

## Aantekeningen cursus 'Zon op land' - module Basis Zon PV

Datum: 29 februari 2024

Module: Basis Zon PV

### Agenda

- Voorkennis
- Basisprincipe zon-PV
- Componenten & werking
- Soorten panelen
- Opstellingen & kenmerken
- Toepassingen
- Exploitatie
  - Kleinverbruik vs. grootverbruik
  - Subsidies
  - Onderhoud & monitoring
  - Schoonmaak?

### Voorkennis

Cruciaal is het onderscheid tussen vermogen en energie

<b>Grootheid</b>	<b>Aanduiding</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Afkorting</b>
Vermogen	P	Watt	W
Energie	E	Watthour (of Joule of Calorie)	Wh
Spanning	U	Volt	V
Stroomsterkte	I	Ampère	A
Tijd	T	Uur	h

Belangrijkste formules:

$$E = P * T$$

$$P = U * I$$

Globaal geeft de zon in ons gebied ca 1000 W per vierkante meter aan straling.

### Basisprincipe zon-PV en werking

In 1830 ontdekte Antoine César Becquerel het zogenaamde 'fotovoltaïsche' effect.

Silicium gemaakt van een soort zilverzand kan als er stralingsenergie op gebracht wordt elektronen vrijmaken. Daartoe is wel een bepaald stofje aan het silicium toegevoegd. Silicium heeft, doordat het heel heet is gemaakt, een soort kristalstructuur en daardoor wordt het ook glasachtig doorzichtig. Als je gebruik maakt van 2 lagen silicium kan je een verschil in lading tussen die lagen creëren, wat als je ze in een gesloten circuit aanbrengt, tot een elektrische stroom leidt.

Het vermogen van een zonnepaneel in optimale condities heeft een vermogen uitgedrukt in Watt piek (Wp). Globaal is dat 15% van de opvallende straling in die goede condities. Circa 65 % gaat op in warmte en het restant wordt weerkaatst. De technologische ontwikkelingen hebben tot doel de 15% omhoog te brengen.

In PVT-panelen wordt ook de warmte benut. In het Ramplaankwartier in Haarlem is men bezig met een pilot om het warmtesysteem voor de woningen in te richten met PVT-panelen.

De PV-industrie is behoorlijk afhankelijk van China, omdat zij vooral de grondstoffen hebben zoals het zilverzand voor de fabricage van het silicium. Daarnaast heeft China een enorm schaalvoordeel.

Hoe warmer de PV-cel hoe lager het rendement. Per soort paneel wordt dat effect weergegeven in een Ampère-Volt-grafiek voor verschillende temperaturen. **Rico** zoekt nog uit wat deze temperatuurafhankelijkheid veroorzaakt.

Uit de panelen komt gelijkstroom. Je hebt daarom een omvormer nodig om de elektriciteit in een conventionele manier te kunnen gebruiken. Het rendement van een omvormer is in de orde van 50 tot 70%. Het verlies is warmteproductie.

We gebruiken wisselspanning omdat dat veiliger is. Gelijkstroom wordt voornamelijk gebruikt voor transport over lange afstanden, want dan heb je veel minder last van transport verlies.

#### Soorten panelen

Je hebt vooral monokristalijne panelen. Die hebben een relatief hoger rendement dan de polykristalijne. Die laatste zijn altijd blauw. De monokristalijne zijn ook duurder dan de polykristalijne, zeker omdat ze het beter doen in diffuus licht, zoals we dat hier vaak hebben.

Een paneel heft een backsheet bijvoorbeeld van aluminium.

Een glas-glas-paneel heeft glas als backsheet, maar zo'n paneel is niet altijd transparant.

Over de jaren treedt degradatie op, dat wil zeggen dat de elektrische output ten opzichte van de ingevangen straling geleidelijk wat afneemt.

Amorfe panelen zijn lichter dan de andere soorten en buigbaar. Vooral de lijmlaag tussen de verschillende lagen van een paneel is kwetsbaar.

Er zijn ook dummy panelen, die gebruikt kunnen worden om de esthetiek op een dak te verbeteren.

