

Inleiding

Op afgelegen plaatsen waar geen elektriciteit en schoon water voor handen is, kan een elektrische pomp met zonnepanelen, een zonnepomp, een prachtige oplossing bieden. Pico Sol heeft in verschillende projecten ervaring opgedaan met deze techniek, en wil deze kennis graag delen.



▲ Zonnepomp in Soweke, een dorp met 1500 inwoners op het eiland Biak, ten noorden van West Papua.

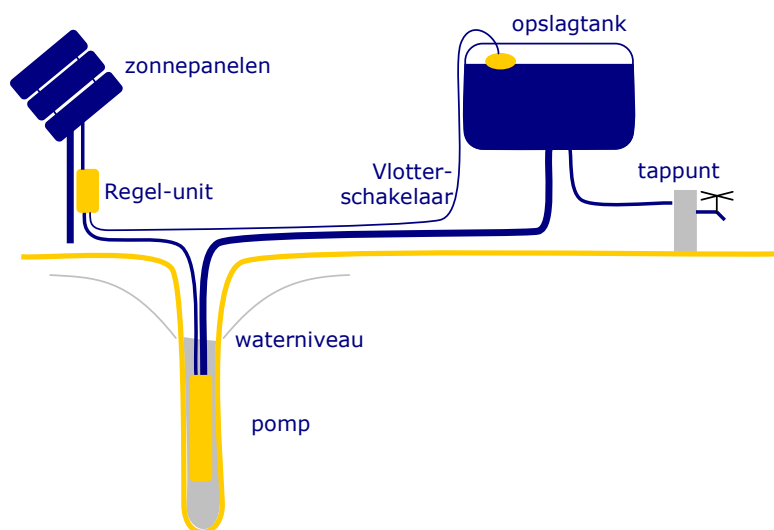
Systeem lay-out

Het zonnepomp systeem bestaat uit zonnepanelen op een constructie, een pomp controller ("regel unit"), een elektrische pomp en een opslagvat voor water.

het grote voordeel van de zonnepomp is dat er geen accu nodig is om de zonnestroom in op te slaan. De pomp wordt aangesloten op zonnepanelen, zodat het water van hoog naar laag niveau wordt gepompt als de zon schijnt. Het water wordt gebufferd in een water tank, die gewoonlijk op een hoger niveau dan de tappunten wordt opgesteld. Zodoende staat er druk op de kranen en is er water beschikbaar ook als de zon niet schijnt. De functie van de watertank is dus vergelijkbaar met die van een accu.

Om een goede match tussen de zonnepanelen en de pomp te verkrijgen, wordt een pomp-controller ertussen geschakeld. Deze controller maakt de zonnepomp tot een uniek product. Niet iedere willekeurige pomp kan dus gebruikt worden, integendeel. De controller converteert de gelijkstroom van de zonnepanelen in wisselstroom met een frequentie die afhangt van de zoninstraling. Bij lage instraling zal de pomp daarom worden aangedreven door een langzaam draaiende motor. De rotatiesnelheid van de motor neemt toe bij hogere instraling.

Een eenvoudige vlotterschakelaar schakelt de pomp uit als het water niveau voldoende hoog is. Als het waterpeil zakt, en de zon schijnt, schakelt de pomp weer in. Als de vlotterschakelaar niet functioneert, is het systeem als douche in te zetten (zie onder).

