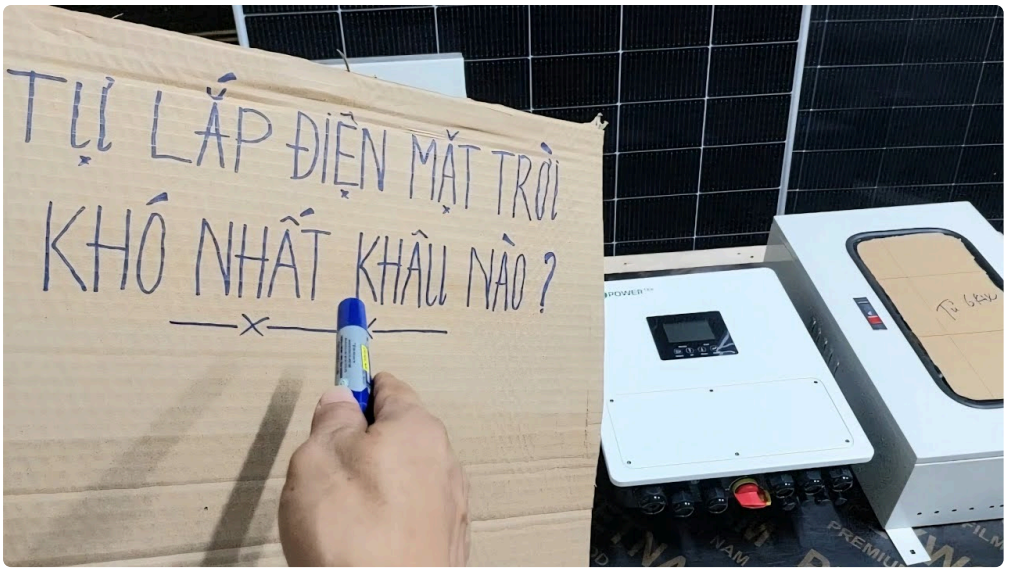



Đi lắp điện năng lượng mặt trời ngoài công trình mới thấy "khoảng cách giữa các tấm" nghe thì đơn giản, nhưng khi đứng trên mái và nhìn bóng loáng của mặt trời, mọi thứ lại rơi vào thế giới của toán học, gió, và cả những thứ nhỏ xíu như độ cong mái hay cách người thợ khoan dấu vít. Tôi đã từng chứng kiến một hệ thống chạy được vài tháng rồi hiệu suất tụt nhanh chỉ vì sắp hàng quá khít, gió quật làm hàng pin "lệch" nhẹ, rồi bóng tự tạo theo mùa xuất hiện đúng lúc nắng gắt nhất.

Khoảng cách không phải là con số để "đủ dùng". Nó là quyết định về việc bạn có tối ưu được sản lượng, kéo dài tuổi thọ, và tránh rắc rối vận hành hay không. Bài này đi sâu vào cách nghĩ thực tế khi lắp đặt điện năng lượng mặt trời, đặc biệt là phần khoảng cách giữa các tấm pin, theo hướng dễ hình dung ngoài hiện trường.

## Vì sao khoảng cách lại quan trọng hơn bạn tưởng?

Khi bạn đặt các tấm pin sát nhau, cảm giác là diện tích được tận dụng tối đa. Nhưng pin mặt trời không chỉ tạo điện khi mặt trời chiếu trực tiếp. Chúng còn tạo điện theo góc tới, và quan trọng hơn là chúng rất "nhạy" với bóng râm.

Một dải bóng râm nhỏ, dù chỉ do một cạnh khung, do gờ mái, do đường điện đi dọc theo sườn, hoặc do tấm bên trên che một phần tấm bên dưới vào buổi sáng hay buổi chiều, đều có thể làm giảm dòng ở các chuỗi mắc nối tương ứng. Thực tế vận hành cho thấy, càng nhiều tấm mắc thành chuỗi dài, càng dễ xảy ra hiện tượng "bị kéo lùi" bởi điểm yếu. Khoảng cách hợp lý chính là cách bạn mua lại ánh sáng cho từng tấm, mùa này qua mùa khác.

