

Được phép tiết lộ công khai

Được phép tiết lộ công khai

Được phép tiết lộ công khai

Được phép tiết lộ công khai

SOLAR HỆ THỐNG TRỜI BƠM

Cơ bản

© 2018 Ngân hàng Tái thiết và Phát triển Quốc tế / TheWorldBank

1818HStreetNW

Washington, DC20433

Điện thoại: 202-473-1000

Internet: www.worldbank.org

Đây là sản phẩm của các nhân viên của Ngân hàng Thế giới với sự đóng góp từ bên ngoài. Các phát hiện, diễn giải và kết hợp được trình bày trong tài liệu này không nhất thiết phản ánh quan điểm của TheWorld Bank, Ban Giám đốc Điều hành ngân hàng hoặc các lớp phủ chính mà họ đại diện.

Ngân hàng Thế giới không đảm bảo tính chính xác của dữ liệu được đưa vào công việc này. Ranh giới, màu sắc, mệnh giá và các thông tin khác hiển thị bản đồ ẩn danh trong tác phẩm này không ngụ ý bất kỳ phán quyết nào đối với phần của TheWorldBank về tình trạng pháp lý của bất kỳ lãnh thổ nào hoặc chứng thực hoặc chấp nhận các ranh giới đó.

Quyền và Quyền

Các tài liệu trong tác phẩm này là tùy thuộc vào bản quyền. Vì Ngân hàng Thế giới khuyến khích phổ biến kiến thức của mình, nên toàn bộ hoặc một phần tác phẩm này có thể được sao chép lại cho các mục đích phi thương mại, miễn là có ghi nhận đầy đủ đối với tác phẩm này.

Xin trích dẫn tài liệu như sau: Ngân hàng Thế giới. 2018. "Bơm năng lượng mặt trời: TheBasics." WorldBank, Washington, DC.

Mọi thắc mắc về quyền và giấy phép, bao gồm cả quyền phụ, cần được giải quyết tới:

Các ấn phẩm của Ngân hàng Thế giới, Nhóm Ngân hàng Thế giới, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, Hoa Kỳ; fax: 202-522-2625; e-mail: pubrights@worldbank.org.

Ảnh bìa: Gyuszkó-Photo / Shutterstock, cần được cho phép sử dụng lại.

Thiết kế bìa: HelenaGoldon / WorldBank.

Lời khuyên và tổng quan trong tài liệu này nhằm mục đích giới thiệu chung về các thành phần cơ bản của bơm năng lượng mặt trời. Chúng không được trình bày để thay thế cho việc tham khảo ý kiến các chuyên gia kỹ thuật và thích ứng chặt chẽ với các tình huống địa phương. Chúng hoàn toàn không nhằm mục đích hướng dẫn thực hiện dự án cơ sở hạ tầng.

HỆ MẶT TRỜI BƠM

Những thứ cơ bản

Sự nhìn nhận

Báo cáo này do Kristoffer Welsien (Chuyên gia về Nước và Vệ sinh), Christopher Purcell (Tư vấn Năng lượng Tái tạo), Reuben Kogi (Tư vấn Năng lượng Tái tạo) và Carlos Batarda (Tư vấn) đồng thực hiện. Nhóm nghiên cứu gửi lời cảm ơn đến Bill Kingdom (Trưởng nhóm Toàn cầu về Cấp nước và Vệ sinh trong Thực hành Toàn cầu về Nước) và Miguel Vargas-Ramirez (Chuyên gia Cấp cao về Nước và Vệ sinh) vì những ý kiến đóng góp và hướng dẫn quý báu của họ. TheTeam rất cảm ơn những nhận xét và phản hồi chu đáo từ các chuyên gia đánh giá Pierrick Fraval (Chuyên gia Quản lý Tài nguyên Nước cấp cao) và Malcolm Cosgrove-Davies (Chuyên gia LeadEnergy), đồng thời đánh giá cao thiết kế đồ họa và bố cục của Helena Goldon (Tư vấn).

Các từ viết tắt

AC	Dòng điện xoay chiều
BOS	sự cân bằng của hệ thống
BS	Người Anh
CAPEX	chi tiêu vốn
CBA	Phân tích lợi ích chi phí
DC	dòng điện một chiều
DWL	mức nước động
IEC	Tỷ lệ hoàn vốn nội bộ của Ủy ban Kỹ
IRR	thuật Điện Quốc tế
kW	kilowatt
kWh	Kilowatt giờ
kWh / m ² / ngày	kilowatt-giờ trên mét vuông mỗi ngày của nguồn năng lượng mặt trời
kWp	đỉnh kilowatt
LCC	chi phí vòng đời
LCCA	phân tích chi phí vòng đời
OEM	thiết bị ban đầu của nhà sản
O&M	xuất vận hành và bảo trì quang
PV	điện
STC	điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn
SWP	bơm nước năng lượng mặt trời
TDH	tổng động lực
Wp	Watt-đỉnh
VSD	ổ đĩa tốc độ biến

Mục lục

1 MẶT BẰNG SOLARPUMPING LÀ GÌ?	6
1.1 Tại sao bơm năng lượng mặt trời lại thú vị?	6
1,2 Cuộc cách mạng bơm năng lượng mặt trời	6
1,3 Các ứng dụng hiện tại của bơm năng lượng mặt trời là gì?	7
1,4 Cấu hình cơ bản và ưu điểm của hệ thống bơm năng lượng mặt trời	9
2 CÁC LỢI ÍCH VỀ KINH TẾ	10
2.1 Phân tích chi phí vòng đời	10
2,2 Ví dụ từTanzania	11
3 CÁC THÀNH PHẦN CHÍNH CỦA HỆ THỐNG	12
3.1 Mô-đun PV:	12
3.2 bơm và động cơ	14
3,3 Điều hòa nhiệt độ	15
4 XEM XÉT HỆ THỐNG	18
4.1 Nhu cầu nước.....	18
4.2 Nguồn nước.....	19
4.3 dòng chảy thiết kế	20
4.4 chứa nước.....	20
4,5 lực đầu	20
4,6 PVpanels	21
4,7 trời	21
5 HƯỚNG DẪN KÍCH CỠ	23
5.1 Quy tắc của ngón tay cái.....	23
5.2 dụ về kích thước	24
5.3 phí	24
5,4 trong cuộc sống thực?	25
5.5 cỡ	26
6 LẮP ĐẶT VÀ QUẢN TRỊ HỆ THỐNG 27	
6.1 Cài đặt và vận hành	27
6.2 Vận hành và bảo trì	29
DANH MỤC CÁC HÌNH	30
DANH MỤC BẢNG BIỂU	30

1 BƠM MẶT TRỜI LÀ GÌ?

1.1 Tại sao bơm năng lượng mặt trời lại thú vị?

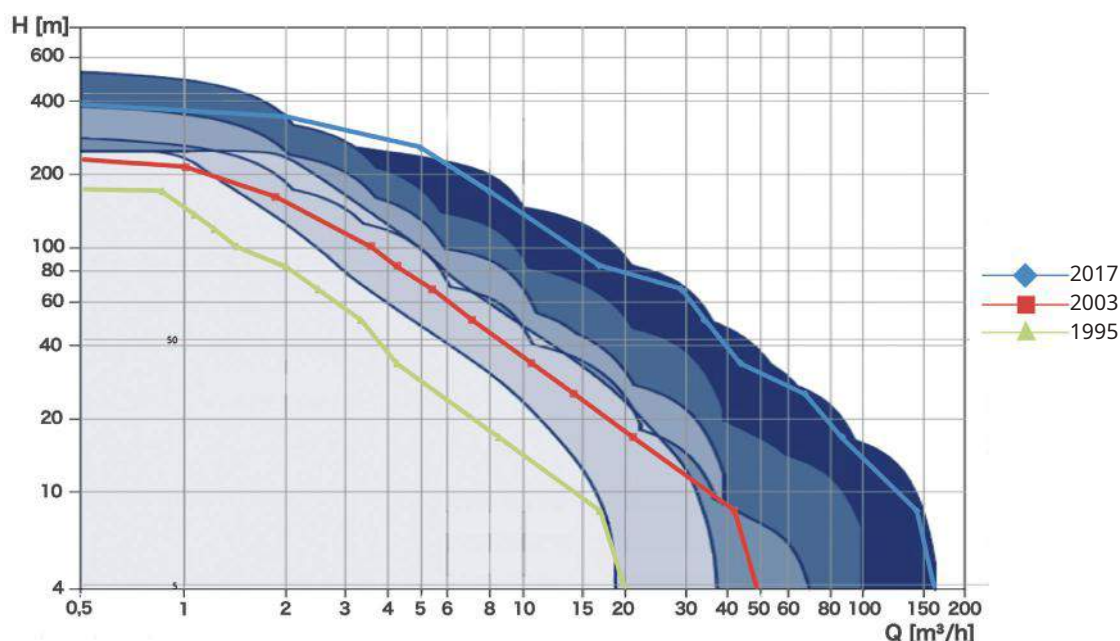
Bơm nước quang điện mặt trời (SWP) sử dụng năng lượng từ các tấm quang điện mặt trời (PV) để cung cấp năng lượng cho máy bơm nước chạy điện. Toàn bộ quá trình, từ ánh sáng mặt trời đến năng lượng được lưu trữ, rất thanh lịch và đơn giản.

1,2 Cuộc cách mạng của bơm năng lượng mặt trời

Trong bảy năm qua, công nghệ và giá bơm năng lượng mặt trời đã phát triển một cách chóng mặt - và do đó, nó mang đến những cơ hội.

- *Năng lực và khả năng của hệ thống SWP đã được mở rộng. Các máy bơm năng lượng mặt trời ban đầu có hiệu suất hạn chế và bị hạn chế lắp đặt tại nguồn nước nông ở nơi có nước thấp. 3/ ngày, so với 500 m trước đó 3/ ngày ở đầu thấp). Hiệu quả cũng đã tăng lên đáng kể. Các thiết kế máy bơm và động cơ mới đã tăng sản lượng nước trên toàn bộ dải máy bơm, như Hình 1 minh họa.*

- *Giá của các tấm pin quang điện (PV) đã giảm theo cấp số nhân. Highdemand for PV modules cho các ứng dụng lưới đã dẫn đến hiệu quả kinh tế quy mô lớn trong sản xuất cũng như sự cạnh tranh giữa các nhà cung cấp. Giá hàng hóa của silicon, vật liệu quan trọng, cũng đã giảm đáng kể.*

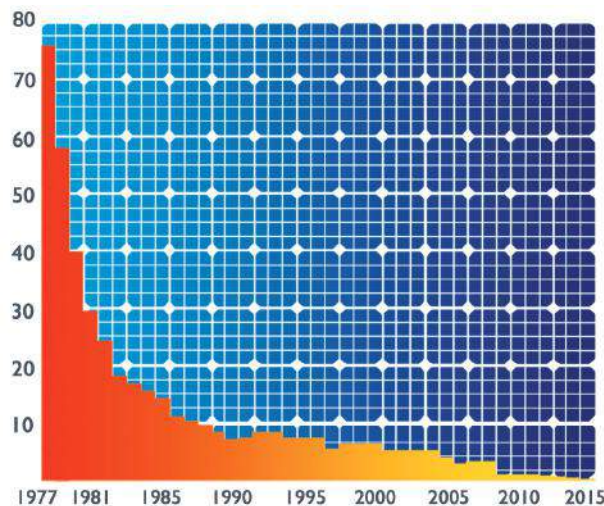


Hình 1. Công suất máy bơm năng lượng mặt trời đã tăng lên do đổi mới công nghệ. Tín dụng hình ảnh: Grundfos.