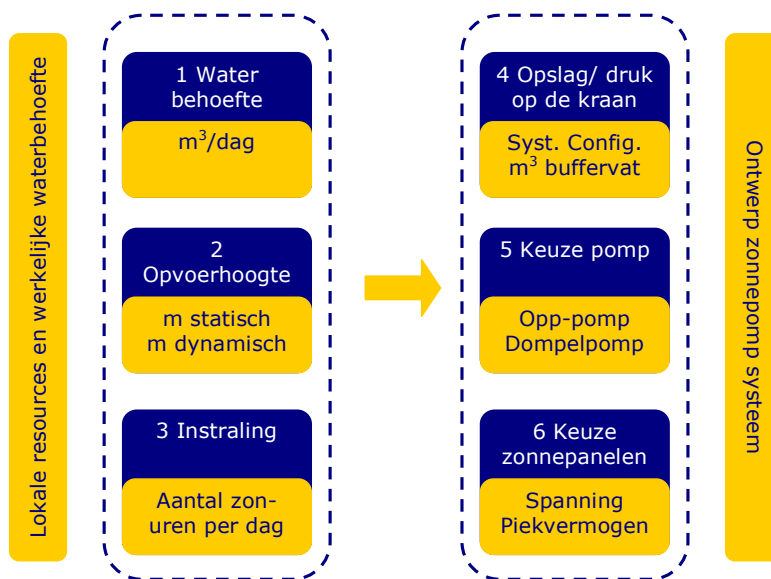


▲ Algemene opbouw van het zonnepomp systeem



▲ Kapotte vlotterschakelaar

Ontwerpschema



▲ Ontwerp van zonnepomp systeem begint met inventariseren van behoeften en locatiegegevens (stap 1-3). Met het resultaat wordt de meest geschikte zonnepaneel en pomp combinatie gezocht, om hiermee het juiste zonnepaneel en de juiste systeem configuratie te ontwerpen (stap 4-6).

Stap 1 Waterbehoefte

De eerste, de meest logische maar ook de lastigste vraag is hoeveel water nodig is. Hiermee samen hangt waarvoor u het water nodig heeft. Voor een huishouden, voor een weeshuis, voor een dorp, voor irrigatie? De beste bron voor informatie is het vragen en meten op locatie. We kunnen u wel wat op weg helpen met indicatieve gegevens:

Westers huishouden	100 liter per dag per persoon. Dit is inclusief water voor het toilet, de douche, vaat wassen, kleding wassen en dergelijken.
Niet-westers weeshuis	Met 20 liter per persoon per dag zit u waarschijnlijk al vrij hoog
Niet westers dorp	Richtlijn WHO: 40 liter per persoon per dag. Werkelijke behoefte ligt waarschijnlijk lager
Irrigatie	Niet met richtlijn te beantwoorden. Welk gewas is het? Hoeveel zon (verdamping) en hoeveel regen is er op locatie, verdeeld over het jaar? Deze vragen moeten met lokale kennis worden opgelost. Ook kan het geen kwaad om er een specialist bij te halen of er een handboek op na te slaan. Ook op internet is veel te vinden.

Stap 2 Opvoerhoogte

Stap 2 van het onderzoek naar de lokale resources is het beantwoorden van de vraag waar het water vandaan moet komen en naar toe moet gaan. Wat is de afstand tot de bron, hoe diep zit de bron, hoe hoog moet het worden opgepompt? Om antwoord hierop te geven, maken we onderscheid tussen de statische opvoerhoogte en de dynamische opvoerhoogte.

Totale opvoerhoogte = Statische opvoerhoogte + Leidingweerstand

Statische opvoerhoogte

De hoogte tussen het waterniveau in de bron en de maximale hoogte in de opslagtank is de statische opvoerhoogte. Merk op dat het waterniveau in de bron niet altijd gelijk is aan het grondwaterniveau. Als de capaciteit van de bron beperkt is, kan het waterniveau van de bron als gevolg van het leegpompen door de pomp flink zakken.

Leidingweerstand ("Dynamische opvoerhoogte")

De afstand van de pijp tussen bron en tappunt is ook van belang. Door frictie remt het water af, waardoor de opvoerhoogte schijnbaar hoger is. De grootte van deze "dynamische opvoerhoogte" hangt af van de diameter van de pijp. Onderstaande tabel geeft het aantal meters dat bij de statische opvoerhoogte moet worden opgeteld (per 100 meter pijplengte) om de totale opvoerhoogte te berekenen.