Ngoài bóng, khoảng cách còn liên quan đến nhiệt độ làm việc. Pin mặt trời nóng lên sẽ giảm hiệu suất. Khi bạn xếp các tấm quá sát ở phương ngang hoặc tạo hàng chồng quá gần theo hướng mái dốc, đối lưu không khí bị hạn chế. Hơi nóng tích lại lâu hơn, và hiệu suất trung bình giảm dần, nhất là những ngày nắng gắt.

Cuối cùng là cơ khí. Mái nhà không đứng yên mãi. Gió rít, rung, co giãn nhiệt, và thậm chí lún nền theo thời gian. Khoảng cách đủ giúp cấu trúc có vùng chuyển động an toàn, giảm rủi ro cọ xát vào mái hoặc vào các chi tiết kim loại lân cận.

## Khoảng cách "nhìn thấy được" không chỉ là một kiểu

Nhiều người hỏi tôi: "Chỗ này nên để bao nhiêu cm giữa các tấm?" Câu trả lời đúng phải là "tùy loại khoảng cách bạn đang nói". Trong lắp đặt điện năng lượng mặt trời, thường có ba lớp khoảng cách cần nghĩ đồng thời.

Thứ nhất là khoảng cách giữa các tấm trong cùng một hàng, để lắp khung, bắt vít và căn chỉnh độ thẳng. Nếu bạn chừa quá ít, khi nhiệt độ thay đổi, giãn nở có thể làm khung cọ vào nhau hoặc làm cong nhẹ bề mặt theo thời gian.

Thứ hai là khoảng cách giữa hai hàng theo chiều dốc mái (khi bạn bố trí các dải pin chạy dọc hoặc chạy ngang với mái). Đây là phần quyết định bóng che vào các giờ khác nhau trong năm.

Thứ ba là khoảng cách tới mép mái và các chướng ngại như ống thoát nước, máng xối, xà gồ, đường điện đi nổi, hoặc các điểm xuyên mái. Phần này ít được chú ý, nhưng lại là thứ khiến kỹ sư hiện trường phải làm "sửa chữa phát sinh" bằng cách cắt gọn khung, hoặc đẻ thêm đường đi dây, và tốn công cả ngày.

Vì vậy, khi nói "khoảng cách giữa các tấm pin", bạn hãy hình dung nó như một mạng lưới quyết định hiệu suất và độ bền, chứ không chỉ là khoảng trống để dễ lắp.

## Đặt hàng pin thế nào để hạn chế bóng râm theo mùa?

Bóng râm là thứ làm bạn mất điện một cách âm thầm. Nó không xảy ra liên tục như một thiết bị hỏng, mà xảy ra theo thời điểm, theo mùa, và theo góc mặt trời. Ở vùng nhiệt đới, mùa mưa và gió thường đổi mạnh, khiến hiện tượng "tắt bớt" trong ngày đôi khi khó quan sát bằng cảm tính.

Kinh nghiệm của tôi là hãy nghĩ theo lịch bóng, không phải theo ý tưởng "không bị che". Trong thực tế, một dãy pin có thể trông như không bị che lúc 9 giờ sáng, nhưng đến 2 hoặc 3 giờ chiều lại bị gờ mái hoặc khung của hàng phía trước chạm vào.

Cách tiếp cận gọn mà hiệu quả là:

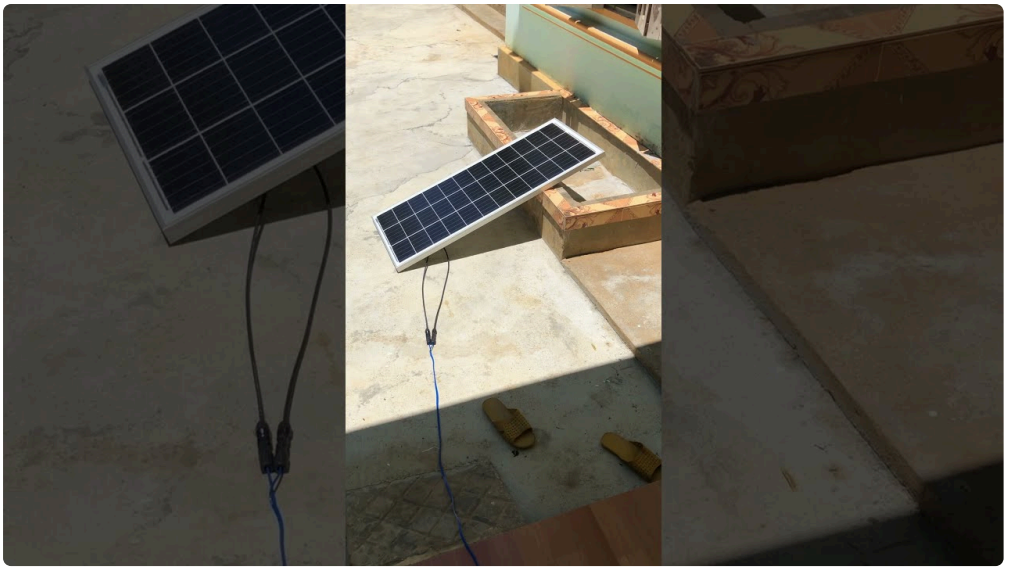
- Lấy một ngày nắng đại diện, quan sát bóng của khung trên mái theo vài mốc giờ (thường là sáng sớm, trưa, và chiều).
- Xác định "điểm bắt đầu" mà bóng chạm vào tấm phía dưới.
- Nếu điểm đó rơi vào mặt nắng cao nhất trong ngày, thì hệ thống sẽ thiệt hại rõ về sản lượng.

Trong nhiều trường hợp, giải pháp không phải là tăng khoảng cách quá lớn để "an toàn tuyệt đối". Tăng nhiều khiến bạn mất diện tích, giảm công suất lắp đặt. Lựa chọn khôn ngoan là tìm điểm cân bằng: chừa đủ để bóng không ăn vào phần diện tích pin quan trọng trong thời điểm nắng mạnh, nhưng vẫn giữ được mật độ lắp.

## Khoảng cách theo hướng mái: dốc, phẳng và gió

Mái phẳng và mái dốc tạo ra hành vi khác nhau về bóng và thông gió. Mái dốc thường có lợi thế vì bạn có thể chọn góc đặt tối ưu, và các hàng pin thường được bố trí theo hướng dốc một cách "tự nhiên". Mái phẳng thì linh hoạt hơn, nhưng dễ bị "chồng bóng" nếu bạn dựng giá đỡ dày và xếp hàng sát.

Với mái dốc, khoảng cách giữa các hàng pin theo chiều dốc cần đủ để khi mặt trời ở góc thấp, bóng không đè lên tấm phía dưới. Nếu bạn làm không đủ, bóng sẽ "ăn" một phần vào tấm. Dù phần bị che nhỏ, solarbrano.vn bộ biến tần và cơ chế tối ưu chuỗi vẫn có thể ghi nhận mức sụt.



Với mái phẳng, ngoài bóng theo phương dọc, bạn còn có thêm yếu tố gió và dòng khí nóng. Khi hai hàng pin sát quá gần, gió luồn bị cản, nhiệt tích tụ. Tôi từng gặp một hệ thống trên mái bê tông trơn, khoảng cách giữa các khung quá hẹp. Trời không chỉ nóng mà còn bí, khiến hiệu suất vào buổi trưa giảm rõ rệt so với một hệ thống khác lắp cùng loại tấm nhưng chừa thoáng hơn.

Về gió, khoảng cách không chỉ là "để chừa bóng". Nó còn là để cấu trúc chịu được tải trọng mà vẫn giữ được khe hở khi vật liệu giãn nở. Nếu bạn chừa quá ít, trong ngày nắng nóng, khung kim loại giãn ra có thể cọ vào máng xối hoặc làm tăng tiếng kêu cạ. Dạng này không làm sập ngay, nhưng gây mệt mỏi cho việc kiểm tra định kỳ và có thể làm suy giảm lớp chống ăn mòn.

## Khi nào bạn nên tăng khoảng cách, khi nào nên giữ mật độ?

Có một sự thật dễ bị bỏ qua: không phải công trình nào cũng cần "khoảng cách lớn". Có nơi bạn chỉ cần vừa đủ, nếu địa hình xung quanh không có vật cản đáng kể và mái đủ thông gió.