Mô-đun năng lượng mặt trời một lần có giá khoảng \$ 5 / Wp (watt-đỉnh); bây giờ, chúng thấp hơn \$ 0,75 / Wp (xuất xưởng) như Hình 2 cho thấy. Những cắt giảm này đã tạo ra các hệ thống SWP lớn hơn có thể mà trước đây chỉ phí vốn định giá dao động trong phạm vi.

- *Số lượng các nhà sản xuất và cung cấp SWP đã tăng lên.* Các thế độc quyền cũ đã bị phá vỡ và mặc dù các công ty dẫn đầu về công nghệ vẫn tiếp tục đổi mới, nhưng sự cạnh tranh rất khốc liệt về giá cả, hiệu suất và chất lượng.
- *SWP có chi phí cạnh tranh với máy bơm diesel và máy bơm gió ở tất cả các phạm vi kích thước.*
- *SWP đang được lồng ghép và nhận thức ngày càng tăng.* Tin tốt lan truyền nhanh chóng và thị trường đã yêu cầu SWP thay cho các giải pháp bơm thông thường. Các cơ hội tiếp theo đang phát sinh khi hỗ trợ các chiến dịch nâng cao nhận thức chuyên sâu và tăng cường các chi tiết về hiệu suất đồng bộ và tiết kiệm. Những cải tiến cho hệ thống máy bơm diesel đại diện cho thị trường để tiết kiệm tiềm năng hơn nữa.

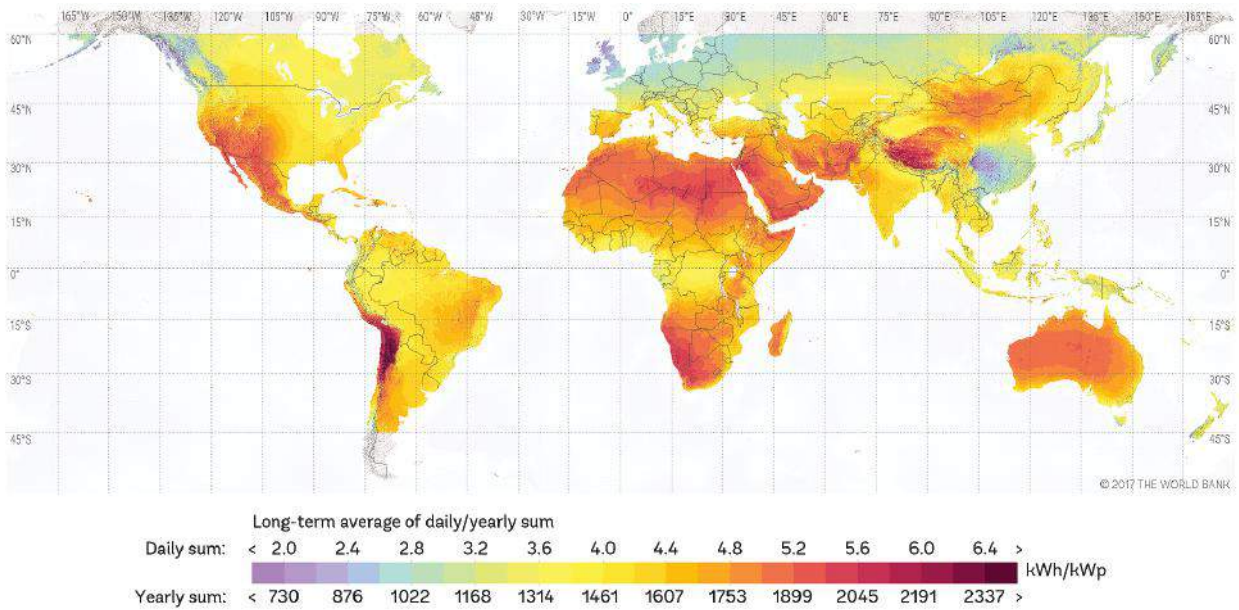


Hình 2. Giá giảm của tế bào PV (tính bằng \$ / watt) theo thời gian.

1,3 Các ứng dụng hiện tại của bơm năng lượng mặt trời là gì?

Nhu cầu cao nhất là ở các khu vực nông thôn không có lưới điện, hiện chưa được phục vụ hoặc được phục vụ bởi các vụ phá giá chạy bằng nhiên liệu hóa thạch tốn kém. Các ứng dụng tiềm năng bao gồm:

- Cung cấp nước sạch cho các tổ chức (thị trường ngách truyền thống cho trường học và phòng khám sức khỏe) Các
- chương trình cung cấp nước sạch cho cộng đồng (các chương trình làng lớn hơn)
- Cung cấp nước cho chăn nuôi (cá nhân hoặc xã) Thủy lợi
- quy mô nhỏ (nông dân hoặc hợp tác xã cá thể)



Hình 3. Bản đồ bức xạ mặt trời toàn cầu. Nguồn: Ngân hàng Thế giới.

Bơm năng lượng mặt trời có tính cạnh tranh cao nhất ở các khu vực có độ cách nhiệt cao với mặt trời, bao gồm hầu hết các nước Châu Phi, Nam Mỹ, Nam Á và Đông Nam Á. Mặc dù tất cả các vùng này đều có bức xạ cao (xem Hình 3), nhưng nguồn nước sẵn có và nguồn nước sạch khác nhau đáng kể.

Ưu điểm của siêu âm

- Hệ thống SWP tiêu thụ ít nhiên liệu. Bằng cách sử dụng ánh sáng mặt trời có sẵn tự do, họ tránh được những hạn chế của mạng lưới cung cấp thông tin về nông thôn hoặc thanh toán tiền.
- Không giống như hệ thống sử dụng động cơ diesel (tức là máy phát điện diesel cung cấp năng lượng cho máy bơm), máy năng lượng mặt trời tạo ra năng lượng sạch với mức giảm khí thải và ô nhiễm bằng không.
- Hệ thống năng lượng mặt trời và độ tin cậy. PVpanels có thiết kế tuổi thọ trên 20 năm và máy năng lượng mặt trời có ít bộ phận chuyển động và ít yêu cầu bảo trì (không giống như máy động cơ diesel).
- Hệ thống năng lượng mặt trời là mô-đun nên có thể được điều chỉnh cho phù hợp với nhu cầu điện năng hiện tại và dễ dàng mở rộng bằng cách thêm PVpanels và phụ kiện.
- Mặt trời hệ thống được lắp đặt đúng cách sẽ an toàn và ít rủi ro do điện áp hệ thống. Hợp tác bảo vệ giảm thiểu rủi ro hỏa hoạn.

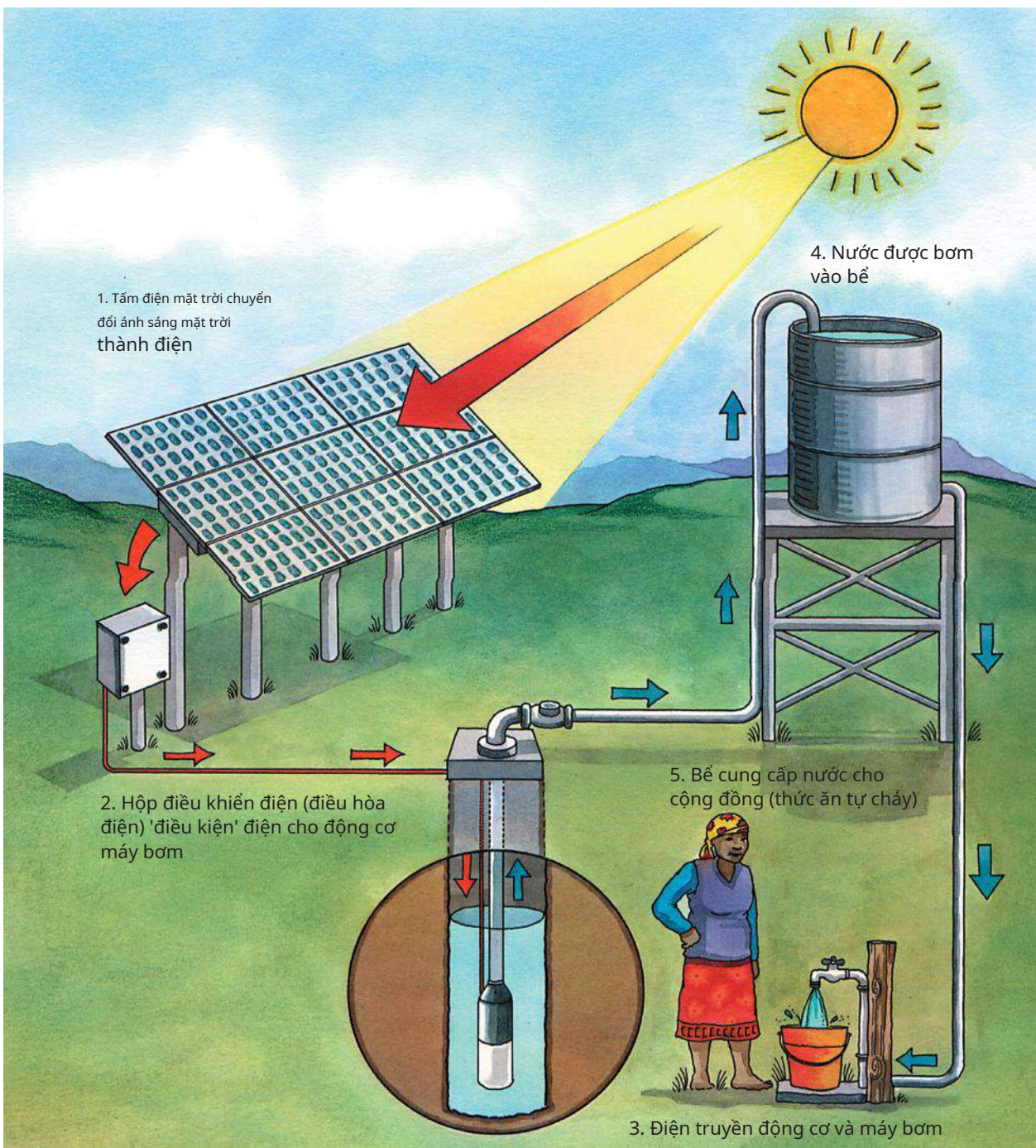
Lợi nhuận

- Hệ thống năng lượng mặt trời có chi phí vốn ban đầu cao, có thể không khuyến khích. Tuy nhiên, về cơ bản, giá linh kiện giảm đáng kể và hoàn thành công việc đầu tư nhanh chóng nhờ lượng định lượng sử dụng giảm đáng kể (như chi tiết trong Chương 2).
- Bình chứa nước tốt hơn là bình ắc quy, nhưng vẫn bình thường. Dầu diesel / năng lượng mặt trời lai có thể giảm bớt nhu cầu lưu trữ và liên kết chi phí.
- Máy năng lượng mặt trời vẫn yêu cầu một số dịch vụ bảo dưỡng và kỹ thuật viên / nhà cung cấp chuyên ngành có thể khó tiếp cận ở một số khu vực. This is used to dần được cải thiện.
- Điều khiển bằng vi phạm có thể vượt qua nhờ đồng cảm ứng và đưa ra các phương pháp bảo vệ đơn giản.
- SWP có thể hướng dẫn khai thác nước ngầm quá mức vì các nhà khai thác phải đối mặt với chi phí nước ngầm gần như bằng không.