▼ De dynamische opvoerhoogte in meters, per 100 meter pijplengte. Deze is afhankelijk van combinatie pijpdiameter en stroomsnelheid. Gegevens van kunststof pijp (bron: Bernt Lorentz GmbH)

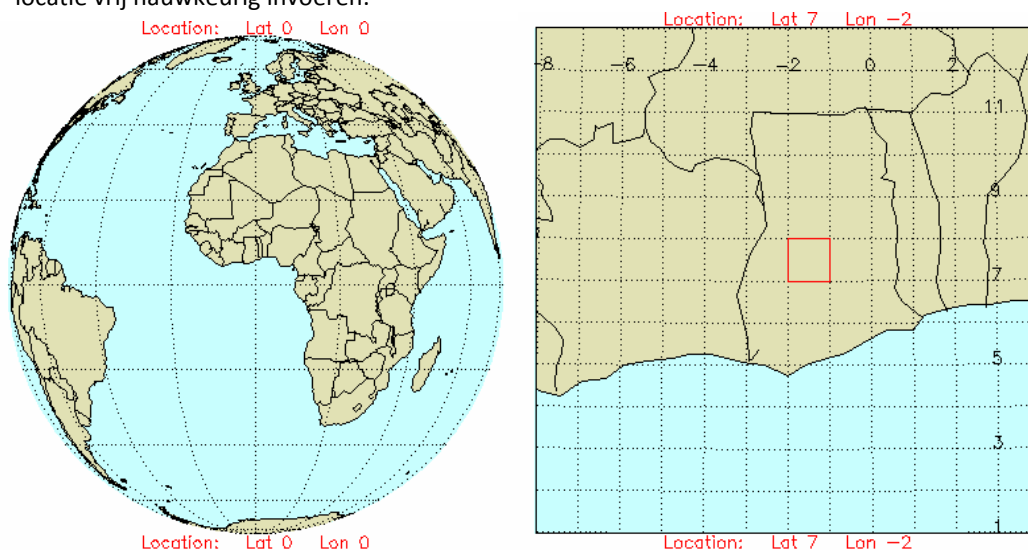
Stroomsnelheid Liter / minuut	Dikte van de pijp (binnen-diameter) in Inches (1 inch = 25.4mm)						
	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	2.0	2.5
3.8	1.0	0.4	0.1	0.02			
7.6	3.0	1.2	0.4	0.10	0.05		
11	6.0	2.3	0.7	0.20	0.10		
15	10	4.0	1.2	0.32	0.15	0.05	
19	16	6.0	1.8	0.48	0.23	0.07	
23	22	8.0	2.5	0.67	0.32	0.10	0.04
27		11	3.2	0.89	0.43	0.13	0.06
30		13	3.9	1.1	0.51	0.16	0.07
34		16	4.9	1.3	0.60	0.19	0.08
38		19	5.9	1.6	0.80	0.24	0.10
42		23	7.0	1.9	0.90	0.28	0.12
45		26	8.0	2.2	1.0	0.3	0.14

53		11	2.9	1.4	0.4	0.18
61		14	3.7	1.8	0.5	0.23
68		16	4.5	2.2	0.7	0.28
76		20	5.4	2.6	0.8	0.34
83		23	6.4	3.1	0.9	0.40
91		28	7.5	3.6	1.1	0.47
99			9.0	4.2	1.3	0.54
106			10	4.7	1.4	0.60

Stap 3 Instraling

De instraling is via internet op te vragen. De Nasa heeft een database ontwikkeld waar men op basis van informatie van satellieten (wolken-formaties gedurende lange tijd) een goede inschatting kan geven van de zoninstraling op de grond. Om deze gegevens te vinden, loopt u de volgende stappen door. Het resultaat is een tabel met maandelijkse gemiddelden van het aantal uren volle zon op uw locatie.