Hãy tăng khoảng cách (theo kiểu chừa lớn hơn mức tối thiểu của khoảng cách giữa các hàng) nếu bạn gặp một hoặc nhiều dấu hiệu sau:

Thứ nhất, gần khu vực có vật cản cao như cây lớn, tường cao, hoặc mái nhà bên cạnh. Thay vì trông chờ "sẽ không bị che", hãy giả định rằng bóng sẽ xuất hiện ở những khung giờ nhất định.

Thứ hai, mái có gờ hoặc xà phụ tạo điểm che cục bộ. Những điểm che cục bộ thường dễ bỏ sót khi ngồi tính trên giấy, nhưng lại đúng thứ gây tụt hiệu suất.

Thứ ba, bạn dùng hệ thống có cấu hình chuỗi khiến phần bị che ảnh hưởng lớn lên toàn mạch. Khi chuỗi dài, một tấm bị che nhẹ cũng có thể kéo theo mức giảm đáng kể.

Ngược lại, giữ mật độ (khoảng cách vừa đủ, không tăng quá nhiều) hợp lý khi công trình trống thoáng, không có bóng ngoại cảnh trong khung giờ nắng mạnh, và mái đủ phẳng để dựng khung ổn định. Trong trường hợp này, việc tăng khoảng cách chỉ làm tăng công lắp đặt khung, tăng chi phí và giảm tổng công suất lắp được trên cùng diện tích.

Một điểm tôi thường nhắc khách hàng là: mục tiêu không phải "đặt xa nhất có thể", mà là "đặt sao cho sản lượng cả năm tối ưu trên tổng chi phí". Tối ưu không luôn trùng với cảm giác an toàn tối đa.

## Con số khoảng cách: đừng bắt đầu bằng một đáp án duy nhất

Vì sao tôi không thể đưa một con số cứng kiểu "luôn để 10 cm" hay "phải để 20 cm"? Bởi khoảng cách phụ thuộc vào nhiều biến: góc nghiêng đặt tấm, kích thước tấm, cách bố trí hàng, vị trí lắp theo vĩ độ, và thậm chí cả cách bạn định nghĩa "tối ưu" giữa mất điện do bóng và mất công suất do giảm số tấm.

Tuy nhiên, bạn vẫn có thể làm việc theo cách thực tế, dựa trên nguyên tắc kỹ thuật và kiểm chứng tại công trình.

Nguyên tắc chung tôi hay dùng ngoài hiện trường là: khoảng cách giữa hai hàng pin theo chiều che bóng phải đủ để phần lớn bề mặt pin phía dưới không bị bóng của khung hoặc cạnh tấm phía trên vào những giờ có cường độ nắng cao. Trong nhiều công trình, "giờ có cường độ nắng cao" thường rơi vào khoảng từ sáng đến chiều tùy vị trí, nhưng ở vùng nhiệt đới thì khoảng quanh trưa luôn là giai đoạn quan trọng.

Ngoài bóng, cần xem thông gió. Thông gió không có một chỉ số duy nhất cho mọi hệ. Nhưng nếu bạn thấy hàng pin bị "nhốt nhiệt", các khoảng hở quá nhỏ, hoặc luồng khí khó thoát, thì xu hướng là nên chừa thêm khoảng trống.

Cách làm an toàn nhất là yêu cầu đơn vị lắp đặt tính toán và mô phỏng theo cấu hình của bạn, hoặc ít nhất là làm kiểm tra bóng trực tiếp theo mốc giờ tại mái. Nếu họ chỉ nói "bình thường để vậy thôi" thì đó là lúc bạn nên hỏi kỹ về cơ sở.

## Ví dụ thực địa: sai vì quá khít, sửa bằng cách "đổi nhịp" hàng pin

Tôi nhớ một dự án nhà phố lắp dàn pin trên mái tôn. Lúc mới lắp, mọi thứ trông gọn gàng, các tấm được xếp rất sát để đạt công suất theo hợp đồng. Mấy tháng đầu khách mừng vì sản lượng chạy ổn, hóa đơn giảm đúng kỳ vọng.