Table 1. nhược điểm của bơm nước bằng năng lượng mặt trời.

1,4 Cấu hình cơ bản và ưu điểm của hệ thống bơm năng lượng mặt trời

Hệ thống bơm nước sử dụng năng lượng mặt trời giống như bất kỳ hệ thống bơm nào khác, ngoại trừ nguồn năng lượng của nó là năng lượng mặt trời. Công nghệ bơm năng lượng mặt trời bao gồm toàn bộ quá trình chuyển đổi năng lượng, từ ánh sáng mặt trời, thành năng lượng điện, năng lượng cơ, thành năng lượng dự trữ. Quá trình này là thanh lịch và đơn giản.



Hình 4. Hệ thống bơm nước bằng năng lượng mặt trời. Tín dụng hình ảnh: Nhóm Năng lượng và Phát triển.

2 CÁC LỢI ÍCH VỀ KINH TẾ

2.1 Phân tích chi phí vòng đời

Có một số lựa chọn khả thi về mặt kỹ thuật cho các hệ thống bán phá giá mới, thường được phân biệt theo nguồn năng lượng của chúng — máy bơm diesel, gió, năng lượng mặt trời, v.v. Phân tích chi phí - lợi ích (CBA) thường được sử dụng để đánh giá tính kinh tế của các lựa chọn đầu tư thay thế.

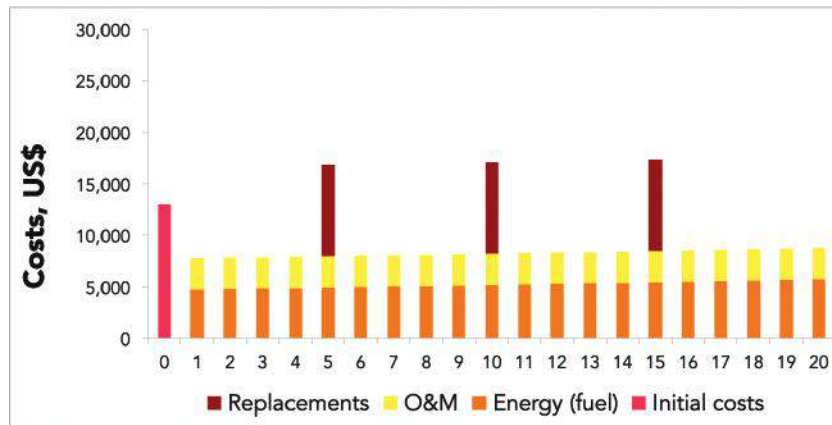
Hệ thống thường có tuổi thọ 20 năm và trong khoảng thời gian đó, chúng ta phải chịu đựng nhiều chi phí khác nhau, một số chi phí ngay từ đầu và một số khác vào các điểm khác nhau trong suốt thời gian hoạt động của hệ thống system. See all out of the chi phí phát sinh trong thời gian tồn tại của hệ thống thường được gọi là hệ thống phân tích chi phí (LCCA). LCCA đặc biệt quan trọng đối với các dự án tái tạo định lượng vì chi phí ban đầu ban đầu cao. Các lựa chọn thông thường khác nhau dựa trên thạch hóa có thể rẻ hơn do chi phí ban đầu thấp hơn; tuy nhiên, chi phí vận hành có thể tăng giá trị trong suốt thời gian hoạt động của dự án.

Mặc dù hệ thống bơm có vô số chi phí trong suốt thời gian tồn tại của chúng, nhưng một LCCA thích hợp sẽ đánh giá ít nhất bốn yếu tố chi phí chính:

- *Chi phí ban đầu với chi tiêu vốn (CAPEX) và cài đặt / vận hành.* Chủ yếu là bao gồm việc mua lại các thiết bị cho hệ thống bơm năng lượng mặt trời: tấm pin PV, máy bơm, hệ thống điều khiển, đường ống và phụ kiện, hệ thống dây điện, v.v. Chi phí ban đầu cũng bao gồm kỹ thuật thiết kế, lắp đặt hệ thống, vận hành thử nghiệm và kiểm tra.
- *Vận hành và bảo trì (O&M).* Chi phí vận hành là chi phí lao động và năng lượng liên quan đến hoạt động của hệ thống bơm. Chúng có thể rất khác nhau tùy thuộc vào độ phức tạp và nhiệm vụ của hệ thống. Ví dụ, một hệ thống xử lý nguy hiểm có thể yêu cầu kiểm tra hàng ngày để phát thải và hiệu suất hoạt động, trong khi một hệ thống tự động không nguy hiểm có thể chỉ yêu cầu giám sát hạn chế. Chi phí quản lý và bảo mật cũng được bao gồm ở đây. Chi phí bảo trì bao gồm tất cả các chi phí liên quan đến chức năng của hệ thống bảo quản, bao gồm các hoạt động thường xuyên (ví dụ: vệ sinh bảng điều khiển) và sửa chữa nhỏ đối với các thành phần bị lỗi. SystemdesigncaninfluenceO & M costs thông qua chất lượng cấu trúc, các thành phần được sử dụng và dễ dàng tiếp cận các bộ phận thay thế.
- *Năng lượng.* Tiêu thụ năng lượng của hệ thống thường là một trong những yếu tố chi phí lớn nhất trong LCC, đặc biệt nếu máy bơm chạy hơn 2.000 giờ mỗi năm. Hệ thống bơm năng lượng mặt trời có chi phí cung cấp năng lượng thấp hơn so với các hệ thống dựa trên nhiên liệu hóa thạch, chẳng hạn như dầu diesel.
- *Thay thế vốn.* Một số bộ phận chính của hệ thống bơm có thời gian thiết kế ngắn hơn tuổi thọ của hệ thống tổng thể (thường là 20 năm), cần phải thay thế vốn cùng với các chi phí liên quan. Ví dụ, máy bơm thường cần được thay thế sau 7–10 năm.

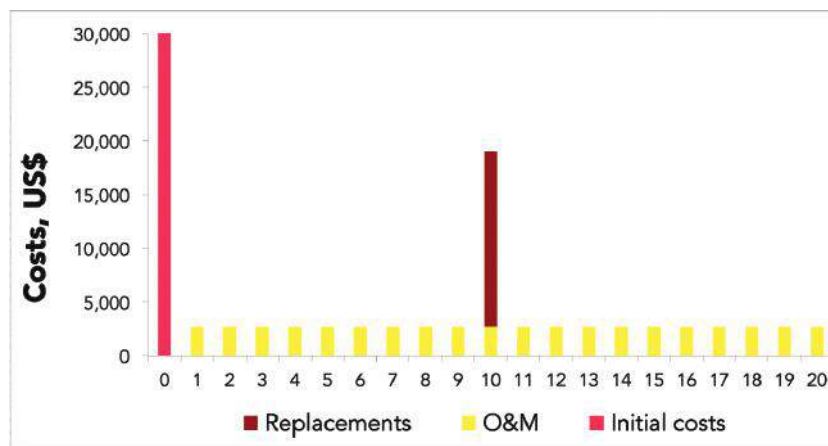
2,2 Ví dụ từ Tanzania

Một ví dụ từ Tanzania minh họa lợi ích kinh tế của việc bơm năng lượng mặt trời. Đã xác định được chính xác 418 hệ thống máy bơm nước diesel đang hoạt động (tức là, máy phát điện chạy nước chạy bằng dầu diesel) ở các khu vực nội địa. Dữ liệu được thu thập trên các sơ đồ này để so sánh LCC của một hệ thống điển hình với LCC của việc bán phá giá bằng năng lượng mặt trời. Hình 5 cho thấy các chi phí cần thiết của một hệ thống bơm động cơ diesel điển hình.



Hình 5. Chi phí hàng năm của hệ thống bơm chạy bằng động cơ diesel.

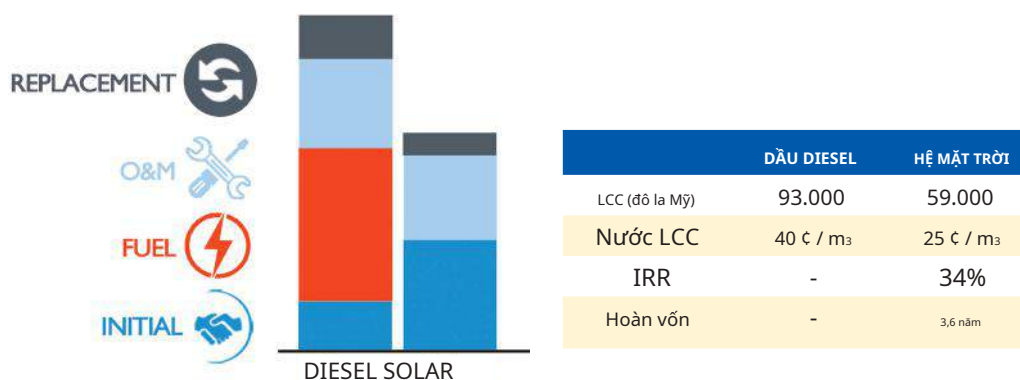
Chi phí hệ thống ban đầu nằm trong khoảng US \$ 13.000.



Hình 6. Chi phí hàng năm của một hệ thống bơm năng lượng mặt trời giá định.

Để so sánh, Hình 6 thể hiện chi phí hàng năm của hệ thống bơm năng lượng mặt trời trung bình. Mặc dù chi phí ban đầu cao hơn (khoảng 30.000 đô la Mỹ) và sẽ có chi phí đáng kể trong năm 10 để thay thế máy bơm, nhưng những chi phí này nhiều hơn được bù đắp bằng việc giảm đáng kể chi phí năng lượng. Nếu sơ đồ bơm chạy bằng động cơ diesel trong Hình 5 được chuyển đổi thành năng lượng mặt trời, **chi phí vòng đời sẽ là khoảng US \$ 59,000, giảm 36% so với US \$ 93,000** đối với bơm động cơ diesel (xem Hình 7).

Điều này sẽ chuyển thành một **giảm giá từ US ¢ 40 / m³ đến US ¢ 25 / m³** đối với nước chiết xuất. Đầu tư vào bơm năng lượng mặt trời cho các chương trình này sẽ mang lại **tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR) 34% và được hoàn vốn trong vòng 3,6 năm**. Một LCCA kỹ lưỡng hơn bao gồm môi trường chi phí từ cacbondioxit (CO₂) khí thải và chi phí sản xuất bị mất từ sự cố hệ thống sẽ chứng tỏ lợi ích cao hơn vì bơm năng lượng mặt trời hấp dẫn hơn trên cả hai phương diện.



Hình 7. So sánh kinh tế giữa động cơ diesel với bơm năng lượng mặt trời.

Mặc dù đây chỉ là một ví dụ, nhưng những phát hiện của phân tích phù hợp với những kết quả từ các nghiên cứu khác về lợi ích kinh tế của việc bơm năng lượng mặt trời, đặc biệt, so với bơm diesel. Những lợi ích như vậy sẽ có xu hướng tăng hơn nữa khi giá của các thành phần năng lượng mặt trời giảm xuống do tiến bộ công nghệ.