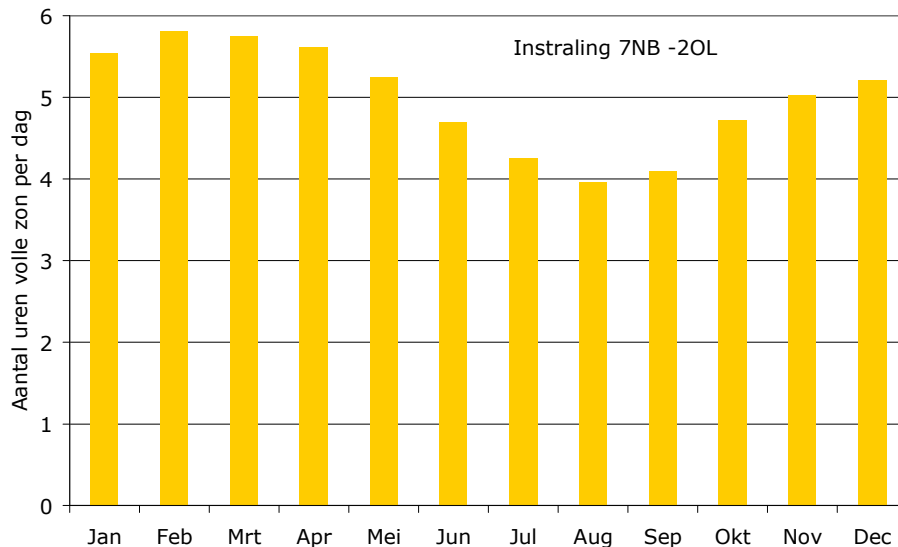
- Website: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
- Klik op Renewable Software Application Inputs
- Klik op Retscreen International data access
- Registreer uzelf als gebruiker
- Nu komt u in een scherm waar u de lengtegraad (Longitude) en breedtegraad (Latitude) moet invullen. U kun hiervoor ook het tool 'Pick a location graphically' gebruiken. Op zoom-niveau 16 kunt u uw locatie vrij nauwkeurig invoeren.



▲ Tool voor het opzoeken van de juiste lengte- en breedtegraad van Nasa instralings database

- Nu klikt u op 'Submit for data'
- U krijgt nu een tabel op het scherm met de maandelijkse gemiddelden van diverse meteorologische parameters. Het meest relevante is de derde kolom van de tabel die u nu op uw scherm krijgt: 'Daily solar radiation - horizontal kWh/m²/day'. Deze kolom geeft de instraling weer.

In onderstaande figuur is de derde kolom van deze tabel grafisch weergegeven

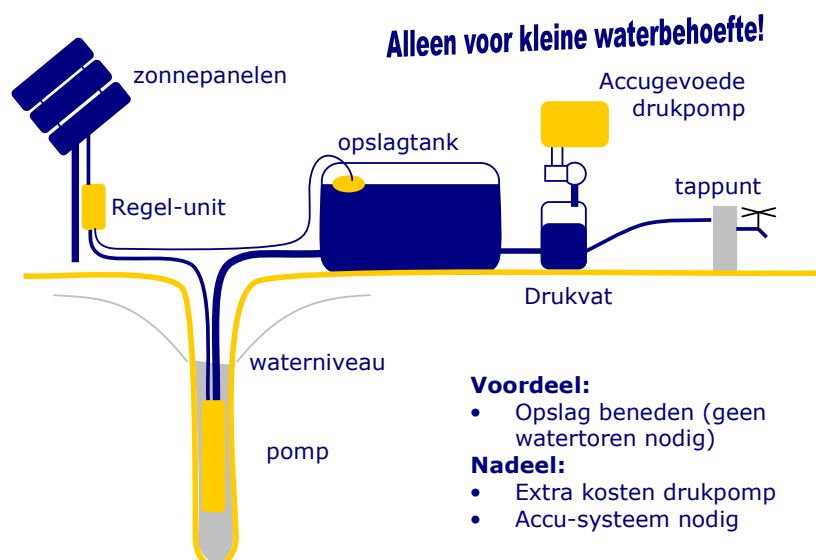


▲ Instraling op project locatie Ghana (7°NB -2°OL) in 'kWh/m²/dag'. Deze eenheid laat zich vrij vertalen met 'uren volle zon per dag', waarbij 'volle zon' wordt gedefinieerd als instraling van 1kW licht-energie.