Rồi đến mùa nắng gắt, bắt đầu thấy đồ thị sản lượng trong khung chiều giảm bất thường. Kỹ thuật đến kiểm tra và nhận ra bóng không đến từ cây hay công trình bên ngoài, mà từ chính hàng pin phía trước và các thanh đỡ. Đến lúc xác định góc mặt trời theo thời điểm, họ phải chuyển nhịp hàng, tăng khoảng cách giữa các hàng pin theo chiều dốc thêm một mức vừa đủ.

Điểm quan trọng là không cần phải "mở rộng quá đà". Họ tăng đúng vùng tạo bóng vào khung giờ nắng mạnh, sau đó điều chỉnh lại số tấm trong một dải để không mất công suất quá nhiều. Kết quả là sản lượng khôi phục, đồng thời cấu trúc vẫn gọn gàng như ban đầu.

Câu chuyện này nhắc tôi rằng lắp điện năng lượng mặt trời không chỉ là lắp pin, mà là lắp đúng cách để ánh sáng đi qua hệ thống như bạn muốn.

## Tại sao không nên "chừa ít cho tiết kiệm"?

Tiết kiệm chi phí vật tư thì ai cũng muốn. Nhưng với khoảng cách giữa các tấm, bạn có thể tiết kiệm ở phần khung, đường đỡ, thanh liên kết. Đổi lại, bạn phải trả bằng một trong các "chi phí ẩn" sau:

Hiệu suất trung bình giảm do nhiệt. Bóng cục bộ khiến chuỗi mắc bị tụt. Mái bị rung cọ theo thời gian. Đến lúc bảo trì, việc tháo lắp sẽ khó hơn vì không có khe thao tác.

Những thứ này thường không xuất hiện ngay ở thời điểm nghiệm thu. Chúng lộ ra sau một mùa nắng, một mùa gió, hoặc sau lần vệ sinh mái tiếp theo khi bạn phải làm việc trong không gian chật.

Tôi từng nhìn thấy trường hợp thợ vệ sinh phải trèo sát khung vì khoảng trống giữa các hàng quá hẹp. Trời nóng, mặt tôn làm bốc hơi nhanh. Vừa nguy hiểm vừa tốn thời gian. Nếu bạn thiết kế khoảng cách tốt hơn ngay từ đầu, công việc vận hành sau này sẽ nhẹ nhàng hơn rất nhiều.

## Khoảng cách ảnh hưởng gì tới tuổi thọ hệ thống?

Tuổi thọ không chỉ nằm ở chất lượng tấm pin. Khung đỡ, bulông, lớp chống gỉ, và cách nước mưa thoát qua mái cũng quyết định độ bền.

Nếu khoảng cách giữa các hàng quá hẹp, bụi bẩn và cặn có thể đọng lại nhiều hơn ở các khe giữa khung. Vệ sinh định kỳ sẽ khó, và khi nước rơi không thoát tốt, bạn dễ gặp hiện tượng bẩn bám lâu ngày. Dù pin vẫn chạy, lớp bụi bẩn tăng có thể làm giảm sản lượng thực.

Với hệ thống ngoài trời, nhiệt ẩm luôn là yếu tố. Khoảng trống phù hợp giúp luồng khí quét qua dễ hơn, giảm thời gian bề mặt khung và phần tiếp giáp ẩm lâu. Nó cũng giúp bạn kiểm tra trực quan dễ hơn trong quá trình bảo trì.

## Cách kiểm tra và ra quyết định ngay tại mái (không cần quá hình thức)

Nếu bạn muốn tự mình "cảm" được khoảng cách có hợp lý hay không, bạn có thể đi theo quy trình kiểm tra nhanh. Tôi gọi nó là quy trình đứng trên mái và nhìn thẳng.