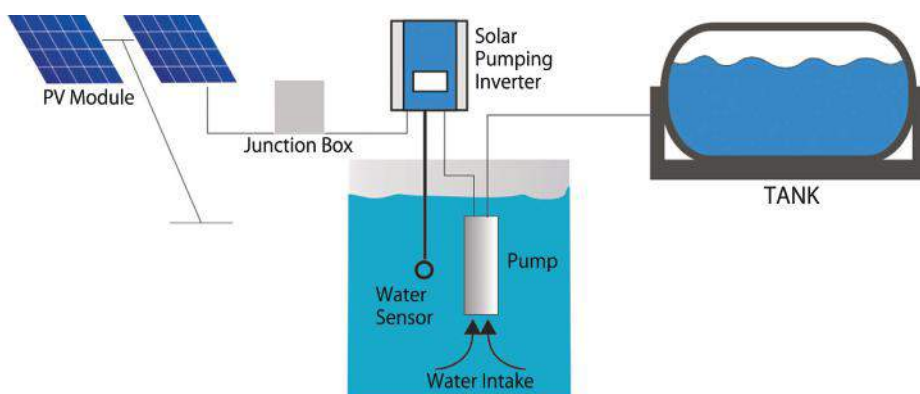
3 CÁC THÀNH PHẦN CHÍNH CỦA HỆ THỐNG

Hệ thống bơm Asolar bao gồm các mô-đun PV, bộ apump, một bể chứa, các linh kiện điện tử và các thiết bị kết nối với nhau (xem Hình 8).

3.1 PVmodules

Theenergyandpower fordriinganSWPsystem resultsdirectlyfromanarrayof mô-đun năng lượng mặt trời của kích thước và thông số kỹ thuật chính xác. Thành phần cơ bản của mô-đun năng lượng mặt trời là **tế bào quang điện (PV)**. Tế bào chuyển đổi trực tiếp bức xạ mặt trời thành dòng điện, thông qua **hiệu ứng quang điện**. Tỷ lệ giữa công suất điện được tạo ra trên bức xạ nhận được là của pin mặt trời PV **hiệu quả**. Ví dụ: nếu a cell tạo ra 0,15kW of power cho mỗikW nhận được từ mặt trời, thì hiệu suất của nó là 15%. Các vật liệu bán dẫn thường được sử dụng nhiều nhất trong các PVcell thương mại là **silicon tinh thể**.

Các mô-đun này là **đơn tinh thể** mô-đun silicon, trong đó mỗi tế bào PV có một tinh thể silicon; hoặc là **đa tinh thể** mô-đun, trong đó mỗi ô có nhiều tinh thể (xem Hình 9).



Hình 8. Các yếu tố cơ bản của hệ thống bơm năng lượng mặt trời, Nguồn: Zhuhai MNE Technology Co., Ltd.

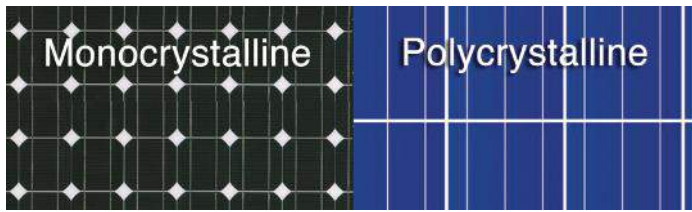
Mô-đun đơn tinh thể hiệu quả hơn mô-đun đa tinh thể (16–17% so với 14–16% trong các ứng dụng thương mại).

Mô-đun PV được đánh giá theo sản lượng điện của chúng, dựa trên bức xạ mặt trời $1.000W / m_2$ ở nhiệt độ mô-đun xác định. Dữ liệu đầu ra của bảng điều khiển bao gồm **công suất cực đại** (công suất cực đại được tạo ra bởi bảng điều khiển, thường được gọi là watt-đỉnh [Wp]), điện áp (vôn [V]) và dòng điện (amps [A]). Không có bức xạ, nhiệt độ PVmodule ảnh hưởng đến lượng điện năng được tạo ra, với nhiệt độ cao hơn làm giảm sản lượng điện. Do đó, một thực tiễn thiết kế tốt là đảm bảo các mô-đem thông gió tốt để hạn chế sự tăng nhiệt độ của chúng.

Sự phản đối ở nhiều quốc gia là thiếu quy định về chất lượng, dẫn đến việc tràn lan các sản phẩm giá rẻ, kém chất lượng và hàng giả trên thị trường địa phương. Do đó, người mua các tấm pin mặt trời nên tìm kiếm sự đảm bảo chất lượng, vì hiện nay đã có các tiêu chuẩn toàn cầu được phát triển tốt và các quy trình thử nghiệm cho bảng điều khiển, đáng chú ý là **International Electrotechnical Commission (IEC)** or similar organizations.

Tiêu chuẩn toàn cầu chính cho mô-đun silicon tinh thể là IEC 61215, giống như các tiêu chuẩn tương tự, được trao phần lớn dựa trên các thử nghiệm được thực hiện đối với các mẫu mô-đun được sản xuất. Kể từ khi mô-đun cannot be tested throughout the lifetime of 25 years, tăng tốc kiểm tra đánh giá hoạt động tốt hơn. One of the main tests is the verification of the nominal peak power that a PV module can deliver under **điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (STC)**, trong đó bao gồm $1 kW / m_2$ cách điện vuông góc với các tấm và nhiệt độ $25^\circ C$ of PVcell.

Chất lượng của các mô-đun năng lượng mặt trời và sự phù hợp với hiệu suất của mô-đun năng lượng mặt trời đặc biệt quan trọng trong các hệ thống SWP bao gồm các mảng lớn mô-đun được kết nối nối tiếp, trong đó hiệu suất của mảng, do đó hiệu suất SWP, phụ thuộc vào hiệu suất của mô-đun yếu nhất. Ngay cả một mô-đun có đầu ra kém hơn cũng có thể có tác động tàn phá. Việc vận hành hệ thống SWP nên xác định những điểm yếu đó thông qua việc quét I-V curve của mảng.



Hình 9. Các tấm pin mặt trời tinh thể mono- (trái) và poly- (phải); Nguồn: York Solar.

3.2 Máy bơm và động cơ

Máy bơm nâng nước từ nguồn đến điểm sử dụng / lưu trữ. Tiến bộ công nghệ đã cải thiện hoàn toàn hiệu suất của máy bơm trong những năm qua, với máy bơm hiện có sẵn cho phạm vi bơm lên đến 500 mét hoặc sâu 150m₃/h, như được trình bày trong Hình 10.

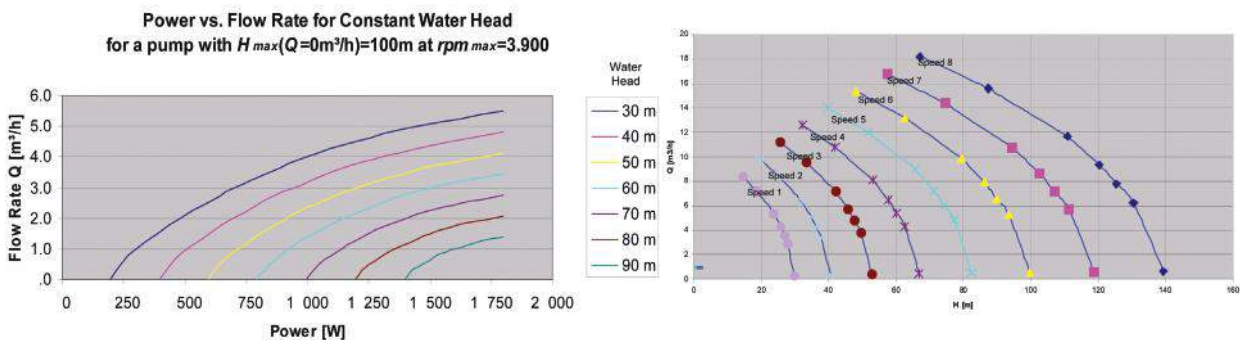
Máy bơm nước được điều khiển bởi **động cơ điện**, chuyển đổi năng lượng điện (được tạo ra, trong trường hợp bơm năng lượng mặt trời, bởi các PVpanels) năng lượng nội cơ. Hầu hết các động cơ thường chạy trên một trong hai **dòng điện một chiều (DC)**, khi dòng điện không chuyển hướng theo chu kỳ; hoặc là **thay đổi-dòng điện (AC)**, nó ở đâu.

DCmotors đang hấp dẫn đối với việc bơm năng lượng mặt trời vì các mô-đun PV tạo ra dòng điện một chiều có thể được kết hợp trực tiếp với động cơ với điều kiện công suất hạn chế. Điều này làm cho chúng trở thành một lựa chọn kinh tế cho các hệ thống có nhu cầu sử dụng nước thấp và khoảng cách cáp ngắn giữa mảng PVpanel và động cơ. Tuy nhiên, đối với hệ thống cáp đường dài, động cơ DC điện áp thấp không phù hợp vì mất nguồn trong cáp. Động cơ DC hiện không khả dụng vượt quá ngưỡng 5kW.

ACmotors có thể được sử dụng trong các hệ thống SWP lớn hơn, mặc dù chúng yêu cầu biến tần DC / AC.

Hệ thống bơm năng lượng mặt trời sử dụng hai loại máy bơm chính: **dịch chuyển tích cực** và **ly tâm**. Bơm dịch chuyển tích cực được chia thành bơm thể tích và bơm rôto xoắn. Nói chung, máy bơm dịch chuyển tích cực phù hợp với tốc độ dòng chảy thấp hơn và đầu bơm cao đến trung bình (30–250m), trong khi máy bơm ly tâm phù hợp với lưu lượng cao và đầu bơm thấp hơn (10–120m). mức bức xạ mặt trời thấp và thay đổi, vì chúng có thể bơm ở tốc độ thấp mà không làm mất hiệu quả, không giống như máy bơm ly tâm, không tạo ra bất kỳ nước nào dưới tốc độ ngưỡng và do đó kém hiệu quả hơn khi chiếu xạ thấp hơn.

Cần lưu ý rằng đây là những khái quát để minh họa. Máy bơm và loại động cơ phù hợp nhất cho mọi tình huống phải được xác định dựa trên danh mục của nhà sản xuất và hướng dẫn sử dụng động cơ máy bơm, và đặc biệt hiệu suất của bơm / động cơ tương tự như Hình 10 (đặc trưng cho tiêu chuẩn IEC62253) để đảm bảo rằng cấp động cơ / động cơ phân phối lưu lượng cần thiết so với tổng động cơ (TDH)₁.



Hình 10. Đường đặc tính PQ và đường cong HQ của động cơ bơm. Tín dụng hình ảnh: Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế, IEC.