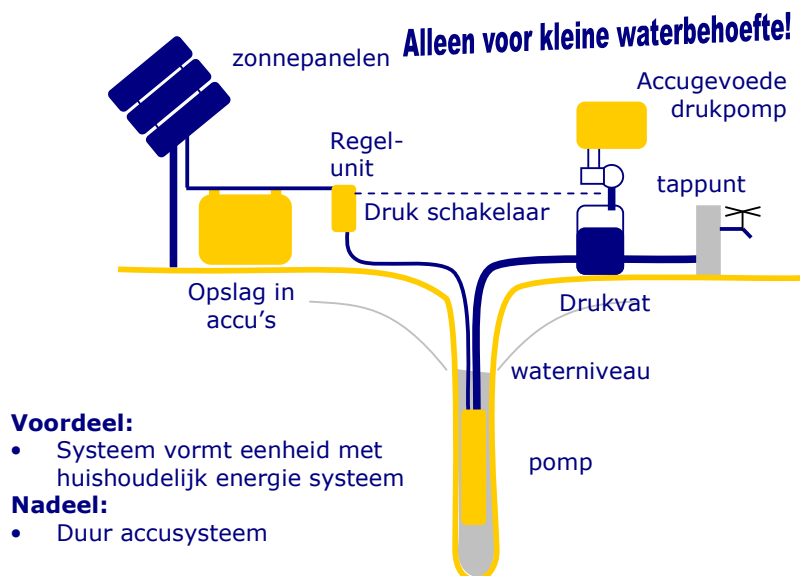
Stap 4 Systeem configuratie

De capaciteit van het buffervat bepaalt hoe betrouwbaar de levering van water is. Vuistregel is om deze minstens het tweevoudige te kiezen van de dagelijkse waterbehoefte.

Het figuur van blz 1 geeft algemene systeem lay-out weer. Hierbij is uitgegaan van opslag in de tank. In feite is het opslaan van water op een zekere hoogte het bufferen van zonne-energie in de vorm van potentiële energie. Dit heeft als grote voordeel dat er geen accu's nodig zijn en dat er bovendien altijd druk op de kranen staat (mits de kranen zich goed onder het niveau van de tank bevinden). Er zijn ook andere methoden denkbaar, zoals onderstaande figuren aangeven.



▲ Alternatief systeem configuratie, waarbij de druk op de kranen wordt verzorgd door een additioneel toegevoegde drukpomp met druvvat. Dit systeem alleen voor relatief kleine (huishoudelijke) waterbehoefte.



▲ Alternatief systeem configuratie, waarbij de druk op de kranen direct door de pomp wordt gegeven en energie wordt opgeslagen in accu's. Een drukvat met druk schakelaar zorgt dat de pomp wordt uitgeschakeld. Dit systeem alleen voor relatief kleine (huishoudelijke) waterbehoefte.

Stap 5 Keuze pomp

Bij het kiezen van de pomp, baseren wij ons op het programma van de Duitse zonnepomp specialist Bernt Lorentz (www.lorentz.de). Vanuit onze organisatie hebben wij hiermee goede ervaringen opgebouwd: Degelijke pompen met goede service. Er zijn ook andere aanbieders, zoals Grundfos en Conergy. Een aardige introductie voor deze pompen geeft de website van Oasis Montana (www.pvsolarpumps.com) die zeker een bezoekje waard is. De keuze van de pomp hangt af van de waterbehoefte en de opvoerhoogte.

Oppervlakte pomp

Bij lage opvoerhoogte (typisch enkele meters, maximaal 14 meter) kan een aan de oppervlakte geïnstalleerde pomp de beste oplossing bieden. Het Bernt Lorentz-programma biedt hiertoe de PS600-Badu-Top 12. De website van Bernt Lorentz biedt product informatie met tabellen waarin de verwachte opbrengst als functie van de opvoerhoogte en instraling staat weergegeven.



◀ Oppervlakte pomp Badu Top 12 van Bernt Lorentz. Afhankelijk van de opvoerhoogte en de zonnestroom capaciteit, kan deze pomp een debiet van meer dan 100 m³ per dag leveren

total lift (static+ dynamic) [m / ft]	Solar- Generator [Wp]	irradiation [KWh/m ² /day]	Sol [m ³ /day]
2 / 6,5	340	4.5	54.0
		6.0	70.0
		7.5	82.0
	400	4.5	61.0
		6.0	78.0
		7.5	92.0
	480	4.5	71.0
		6.0	90.0
		7.5	105.0
	600	4.5	85.0
		6.0	105.0
		7.5	120.0
720	4.5	95.0	
	6.0	117.0	
	7.5	129.0	
4 / 13	340	4.5	27.0
		6.0	43.0
		7.5	56.0
	400	4.5	36.0
		6.0	52.0
		7.5	67.0
	480	4.5	46.0
		6.0	65.0
		7.5	80.0
	600	4.5	60.0
		6.0	80.0
		7.5	97.0
	720	4.5	73.0
		6.0	94.0
		7.5	108.0

Juli in Ghana
Februari in Ghana

Dompelpomp

Bij grotere opvoerhoogten is de dompelpomp een betere keuze. Deze gaat kopje onder in de put, bevindt zich dus altijd onder water. Het programma van Bernt Lorentz biedt hiervoor een hele serie van pompen, ieder met zijn eigen stroom – opvoerhoogte karakteristieken. Afhankelijk van de diepte van de bron en het vermogen van zonnepanelen kunnen de pompen tot 50 m³ per dag leveren tot op een opvoerhoogte van maar liefst 240 meter.