1) Quan sát bóng của chính khung đỡ và các điểm nhô lên, như gờ mái, xà gồ, hoặc đường dây đi nổi

2) Chọn ít nhất vài mốc giờ trong ngày, xem bóng có rơi vào mặt pin phía dưới không 3) Kiểm tra khe hở xung quanh mép mái để đảm bảo thoát nước mưa và dễ vệ sinh 4) Ước lượng thông gió giữa các hàng bằng cách nhìn dòng khí, đặc biệt ở mép dàn pin khi có gió thổi 5) Hỏi đơn vị lắp đặt về tính toán cấu hình chuỗi, vì "bị che một phần" có thể ảnh hưởng lớn hơn dự kiến tùy cách mắc

Đây là checklist ngắn, nhưng hiệu quả. Nó không thay thế cho mô phỏng kỹ thuật, nhưng giúp bạn phát hiện những vấn đề kiểu "hợp đồng đúng nhưng bố trí sai".

## Một vài "bẫy" thường gặp khi nói về khoảng cách

Có những lỗi xuất phát từ hiểu nhầm thuật ngữ, ví dụ "khoảng cách giữa các tấm" bị quy thành khoảng trống ở mép tấm, trong khi thực tế vấn đề là khoảng cách theo chiều che bóng giữa các hàng. Hoặc có người chỉ nhìn mật độ tổng công suất rồi bỏ qua ảnh hưởng bóng theo giờ.

Bẫy thứ hai là lấy thông tin của công trình khác và bê y nguyên. Hai mái nhà không giống nhau. Chênh góc dốc, hướng đặt, và độ cao công trình xung quanh là đủ để bóng che thay đổi.

Bẫy thứ ba là coi nhẹ phần vượt mái và đường đi dây. Nếu bạn bố trí ống dẫn, hộp nối, hoặc máng cáp làm tăng điểm nhô, bạn vô tình tạo thêm vật che cục bộ. Những điểm đó đôi khi làm giảm sản lượng ít hơn gốc bóng chính, nhưng vẫn đủ để đồ thị vận hành không "mượt".

## Kết hợp khoảng cách với tối ưu tổng thể: không chỉ nhìn một yếu tố

Khoảng cách giữa các tấm là một đòn bẩy. Nhưng bạn tối ưu tốt nhất khi nhìn cả hệ thống: góc nghiêng, hướng lắp, độ dài chuỗi, và cấu hình bộ biến tần.

Nếu bạn tăng khoảng cách để giảm bóng nhưng lại chọn góc đặt quá lớn gây bề mặt nóng hoặc làm bạn giảm số tấm, hiệu quả kinh tế có thể không tốt. Ngược lại, nếu bạn chừa ít quá nhưng hệ thống tối ưu chuỗi tốt và môi trường xung quanh ít bóng, bạn có thể vẫn đạt sản lượng tốt.

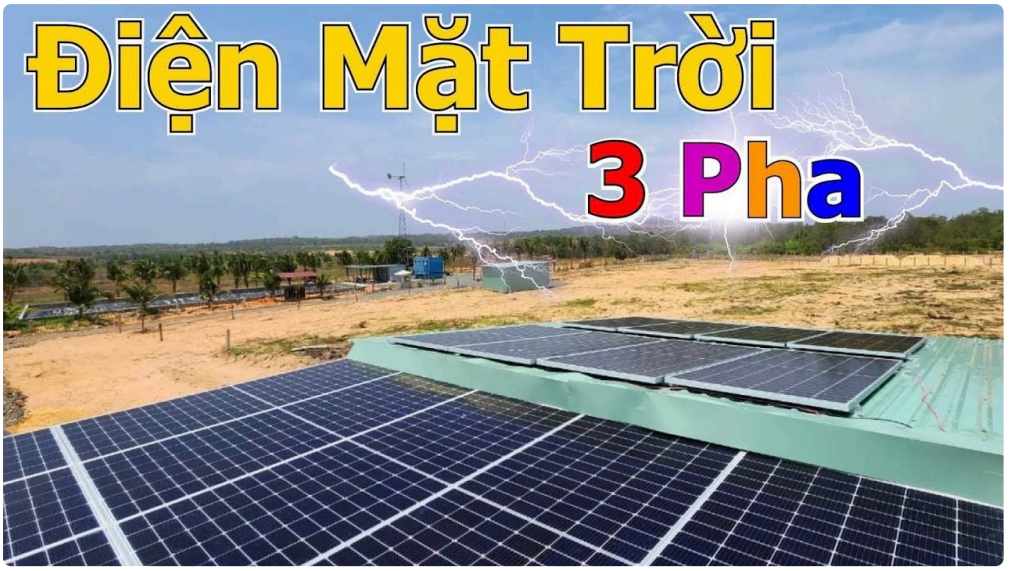
Nhiều người thích một giải pháp "một lần đúng mãi". Thực tế thì phải cân bằng theo từng mái và theo từng mục tiêu của khách hàng, công suất mong muốn, ngân sách, và kỳ vọng thời gian hoàn vốn.