3,3 Điều hòa công suất

Máy điều hòa công suất chuyển đổi nguồn điện một chiều từ các tấm pin mặt trời để phù hợp với yêu cầu của động cơ máy bơm. Máy điều hòa công suất có thể có một số định dạng: đơn giản **Bộ chuyển đổi DC / DC**, tần số không cố định **biến tần** for an AC pump, or a more complex **ổ đĩa tốc độ biến (VSD)** ở nguồn điện xoay chiều một pha hoặc ba pha. Nói chung, bộ điều chỉnh công suất phù hợp với một máy bơm cụ thể và được tối ưu hóa để phù hợp với hiệu suất máy bơm đối với điện áp mạng và công suất. Bộ dụng cụ máy bơm từ các nhà sản xuất máy bơm lớn hơn cung cấp bộ điều hòa điện năng tối ưu hóa và động cơ / máy bơm như một bộ phù hợp. Bộ điều hòa năng lượng như vậy cung cấp sự thay đổi giữa nguồn cung cấp năng lượng mặt trời và nguồn cung cấp động cơ diesel, **cho phép sử dụng hệ thống vô nhân đạo hoặc hệ thống có dự phòng.**

Các nhà tích hợp hệ thống đang ngày càng kết hợp các bộ điều hòa nguồn của bên thứ ba hoặc VSD có thể lập trình với các cặp động cơ / máy bơm của bên thứ ba khác và xây dựng thương hiệu cho chúng hoặc cung cấp chúng như các giải pháp của nhà sản xuất thiết bị gốc (OEM). Mặc dù các giải pháp này có thể hiệu quả như nhau, nhưng chúng có thể ít được kiểm tra tốt hơn và hiệu suất phụ thuộc hoàn toàn vào thiết lập lập trình. Đặc biệt, hiệu suất của bộ điều khiển / động cơ / máy bơm trong điều kiện ánh nắng mặt trời không liên tục có thể thấp hơn đáng kể nếu không được thiết lập đúng cách. Vì lý do đó, việc thử nghiệm và mô tả đặc tính của toàn bộ bộ sản phẩm theo tiêu chuẩn IEC62253, có thể bao gồm ba điều kiện thử nghiệm (ngày quang đăng, ngày nhiều mây và nắng ngắt quãng), có thể mang lại kết quả so sánh có giá trị.

¹ Ví dụ về các nhà sản xuất máy bơm năng lượng mặt trời lớn bao gồm Grundfos (www.grundfos.com), Lorentz (www.lorentz.de),

và Bệnh tăng bạch cầu đơn nhân (www.mono-pumps.com). Các nhà cung cấp của VSD Bao gồm:

- ABBACS355solarpumpdrive: www.abb.com
- Vacon100Xdrive: www.drives.danfoss.com
- Altivar312solar: www.schneider-Electrical.com
- Biến tần năng lượng mặt trời: www.solartech.cn
- Biến tần JFYsolarpumping: www.jfy-tech.com
- Biến tần năng lượng mặt trời tái tạo Grundfos (RSI): www.grundfos.com
- LorentzPSK2solarpumpcontroller: www.lorentz.de
- Invt Solarwaterpumpinverter: www.invt.com





4 ĐIỀU CHỈNH HỆ THỐNG

Thiết kế khái niệm của hệ thống bơm năng lượng mặt trời được hoàn thành tốt nhất bằng cách phân tích những điều sau tham số Sevenkey:

- Nhu cầu nước
- Nguồn nước
- Tốc độ dòng chảy thiết kế
- Kho chứa nước
- Tổng động lực
- PVpanels định vị
- Tài nguyên mặt trời

Quá trình thiết kế này được bổ sung bởi nhận thức sâu sắc hơn về thiết bị được sử dụng trong hệ thống, được mô tả chi tiết hơn trong chương 3.

Sau đó, có thể thực hiện tính toán chi phí và định cỡ hệ thống SWP sơ bộ như trong Chương 5.

4.1 Nhu cầu nước

Công suất thiết kế của hệ thống nước năng lượng mặt trời phụ thuộc chủ yếu vào nhu cầu sử dụng nước, tính bằng m^3 /ngày hoặc lít / ngày (xem Bảng 2). Nước được coi là để tiêu thụ cho người và / hoặc gia súc hoặc để tưới tiêu.

Nước uống được cho con người trong một làng / thị trấn được ước tính từ quy mô dân số và mức tiêu thụ nước bình quân đầu người hàng ngày. Ví dụ: nếu hệ thống phục vụ dân số 2.000 người và tiêu chuẩn cung cấp là 30 lít trên đầu người mỗi ngày, thì công suất thiết kế hệ thống ít nhất phải là 60.000 lít / ngày hoặc $60m^3$ /ngày. Tương tự, **nước cho gia súc** sẽ phụ thuộc vào loại vật nuôi và số lượng.

Đánh giá nhu cầu nước tưới phức tạp hơn đáng kể và phụ thuộc vào diện tích, độ ẩm và tính chất của đất, tỷ lệ bốc hơi, lựa chọn cây trồng, khoảng cách, mùa vụ, loại tưới, v.v. và được xác định tốt nhất bởi một nhà nông học, để tránh ước tính quá nhiều hoặc thấp nhu cầu nước và để xác định thời vụ trồng trọt tối ưu. Các tiêu chuẩn được sử dụng để xác định nhu cầu nước thường có thể được lấy từ bộ hoặc cơ quan chính phủ về nước trong nước. Các thiết kế thường cho phép tăng dân số và theo mùa của nhu cầu.

4.2 Nguồn nước

Nước ngọt thường được lấy từ các nguồn mở hoặc nước mặt, chẳng hạn như sông, suối và đập; hoặc các nguồn nước ngầm được bảo vệ như giếng khoan, giếng khoan. Mỗi đặc điểm liên quan đến an ninh nguồn cung cấp, chất lượng nước và bổ sung. Nói chung, nước ngầm được ưu tiên hơn là nước uống được.


Khi đánh giá các nguồn nước mặt, các khía cạnh sau đây phải được xem xét cẩn thận:

- *Lượng nước sẵn có và mức bơm.* Việc tính toán sự thay đổi theo mùa là cực kỳ quan trọng, vì một số nguồn có thể khô cạn, trong khi những nguồn khác có thể dễ bị lũ lụt và rủi ro cao. Mức nước có thể thay đổi đáng kể giữa các mùa, ảnh hưởng đến cột bơm.
- *Chất lượng nước.* Các mảnh vụn, bùn và cặn có thể gây hỏng máy bơm nếu không được sàng lọc đúng cách lúc bơm vào.

Mức tiêu thụ của con người (lít / đầu người / ngày)		Giá súc	
Urbanuser	130	Gia súc	40-50 l / đầu / ngày
Hộ gia đình nông thôn	80	Bắp chăn	15-25 l / đầu / ngày
Tiêu chuẩn tối thiểu ở nông thôn	20-35	Cừ	Con lợn
		Cho con bú	8-11 l / đầu / ngày
		Heo con	20 l / đầu / ngày
		Chim	Lớp
		Gà thịt	5 l / đầu / ngày
		Gà con	40 l / 100 con / ngày
			10 l / 100 con / ngày
			Số 8 l / 100 con / ngày
Irrigationatcrop (m ³ /ha / ngày)		Phi hiệu quả	
Chuối, hướng dương	40	Floororopenchannel	40%
Ngô, đậu, cải xoăn, bắp cải, rau diếp, hành tây, cà chua	15-17	Vòi phun nước	80%
Khoai tây	10	Tưới nhỏ giọt	98%

Bảng 2. Minh họa yêu cầu sử dụng nước để ước tính nhu cầu nước.

Nước ngầm là nguồn nước được sử dụng phổ biến. Nước ngầm được chứa trong tầng chứa nước, tự nhiên các hồ chứa nước dưới đất được tiếp cận bởi **giếng nước** hoặc là **lỗ khoan**. A **kiểm tra bơm** được tiến hành để đánh giá lượng nước có thể được bơm từ một tầng chứa nước cụ thể. Thử nghiệm xác định **năng suất tối đa** (trong m³/h) cũng như **rút tiền**, hoặc độ sâu mà mực nước trong lỗ khoan sẽ giảm xuống trong một lưu lượng và thời gian nhất định (năng suất trên mỗi mét nước rút), đồng thời được bổ sung động nhờ tầng chứa nước.



Nhu cầu nước vượt quá năng suất của tầng chứa nước có thể dẫn đến **bội thu**. Tình trạng bội thực có thể thấy rõ từ việc rút tiền của máy thu âm. Điều này có thể dẫn đến các hợp chất sắt nặng toprecipitationof vàoxidationof, có khả năng gây ra sự xâm nhập của nitrat và thuốc trừ sâu trong nước và hình thành màu vàng, có thể làm tắc máy bơm. Vòng luẩn quẩn này dẫn đến tăng chi phí dịch vụ cho máy bơm, nhu cầu xử lý nước, suy giảm tầng chứa nước lâu dài hơn và tuổi thọ của tầng chứa nước giảm rõ rệt.

4.3 Tốc độ dòng chảy thiết kế

Thiết kế kỹ thuật độc đáo, apump's **thiết kế lưu lượng** được suy ra bằng cách chia nhu cầu nước hàng ngày cho tổng số giờ bơm trong một ngày. Tuy nhiên, các ứng dụng bơm năng lượng mặt trời sử dụng số giờ nắng cao điểm để ước tính số giờ bơm hàng ngày.

Ví dụ, trong một nguồn năng lượng mặt trời trung bình là $7,0 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{ngày}$, giờ nắng cao điểm là 7 giờ / ngày. Đối với yêu cầu nước hàng ngày là $70 \text{ m}^3 / \text{ngày}$, lưu lượng thiết kế là $70.000 \text{ lít} / \text{ngày} / 7 \text{ giờ} / \text{ngày} = 10.000 \text{ lít} / \text{giờ}$. Tốc độ dòng chảy thiết kế không được vượt quá tốc độ bơm của nguồn nước tối đa hoặc **năng suất**. Lưu lượng thiết kế được sử dụng cho các tính toán giảm áp suất nước trong tương lai và định cỡ đường ống.

4.4 Kho chứa nước

Hầu hết các hệ thống bơm năng lượng mặt trời đều yêu cầu khả năng lưu trữ nước để cải thiện hiệu suất và độ tin cậy. Độ tin cậy được cải thiện khi **bể chứa** được sử dụng để lưu trữ nước chiết xuất trong giờ nắng để đáp ứng nhu cầu nước vào ban đêm, hoặc trong trường hợp có nhiều mây hoặc thời gian hệ thống ngừng hoạt động.

Nói chung, các bể SWP nên có kích thước để lưu trữ nguồn cung cấp nước ít nhất 2-3 ngày (nhu cầu hàng ngày ($\text{m}^3 / \text{ngày}$) x 3 ngày = khối lượng lưu trữ (m^3). Dữ liệu khảo sát thực địa chỉ ra rằng nhiều bể chứa SWP quá nhỏ và nước tràn vào ban ngày và thiếu nước vào buổi tối.

Mặt khác, hệ thống bơm diesel hoặc SWP có thể chuyển đổi với dự phòng diesel cho phép các bồn chứa nhỏ hơn nhiều để dự phòng vì máy bơm diesel có thể được chạy bất cứ lúc nào.

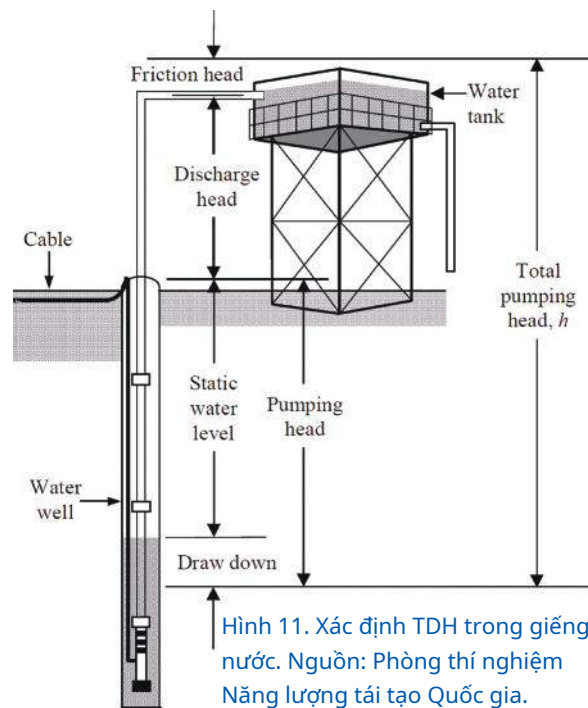
4,5 Tổng số đầu động

Hệ thống bơm chìm, “đầu” dùng để chỉ độ cao nước phải được bơm so với mức bình thường của nó (ví dụ: dưới lòng đất). **Tổng động lực (TDH)** hoặc tổng đầu bơm là tổng của ba thành phần, như được trình bày trong Hình 11.