▲ Het programma van Bernt Lorentz voor pompelampen. Links: De 'gestapelde centrifugale pomp'; rechts de 'helische rotor pomp'.

solar generator	vertical lift	5 m 16 ft		10 m 33 ft		15 m 50 ft		20 m 65 ft		30 m 100 ft		40 m 133 ft		
		fixed	tracked	fixed	tracked	fixed	tracked	fixed	tracked	fixed	tracked	fixed	tracked	
flow rate [m³/day]														
720 Wp	irradiation kWh/ m ² /day	7.5	87	125	66	93	42	61	33	47	24	30	20	29
		6.0	76	106	54	78	35	50	26	36	20	26	18	25
		4.5	59	80	39	53	25	34	22	30	17	23	16	21
	pump type	C-SJ8-5				C-SJ8-8				HR-14				
	peak flow rate [l/min]	175		145		95		75		44		43		
wire size/max. length	4mm ² / 20m #10 / 85ft						6mm ² / 55m #10 / 130							
840 Wp	irradiation kWh/ m ² /day	7.5	96	133	74	110	57	85	40	60	24	30	22	30
		6.0	84	110	63	91	45	65	33	47	22	29	21	28
		4.5	68	92	46	62	30	41	25	34	20	26	18	24
	pump type	C-SJ8-5				C-SJ8-8				HR-14				
	peak flow rate [l/min]	185		170		150		95		45		43		
wire size/max. length	4mm ² / 20m #10 / 85ft						6mm ² / 55m #10 / 130							

▲ Deel van de ontwerp tabel van de PS-600 pomp voor opvoerhoogte van 30 meter. Bij een opgesteld vermogen van 840Wp van zonnepanelen levert deze pomp 20 tot 24m³ per dag, afhankelijk van de instraling. Deze karakteristieken zijn online als downloads beschikbaar op de website van Bernt Lorentz (www.lorentz.de)

Stap 6 Keuze zonnepanelen

Het type en aantal zonnepanelen volgt uit voorgaande stap, waar de keuze van de pomp is vastgesteld. Er moet aan twee voorwaarden zijn voldoen:

De spanning dient binnen het door de pomp-controller

De spanning van het systeem wordt bepaald door het aantal zonnepanelen dat in serie is geschakeld. Een paneel met 36 cellen heeft een 'nominale

voorgeschreven venster te zitten

spanning' van 12V (omdat dit aantal vereist is voor het laden van 12V accu's). Om een nominale spanning van 48-72V te halen, dienen er dus 4 tot 6 panelen in een rij te worden geschakeld.

Voldoende piekvermogen

Het gezamenlijke vermogen van alle panelen bij elkaar dient in overeenstemming te zijn met het ontwerp-schema van stap 5.

Optie: Een zonne-volg-systeem ('solar tracker')

In sommige gevallen is een volgsysteem te overwegen. De panelen volgen de zon, zodat er altijd maximale instraling op de panelen valt. 's Ochtends staan de panelen op vroeg de zon gericht om met de prille ochtendzon voldoende vermogen op te bouwen om de pomp al in beweging te krijgen. Hiermee wordt het aantal effectieve pomp-uren van de dag hoger. De dagelijkse oogst kan hiermee flink hoger worden, tot ca 40% voordeel.

Dit voordeel van het dure volgsysteem dient te worden afgewogen met het aantal bespaarde zonnepanelen. Ook is het introduceren van een mogelijke storingsfactor een overweging om hier niet voor te kiezen.



▲ Links: Zonnepanelen op een tracker-systeem kan zorgen tot 40% hogere water opbrengst. Rechts: een statisch opgesteld zonnepanelen systeem