#### Opstellingen en kenmerken

De omvormer valt uit als het net uitvalt, want de omvormer moet precies gesynchroniseerd werken met het net, anders krijg je netvervuiling wat fijngevoelige apparatuur kan verstoren.

Een omvormer schakelt ook uit als de spanning op het net te hoog wordt. Door netcongestie komt dat op zonnige dagen in sommige buurten geregeld voor.

Een eventuele accu moet tussen panelen en omvormer staan. Dan kan de accu als noodstroomvoorziening dienen.

In België is de subsidie gerelateerd aan je eigen elektriciteitsgebruik. In Nederland is het afhankelijk van wat je aan het net levert, dus soms bijdraagt aan de netcongestie.

Omvormers gaan vaak minder lang mee dan de panelen. De dimensionering speelt daarbij een rol. Voor grootschalige toepassingen heeft de omvormer een vlamboogbeveiliging. Omvormers kunnen goed en liefst buiten opgehangen worden.

Een zekering beveiligt tegen overbelasting van de kabel. Een aardlekschakelaar beveiligt tegen lekstroom (komt er voldoende stroom terug ten opzichte van wat is weggestuurd?).

Boven 1 MWp moet je ook een transformator hebben, want je gaat dan op een ander spanningsniveau werken; 10kV of 20 kV. Door die hogere spanning kan met dunnere kabels gewerkt worden voor hetzelfde vermogen. Die 10 en 20 kV kabels hebben een aluminium en geen koperen kern. Die kabels kosten in orde € 250 per meter inclusief het leggen ervan.

Een transformator is storingsgevoeliger dan een omvormer. Vooral het aan- en uitschakelen is slecht voor die apparaten. Transformatoren zijn te huur en ook repareerbaar. Omvormers zijn meestal lastig te repareren.

Er zijn 3 soorten omvormers:

- a. String
- b. Optimisers
- c. Micro omvormers

Een string is eenvoudig te installeren, maar een storing in een paneel heeft effect op de hele keten.

Bij de optimiser, meestal van SolarEdge, wordt per paneel geregeld. Het is nog wel een systeem waarbij alle panelen in serie geschakeld zijn.

Bij EnFace systeem heeft elk paneel zijn kleine omvormer. Daar zijn de panelen parallel geschakeld. Dat is ingewikkeld om aan te sluiten en lastig als je ergens iets moet repareren. Daar komt bij dat een optimiser systeem minder snel kapotgaat dan het micro omvormer systeem. Als overigens een optimiser stuk is dan doet het paneel het nog wel.

### Toepassingen

Er zijn verschillende opstellingen mogelijk met als belangrijkste variabele de oriëntatie. Maar ook hellingshoeken en afstanden tussen de panelen zijn van belang.

Oost-west-georiënteerde panelen hebben een lagere instraling van de zon, maar er kunnen er meer op een bepaald oppervlak, waardoor je dan per oppervlakte-eenheid 1,5 maal zoveel energie oogst dan bij de zuid-opstelling. Daarnaast is een voordeel dat de opwek van de elektriciteit wat beter past bij het gebruiksprofiel van elektriciteit over de dag.

Glas-glas panelen zijn geschikt voor solar carports. Als je de opwek koppelt aan het laden van elektrische auto's kun je mogelijk economisch goed uitkomen.

Vuilstort zijn moeilijk met zonnepanelen te beleggen omdat je het zonnestelsel niet kunt verankeren in het vuil.

Verticale panelen kunnen ingezet worden bij strokenteelt.

Andere voorkomende toepassingen zijn op water op vrachtauto's, op geluidswallen en op dijken.

#### Exploitatie

Bij grootschalige toepassing kan gebruik gemaakt worden van de SDE -subsidie. Meestal is het beter een afnemer te zoeken en daarmee een contract te sluiten. Je mag overigens nu nog geen energieleverancier zijn.

Schoonmaken van zonnepanelen is in het algemeen niet nodig. Een sneeuwbus is de beste reinigingsmethode.