Mức nước động (DWL) là độ sâu của bề mặt của tầng chứa nước. Điều này tăng dần do sự rút xuống, do đó có thuật ngữ "động".

Đầu xả tương ứng với độ cao trên mặt đất của bề mặt nước bên trong bể chứa (thường là 5–10m). Nước này được xả cho người sử dụng thông qua trọng lực, do đó có tên là "xả".

Đầu ma sát tính ma sát của nước với các ống dẫn trong (cả phương thẳng đứng và phương ngang). Nó thường là 10% của DWL cộng với đầu xả.



Thử nghiệm sụt áp có thể cung cấp thông tin về DWL và đầu xả, trong khi đầu ma sát có thể thu được chính xác hơn các biểu đồ tổn thất từ đầu cho đường ống ở tốc độ dòng chảy và đặc tính đường ống yêu cầu.

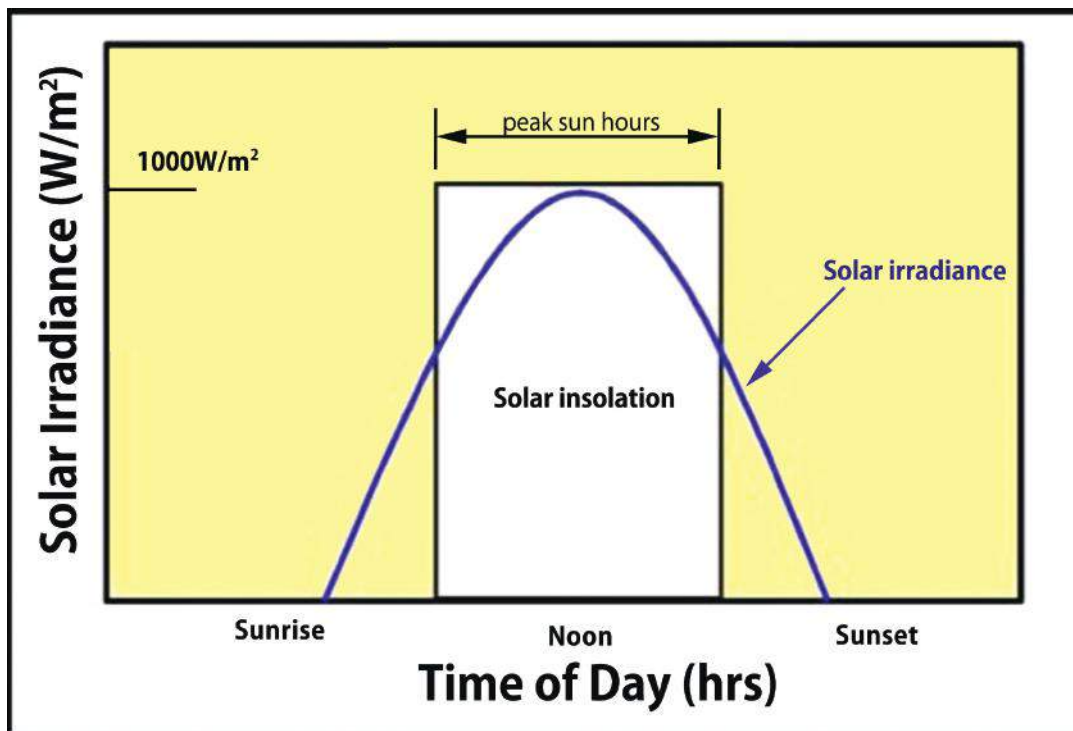
4,6 Vị trí của bảng PV

Mặc dù không quan trọng đối với quá trình hệ thống hóa ban đầu, các PVpanels phải được lắp đặt bao quanh nguồn nước và nguồn nước, hướng về phía xích đạo, ở góc nghiêng tối ưu so với đường chân trời và không bị che khuất trong bất kỳ phần nào của mảng năng lượng mặt trời trong ngày mặt trời. Các bảng điều khiển thường phải được đặt ở một vị trí an toàn và chắc chắn. Những vấn đề này có thể được tinh chỉnh trong quá trình thiết kế và lắp đặt cuối cùng, nhưng đối với mục đích thiết kế sơ bộ, có thể hình dung rằng mảng năng lượng mặt trời sẽ không được đặt gần máy bơm, và do đó cần phải có cáp mảng dài hơn, với tổn thất năng lượng có thể giải quyết được. Kịch bản này đòi hỏi một khoản dự phòng cao cho tổn thất điện năng trong cáp mảng.

4,7 Tài nguyên mặt trời

Sự cách ly mặt trời là sự tích lũy bức xạ nhận được trên một khu vực cụ thể trong một khoảng thời gian. Nó là nguồn năng lượng (chứ không phải sức mạnh), thường được biểu thị bằng mức in-giờ ($\text{kWh} / \text{m}^2 / \text{ngày}$). Các đặc điểm của nguồn năng lượng mặt trời tại khu vực này rất quan trọng đối với thiết kế hệ thống. Ánh nắng mặt trời đến trái đất thông qua bức xạ. **Bức xạ mặt trời** là công suất của bức xạ mặt trời nhận được trên một đơn vị diện tích. Độ chiếu xạ là phép đo tức thời của công suất, inwatts hoặc kilowatt trên một mét vuông (W / m^2

hoặc kW / m^2). Độ chiếu xạ bị ảnh hưởng bởi góc của mặt trời và vào bất kỳ thời điểm nào trong ngày, độ chiếu xạ cao nhất khi mô-đun năng lượng mặt trời nằm vuông góc với tia nắng tới. Kể từ khi vị trí của mặt trời trong bầu trời thay đổi trong ngày, độ chiếu xạ tăng từ buổi sáng cho đến buổi trưa (khi nó cao nhất), và sau đó giảm cho đến khi mặt trời lặn, vì tia nắng mặt trời phải xuyên qua nhiều tầng khí quyển để đến trái đất (xem Hình 12).



Hình 12. Bức xạ mặt trời tại một địa điểm nhất định trong ngày, Nguồn: Năng lượng tái tạo Primer-Solar.

Cách ly năng lượng mặt trời hiệu quả bằng diện tích dưới đường cong bức xạ mặt trời. **Giờ nắng cao điểm mỗi ngày** chỉ là một thuật ngữ khác để cách nhiệt mặt trời và luôn được đo mức $\text{Wh} / \text{m}^2 / \text{ngày}$.

Các nguồn năng lượng mặt trời khác nhau giữa các khu vực. Như Hình 3 minh họa, **bức xạ mặt trời nói chung cao hơn ở các vùng gần xích đạo**. Các yếu tố ảnh hưởng đến lượng bức xạ mặt trời trên một khu vực cụ thể bao gồm vĩ độ, tần suất có mây, độ ẩm, độ trong của khí quyển và các biến đổi theo mùa.

Dữ liệu thời tiết thống kê dài hạn từ các trạm khí tượng thường được cung cấp dưới dạng dữ liệu trung bình hàng tháng cho sự cách ly trên bề mặt nằm ngang và bao gồm các biến thể hàng ngày của sự cách ly này. Vì kích thước của các hệ thống SWP đòi hỏi phải điều chỉnh và tối ưu hóa dữ liệu này hơn nữa để tính đến các mảng mặt trời không nằm ngang hoặc nghiêng được định hướng về phía đường xích đạo, bản chất phức tạp của các tính toán này và cơ sở thống kê của dữ liệu phù hợp với các phương pháp xác định kích thước dựa trên máy tính.

5 SIZING GUIDANCE

Việc sử dụng **phần mềm định cỡ rất được khuyến khích**; Tuy nhiên, phần này trình bày các cân nhắc về kích thước khác nhau.

5.1 Quy tắc của ngón tay cái

Kích thước của hệ thống SWP có thể được ước tính một cách tự nhiên bằng cách sử dụng các công thức đơn giản, hiểu được công thức nào phù hợp với SWP 101. Nguyên tắc cơ bản để định kích thước là tạo ra một “sự cân bằng năng lượng”. Cân bằng năng lượng cho hệ thống SWP năng lượng mặt trời được xác định bằng:

Năng lượng điện (nguồn năng lượng mặt trời, mảng năng lượng mặt trời, bộ điều hòa điện) × hiệu suất động cơ-máy bơm = năng lượng thủy lực (khối lượng giao, đầu, tổn thất ma sát). Năng lượng điện cung cấp cho động cơ-máy bơm có thể được ước tính như sau:

$$E_{sys} = P_{array_STC} \times f_{\text{bàn ống}} \times f_{\text{chất bán}} \times f_{\text{nhiệt độ}} \times H_{\text{nghiêng}} \times \eta_{pv_inv} \times \eta_{inv} \times \eta_{inv_sb}$$

Ở đâu:

E_{sys} = sản lượng năng lượng trung bình hàng năm của PVarray, kWh

P_{array_STC} = công suất đầu ra danh định của mảng trong điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn, kWp

$f_{\text{người đàn ông}}$ = Hệ số khử định mức dung sai chế tạo, không thứ nguyên (100%)

$f_{\text{chất bán}}$ = Hệ số khử đánh giá độ bán, không thứ nguyên (95%)

$f_{\text{tạm thời}}$ = hệ số khử nhiệt độ, không thứ nguyên (95%)

$H_{\text{nghiêng}}$ = giá trị cách điện hàng ngày (kWh / m²/ngày) cho trang web đã chọn

η_{pv_inv} = hiệu quả của hệ thống con (cáp) giữa PVarray và biến tần (98%)

η_{inv} = hiệu suất của biến tần, không thứ nguyên (95%)

η_{inv_sb} = hiệu quả của hệ thống con (cáp) giữa biến tần và tổng đài (95%)

Do đó, hiệu suất tổng thể là khoảng 77,4%. Lưu ý rằng việc che phủ đám mây sẽ làm giảm sản lượng hơn nữa.

Năng lượng thủy lực ra khỏi đầu ra của máy bơm có thể được tính như sau:

$$E_{\text{thủy lực}} = Q \times TDH \times \rho \times g / 3.600.000 \text{ (J / kWh)}$$

Ở đâu:

$E_{\text{thủy lực}}$ = mức năng lượng thủy lực Wh

Q = sản lượng nước hàng ngày (m³/ngày)

TDH = tổng động lực đầu bơm (m)

ρ = tỷ trọng của nước = 1.000 kg / m³

g = 9,8 kg.m / s²

Pumpingsystemefficiency₂ = năng lượng thủy lực / năng lượng điện tử:

$$\eta_{\text{motor}} \times \eta_{\text{máy bơm}} = E_{\text{thủy lực}} / E_{\text{sys}}$$

5.2 Ví dụ về kích thước

Hệ thống ASWP cho một cộng đồng nông thôn 2.000 người phải được thiết kế để cung cấp nước uống ở mức tiêu chuẩn 30 lít / đầu người / ngày. Mực nước nguồn được kiểm tra là mực nước ngầm 100m. Độ sâu của giếng khoan là 5m và 5m³/giờ và 10m và 10m³/giờ. Đầu trọng lực, hoặc độ cao của bể chứa, phải là mặt đất 10m above. Nguồn năng lượng mặt trời tại chỗ trung bình là 4,5kWh / m²/ ngày ở độ nghiêng 20° từ phương ngang, định hướng về phía xích đạo, làm giảm năng suất mặt trời trong tháng tồi tệ nhất.