## Gợi ý cách trao đổi với đơn vị lắp đặt để họ trả lời đúng

Để tránh cảnh bạn nghe những câu nói chung chung về khoảng cách, bạn có thể hỏi theo hướng cụ thể. Ví dụ, bạn hãy yêu cầu đơn vị giải thích "khoảng cách giữa các hàng pin được chọn dựa trên yếu tố nào", và "làm sao kiểm chứng bóng tại những giờ nắng mạnh".

Tôi từng thấy hiệu quả khi khách hỏi theo câu có dữ liệu: đơn vị lắp đặt dùng cấu hình tấm cụ thể nào, bố trí theo hàng ra sao, và có phương án xử lý nếu bóng xuất hiện vào mùa nắng. Khi họ trả lời rõ ràng, bạn sẽ cảm nhận được chất lượng tư duy thiết kế. Khi họ chỉ nói "để theo tiêu chuẩn của nhà sản xuất", nhưng không gắn vào công trình của bạn, thì đó là dấu hiệu bạn nên thận trọng.

Dù vậy, cũng không phải lúc nào "tiêu chuẩn" cũng đủ. Tiêu chuẩn thường là mức nền để an toàn, còn tối ưu sản lượng thì phụ thuộc bối cảnh. Khoảng cách hợp lý là điểm giao giữa an toàn, bóng râm, thông gió, và kinh tế.




## Vệ sinh và bảo trì: khoảng cách tốt giúp bạn sống dễ hơn

Nghe có vẻ xa đề, nhưng tôi xem khoảng cách cũng là thiết kế cho vận hành. Hệ thống điện năng lượng mặt trời ở miền nóng thường bị bám bụi, nhất là khu vực có đường xe tải, công trường gần đó, hoặc gió cuốn cát. Nếu khoảng cách giữa các hàng quá chật, người vệ sinh khó tiếp cận, nước rửa khó chảy hết, và bạn dễ làm bỏ sót.

Khoảng cách vừa đủ giúp bạn đứng đúng vị trí, rửa nhanh mà vẫn an toàn, đồng thời dễ kiểm tra các điểm nối, dây cáp, khung đỡ và dấu hiệu ăn mòn. Những thứ này không ảnh hưởng nhiều trong tháng đầu, nhưng quyết định độ ổn định theo thời gian.

## Kết lại bằng một cách nghĩ, không phải một con số

Nếu tôi phải tóm gọn thành một câu theo kiểu làm nghề, thì đó là: khoảng cách giữa các tấm pin nên được thiết kế để ánh sáng đi vào đều, nhiệt thoát ra dễ, và cấu trúc không phải chịu rủi ro cọ xát khi thời tiết thay đổi.

Điện năng lượng mặt trời không "thưởng" cho sự cầu kỳ, nó thưởng cho sự chính xác. Và chính xác ở đây là bạn chấp nhận bỏ thêm thời gian để nhìn bóng theo khung giờ, đo đạc lại cấu trúc mái, và chọn khoảng cách hợp lý giữa các hàng pin. Khi bạn làm đúng, hệ thống không chỉ chạy, mà còn chạy bền và cho sản lượng ổn định, đúng thứ bạn kỳ vọng khi đầu tư.

Nếu bạn cho tôi biết loại mái (tôn, bê tông), hướng lắp và dự định bố trí theo hàng dọc hay hàng ngang, tôi có thể giúp bạn hình dung phương án khoảng cách cần kiểm tra, theo hướng thực chiến trên chính công trình của

bạn.