A: Định kích thước lần vượt qua đầu tiên:

1. Đầu vào chính

- $Q = 30 \text{ lít / đầu người} \times 2.000 \text{ người} = 60 \text{ m}^3/\text{ngày}$
- Lưu lượng thiết kế = $60 \text{ (m}^3/\text{ngày)} / 7 \text{ (giờ bơm / ngày)} = 8,5 \text{ m}^3/\text{giờ}$
- TDH = 100m đứng + 8,5 rút lui + 10m tăng tốc + 10% tổn thất động = 118,5m × 110% = 130m

2. Tổng năng lượng thủy lực yêu cầu = $60 \text{ m}^3/\text{ngày} \times 130 \text{ m} \times 1.000 \times 9,8 / 3.600.000 = 21,23 \text{ kWh}$

3. Giả sử rằng động cơ máy bơm có kích thước tối ưu tại điểm hoạt động của nó là hiệu suất dây dẫn nước là 60%

4. Năng lượng điện yêu cầu = $21,23 \text{ kWh / ngày} / 60\% = 35,4 \text{ kWh / ngày}$

5. Kích thước mảng yêu cầu: $35,4 \text{ kW / ngày} = \text{mảng kWp} \times 77,4\% \times 4,5 \text{ kWh / m}^2/\text{ngày}$

Vì thế: **kích thước mảng = 10.16kWp**

6. Thể tích bể chứa nước nên khoảng 120–180m³ và được tính như sau: = $Q \text{ (m}^3/\text{ngày)} \times 2\text{-}3 \text{ days} = 120\text{-}180 \text{ m}^3$

5.3 Thông số chi phí

Chi phí xuất xưởng của hệ thống SWP thường ít hơn \$ 1,75 / Wp (\$ 1,750 / kWp). Một hệ thống 10,18 kWp sẽ có giá khoảng 18.500 đô la.

Tổng chi phí cài đặt thường sẽ ít hơn \$ 3,2 / Wp (hoặc \$ 32,000 trong ví dụ). Giá này sẽ áp dụng cho các hệ thống lớn hơn (> 10 kWp) hoặc số lượng lớn các hệ thống nhỏ. Một lần ở các vị trí xa sẽ thu hút phí lắp đặt cao hơn nhiều. Giá \$ 2,2 / Wp có khả năng xảy ra khi các chương trình lớn được triển khai. Sự phân tích giá ít nhiều như sau:


• Một hệ thống bơm điển hình sẽ có hiệu suất tối đa là 60% tại điểm vận hành tối ưu. Xem Chương 4 để biết một số tổ hợp máy bơm động cơ điển hình.

- Mô-đun PV: $\\$ 0,75 / \text{Wp}$ bao gồm đếm, đối với mô-đun được chứng nhận ($\\$ 7,500$)
- Máy bơm và bộ điều khiển hoặc bộ điều hòa công suất: 1,1 đô la / kW (11,207 đô la).
- Số dư của hệ thống (BOS), cáp, v.v.: 20%: ($\\$ 3,668$)
- Cài đặt và các dịch vụ liên quan: 25% ($\\$ 5,501$)
- Tổng: (27.507 USD)
- Tổng cộng (với lợi nhuận 20%): $\\$ 32,900$
- Không bao gồm
 - o Phát triển nguồn nước và giếng khoan
 - o Bể chứa
 - o Lưới lọc nước, đường ống đứng và / hoặc thiết bị đo nước

5,4 Điều gì ảnh hưởng đến hiệu suất SWP trong cuộc sống thực?

Thuật toán định kích thước SWP đơn giản được trình bày là phù hợp để hiểu các động lực định cỡ và tốt cho các điều kiện thiết kế tĩnh. Trong thực tế, có một số biến đầu vào không cố định và do đó ảnh hưởng đến hiệu suất SWP trong suốt một năm. Do đó, để chặt chẽ, các thuật toán định cỡ phải đánh giá các điều kiện trong suốt năm để xác định khi nào các điều kiện thiết kế giới hạn xảy ra. Dưới đây là một số biến chính:

- *Snhững thay đổi theo mùa đông trong bức xạ mặt trời.* Về cơ bản, sản lượng nước SWP ít nhiều tỷ lệ thuận với chiếu xạ. Việc xác định kích thước lướt đi đầu tiên thường dựa trên độ chênh lệch trung bình trong năm, hoặc có lẽ là tháng tồi tệ nhất trong năm. Cần phải đánh giá sản lượng cho những ngày mà bức xạ sẽ nhỏ hơn mức trung bình hàng năm và thấp hơn mức trung bình hàng tháng. Cần phải tối ưu hóa góc nghiêng.
- *Thay đổi theo mùa của trụ bơm.* Tương tự, mực nước giảm sẽ ảnh hưởng đến sản lượng của máy bơm. Đầu ra nước ít nhiều tương ứng gián tiếp với cột bơm. Mực nước ước lượng quá thấp thậm chí sẽ dẫn đến việc thay đổi hệ thống.
- *Snhững ngày không có mây và không có mây.* Sự cách ly trung bình là không đủ. Biến Akey là lượng mây che phủ và ánh nắng mặt trời xen kẽ. Đặc biệt, các bộ điều chỉnh tốc độ thay đổi được kết hợp với điều kiện ACpumps có xu hướng được phân cấp theo hiệu suất và điều kiện bắt đầu, kể từ khi khởi động điều kiện năng lượng tối thiểu và takeconsiderabletime to spool up on cethreshold levels are reached. Sowhile 2 ngày có thể có cùng lượng cách ly tích lũy, buổi trưa trời quang mây tạnh với mặt trời bằng 0 có khả năng mang lại sản lượng nước cao hơn nhiều so với một ngày không liên tục. Sự suy giảm đối với loại thay đổi cục bộ này là quan trọng đối với một số loại máy bơm động cơ nói riêng.

- 
- *Thay đổi theo mùa về nhu cầu nước.* Kinh nghiệm cho thấy nhu cầu không liên tục trong cả năm. Đối với tiêu dùng của con người, sự khác biệt là thấp (25%), nhưng đối với gia súc và tưới tiêu, sự thay đổi có thể đáng kể, lên đến 80%, với zerodemand trong các mùa rất muộn. Việc phân tích các biến này có thể phức tạp.

5.5 Phần mềm định cỡ

Sự kết hợp của các biến đổi về nhu cầu nước theo mùa, bức xạ mặt trời theo mùa và thay đổi theo mùa đã tạo ra sự tối ưu hóa phức tạp hơn đáng kể, phù hợp nhất cho các lần lặp lại dựa trên máy tính.

Hơn nữa, trong khi định cỡ cơ bản có thể được thực hiện trên các bảng tính đơn giản, tối ưu hóa và **thiết kế cuối cùng là phần mềm tốt nhất**, kiểm tra các bộ máy bơm động cơ thực tế và các điểm hoạt động cụ thể của chúng. Nói chung, điều này sẽ được thực hiện bởi các nhà cung cấp, họ phải trình bày về hiệu suất hệ thống được dự đoán của họ với các đề xuất của họ. Ví dụ về một số phần mềm mô phỏng và định cỡ:

- LA BÀN™, cụ thể cho nhà sản xuất máy bơm năng lượng mặt trời Lorentz™.
- Grundfos ProductCentre™, cụ thể cho nhà sản xuất máy bơm™.
- PVSystem™, có thể được sử dụng để định kích thước và mô phỏng bất kỳ hệ thống PV nào nhưng yêu cầu kiến thức kỹ thuật về các thành phần riêng lẻ trong trường hợp SWP.
- HOMER™, cân bằng năng lượng có thể được sử dụng, mà không cần biết đến các thành phần cụ thể, và hoạt động tốt hơn các mô phỏng hàng năm.

6 CÀI ĐẶT VÀ QUẢN LÝ VẬN HÀNH HỆ THỐNG

Trong hệ thống PV, “sự cân bằng của hệ thống” hoặc BOS đề cập đến tất cả các thành phần phần cứng khác với các thành phần chính. Trong hệ thống bơm năng lượng mặt trời, các thành phần chính là tấm PV, máy bơm và bộ điều khiển máy bơm, với BOS bao gồm cấu trúc gắn mảng PV, cáp / dây điện, công tắc, cầu chì, đường ống, đồng hồ đo nước, bộ ghi dữ liệu, v.v. Cài đặt và mặt khác, các dịch vụ liên quan bao gồm thiết kế kỹ thuật, vận chuyển đến địa điểm, chuẩn bị mặt bằng, dịch vụ lắp đặt, vận hành, đào tạo và bảo trì. Việc lắp đặt BOS và các dịch vụ liên quan có thể chiếm 30-50% tổng chi phí vốn và là một phần quan trọng trong việc thiết lập hệ thống bơm năng lượng mặt trời.

6.1 Cài đặt và vận hành

Mặc dù mô tả chi tiết các thủ tục lắp đặt thiết bị nằm ngoài phạm vi của tài liệu này, nhưng những cân nhắc chính bao gồm:

- Kiểm kê thiết bị
- Vị trí và an toàn mảng
- Tiêu chuẩn an toàn
- Tiêu chuẩn bảo vệ thiết bị, bao gồm cả nối đất
- Bảo mật chung
- Hiệu suất đồng bộ

Vị trí mảng. Sản xuất năng lượng mặt trời tối đa phụ thuộc vào vị trí và hướng của bảng điều khiển. Các bảng điều khiển phải quay mặt về phía đường xích đạo, với độ nghiêng của bảng điều khiển được xác định trước dựa trên vĩ độ và điều kiện thời tiết địa phương để tối đa hóa khả năng cách ly sự cố và thuận tiện cho việc vệ sinh bảng điều khiển trong mùa mưa. Nên tránh che nắng vào bất kỳ thời điểm nào trong ngày. Bởi vì nhiều hệ thống bơm năng lượng mặt trời được đặt ở những vùng xa xôi hẻo lánh, nguy cơ phá hoại và trộm cắp có thể rất lớn, và công chúng không được dễ dàng tiếp cận các tấm pin. Nếu việc sử dụng cây cối và thảm thực vật để che chắn được cho là có thể chấp nhận được, thì cần phải điều chỉnh kích thước nếu điều này làm giảm lượng bức xạ mặt trời có sẵn do bóng râm, đặc biệt là vào sáng sớm và chiều muộn. Điều này nên được quyết định trước khi cài đặt.

Tiêu chuẩn an toàn. Hệ thống PV thể hiện sự kết hợp độc đáo của các mối nguy hiểm và rủi ro, chúng phải được giải quyết bằng thiết kế và thông số kỹ thuật hợp lý, sau đó là lắp đặt, vận hành và bảo trì hệ thống thích hợp. Trong các hệ thống bơm lớn, các mảng DC điện áp cao yêu cầu hệ thống cáp đặc biệt, thiết bị chuyển mạch và ghi nhãn rõ ràng.

Bảo vệ thiết bị. Việc bảo vệ thiết bị khỏi sự cố ở cả phía DC và AC đòi hỏi phải chú ý cẩn thận đến thiết kế nối đất và các bộ phận bảo vệ. Nguy cơ bị sét đánh là

được giải quyết bằng cách nối đất (tạo cho các tia sét điện có một đường dẫn trực tiếp đến mặt đất mà bỏ qua các thiết bị có giá trị) và bằng cách lắp đặt các bộ chống sét và bộ chống sét lan truyền.

Một rủi ro khác là **phá hoại và trộm cắp**. Các biện pháp để hạn chế rủi ro này bao gồm:

- Xây dựng **quyền sở hữu cộng đồng**.
- Xác định vị trí của mảng năng lượng mặt trời trong khu vực đông dân cư với giao thông đi bộ thường xuyên.
- Hàng rào mảng khiến việc truy cập trở nên khó khăn hơn.
- Sắp xếp nhân viên bảo vệ.
- Cài đặt các cảm biến phát hiện hành động và cảnh báo bất cứ khi nào có thể.
- **Mối hàn điểm** hoặc dùng **làm giả bằng chứng** bu lông, ốc vít và ốc vít.
- Sử dụng khung đếm mảng chống trộm. Các cấu trúc kim loại này giữ các tấm và được thiết kế chịu được gió mạnh. Có ba loại khung: mặt đất, mái nhà và cột (xem Hình 13).



Hình 13. Các mô hình cho các cột trụ và số lượng mặt đất. Nguồn: Hiasa.

Chạy thử ngay sau khi cài đặt và đề cập đến quá trình “bàn giao” hệ thống cho khách hàng, nghĩa là, đảm bảo rằng tất cả các thành phần hệ thống đã được cài đặt đúng cách, ở tình trạng tốt và hệ thống đang hoạt động như mong đợi. Việc chạy thử bao gồm ba yếu tố chính: tài liệu, kiểm tra và thử nghiệm, và phải được thực hiện theo IEC / BS EN 62446 (đối với mảng DC cao áp và nối đất). Việc lắp đặt chung, bao gồm cả phía AC, phải phù hợp với IEC 60364-9-1 (lắp đặt điện hạ áp; các yêu cầu về cài đặt, thiết kế và an toàn đối với hệ thống quang điện), và / hoặc với Tiêu chuẩn đi dây của Anh BS 7671. Tài liệu nên bao gồm sơ đồ đường đơn, tài liệu thành phần riêng lẻ, sổ tay O&M và thông tin bảo hành thiết bị.

6.2 Vận hành và bảo trì

Sau khi hệ thống được cài đặt và vận hành, sự tập trung chuyển sang O & M trong suốt thời gian tồn tại của nó. System operation can be optimized by closely monitoring and recording key system parameters (ghi dữ liệu), cho phép người vận hành đánh giá sự thay đổi của hiệu suất đồng bộ hoặc nhu cầu.

Khía cạnh Onecrucial của bảo trì là **bảo hành**, tay nghề thường xuyên. Phía dưới cái **thời kỳ khuyết tật** từ 1 đến 2 năm, bất kỳ hạng mục nào bị lỗi, lắp đặt không đúng tiêu chuẩn hoặc bị hư hỏng do thiên tai phải được nhà thầu / nhà cung cấp sửa chữa tại chỗ với chi phí thấp / trình cài đặt.

Thành phần	Trải nghiệm bảo hành thông thường
Tấm năng lượng mặt trời	25 năm
Động cơ máy bơm	2-5 năm
Biến tần	5-10 năm
Các thành phần còn lại	1-2 năm

Bảng 3. Các thời hạn bảo hành minh họa cho các bộ phận của hệ thống bơm năng lượng mặt trời.

Trong thời gian bảo hành, nhà cung cấp cũng dự kiến sẽ kiểm tra các thành phần hệ thống và thực hiện bảo trì phòng ngừa ít nhất hàng quý (trong mọi trường hợp, cả máy bơm và bảng điều khiển đều không yêu cầu bảo dưỡng nặng, với bảng điều khiển chỉ cần vệ sinh định kỳ) để phục vụ người dùng

khấu nại trong một khoảng thời gian hợp lý và để giải quyết bất kỳ lỗi hệ thống nào trong 3 ngày. Không chính thức, các bổ sung, supplier may also provide **hiệu suất bảo hành** the system is a whole, đảm bảo rằng nó sẽ thiết lập hoặc vượt quá hiệu suất thiết kế trong một số năm. (Xem Bảng 3 để biết một số dòng thời gian bảo hành ví dụ.)

Tính bền vững của SWP năng lượng mặt trời đã và đang là một thách thức ở nhiều quốc gia và đặc biệt là ở các vùng nông thôn, với các hệ thống thường xuyên hỏng hóc trong một thời gian ngắn sau khi vận hành do thiếu vận hành và bảo dưỡng thích hợp. Do đó, việc các cộng đồng thành lập ngày càng phổ biến **hợp đồng bảo trì toàn diện** với các nhà cung cấp trong thời gian bảo hành và việc gia hạn các hợp đồng như vậy ngoài thời gian bảo hành là một thông lệ tốt. Các nhà cung cấp nên đảm bảo hơn nữa tính bền vững của hệ thống bằng cách **đào tạo** người vận hành hệ thống, cụ thể là về các kỹ năng cơ bản về hệ thống ống nước hữu ích để sửa chữa rò rỉ trong mạng lưới đường ống và xử lý các bộ biến tần và cảm biến tiên tiến phổ biến trong các hệ thống bơm năng lượng mặt trời hiện đại.

Vì các tấm pin mặt trời không có bộ phận chuyển động nào có thể bị ảnh hưởng bởi r sét hoặc hỏng hóc, nên năng lượng mặt trời yêu cầu bảo dưỡng rất hạn chế, ngoài việc quét bụi thường xuyên. Nên làm sạch các tấm pin mặt trời bằng nước để loại bỏ bụi bẩn.

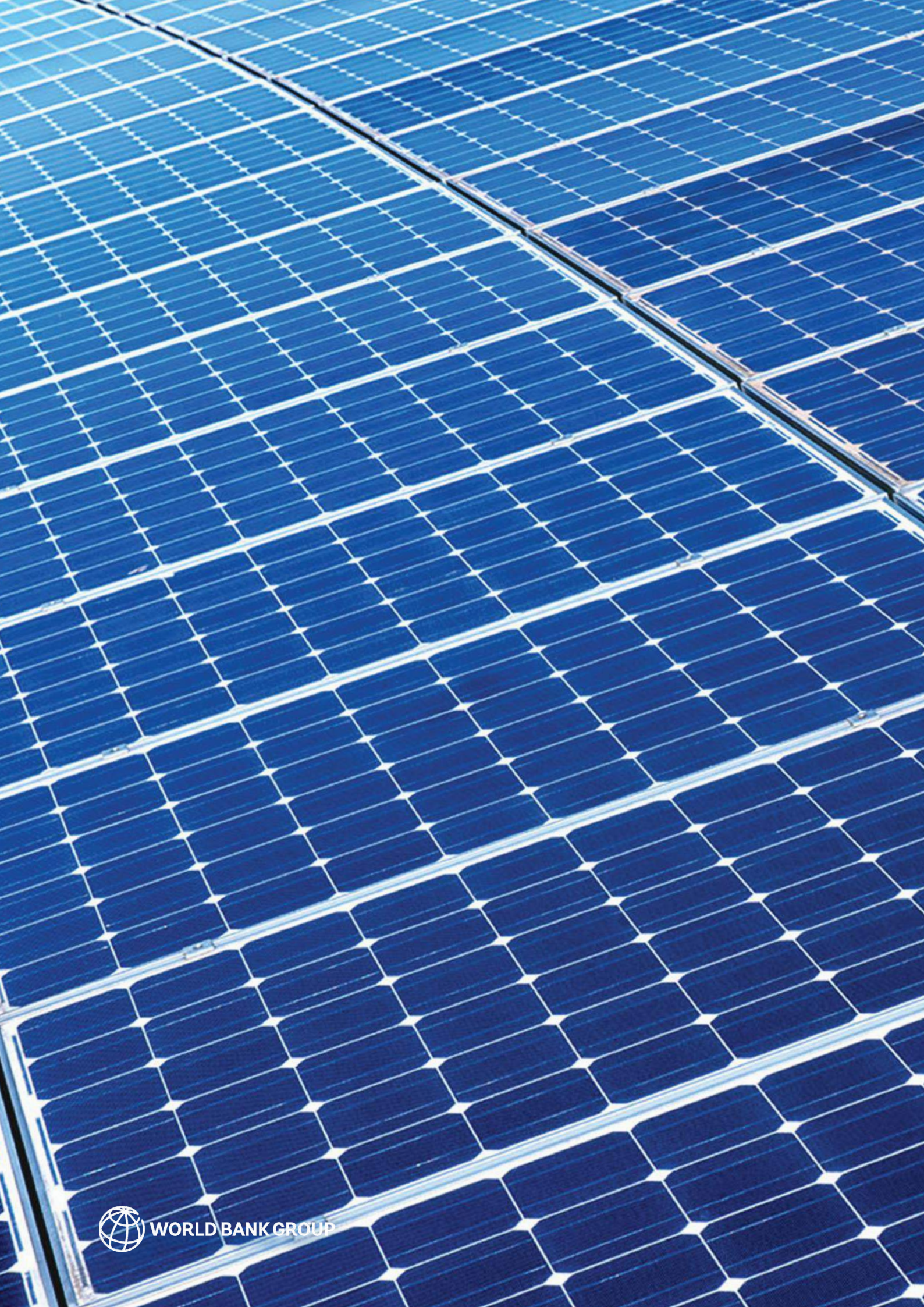


Danh sách các số liệu

Hình 1. Công suất bơm năng lượng mặt trời đã tăng lên do các đổi mới công nghệ	6
Hình 2. Giá trị giảm của silicon and PV cells (tính bằng \$ / watt) theo thời gian Hình 3. Bản đồ bức xạ mặt trời toàn cầu	7
Hình 4. Hệ thống bơm nước bằng năng lượng mặt trời Hình 5 Chi phí hàng năm của hệ thống bán phá giá dựa trên adiesel Hình 6 Chi phí hàng năm của hệ thống bơm năng lượng mặt trời giả định Hình 7. So sánh kinh tế với động cơ diesel với bơm năng lượng mặt trời	số 8
Hình 8. Các phần tử cơ bản của hệ thống bơm năng lượng mặt trời Hình 9. Các tấm pin mặt trời tinh thể đơn (trái) và đa năng (phải) Hình 10. Đặc điểm động cơ máy bơm P-Qcurve và H-Qcurve Hình 11. TDH xác định trong giếng nước	9
Hình 12. Bức xạ mặt trời được chiếu vào ban ngày	11
Hình 13. Mô hình cho số lượng bài đăng và số lượng nền	11
	12
	13
	14
	15
	21
	22
	28

Danh sách các bảng

Bảng 1. Các biểu tượng của bơm nước mặt trời	số 8
Ban 2. Minh họa các yêu cầu về nước sử dụng nhu cầu nước đối với khí hậu Bảng 3. Các kinh nghiệm bảo hành minh họa cho các thành phần của hệ thống bơm năng lượng mặt trời	19
	29



WORLD BANK GROUP